RIVA

Risikoanalyse wichtiger Verkehrsachsen des Bundesfernstraßennetzes im Kontext des Klimawandels

Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen

Straßenbau Heft S 109

RIVA
Risikoanalyse wichtiger Verkehrsachsen des Bundesfernstraßennetzes im Kontext des Klimawandels

von

Michael Korn
Andreas Leupold
Susanne Mayer

Alfen Consult GmbH
Weimar und Leipzig

Frank Kreienkamp
Arne Spekat

Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH

Unter Mitwirkung von
Katrin Fischer
Alfen Consult

Krissan Guske
Brian Sorg
Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure
für das Bauwesen GmbH
Leipzig

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Straßenbau Heft S 109

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M - Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Schünemann Verlag GmbH, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Ab dem Jahrgang 2003 stehen die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)** zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.
http://bast.opus.hbz-nrw.de

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt FE 09.0147/2011/ARB:
RIVA Risikoanalyse wichtiger Verkehrsachsen des Bundesfernstraßennetzes im Kontext des Klimawandels

Fachbetreuung
Markus Auerbach

Herausgeber
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

Redaktion
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag
Fachverlag NW in der
Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48
www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9323
ISBN 978-3-95606-312-1

Bergisch Gladbach, Mai 2017

Kurzfassung – Abstract

RIVA – Risikoanalyse wichtiger Verkehrsachsen des Bundesfernstraßennetzes im Kontext des Klimawandels

Das Projekt „RIVA“ ist das Herzstück im AdSVIS-Forschungsprogramm.

Im Zentrum von RIVA steht die Bewertung von Risiken des Klimawandels für das Bundesfernstraßennetz. Ein Risiko wird dabei als Funktion von Ursache und Wirkung verstanden. Das aus dem Klimawandel erwachsene Risiko für die Straßenverkehrsinfrastruktur wird durch ein hierarchisches Indikatorenmodell beschrieben und besteht aus vier Dimensionen: Klima, Vulnerabilität, Technische Wirkung und Kritikalität. Die entwickelte Methodik ermöglicht eine netzweite Risikoanalyse/-bewertung basierend auf regionalisierten Klimadaten und standardisierten Daten der Straßenverkehrsinfrastruktur.

Komplexe Ursache-Wirkungs-Ketten (UWK) dienen der systematischen Erfassung typischer durch das Klima verursachter Schäden/Einschränkungen, aus welchen Schadensbildkategorien (SBK) abgeleitet werden. Die SBK ist die zentrale Bewertungseinheit der RIVA-Methodik und vereint typische durch ein bestimmtes Klimaereignis induzierte Schadensbilder eines Risikoelementes. Es wurden insgesamt 35 SBK (u. a. für Brücken, Tunnel, Fahrbahnen, Entwässerung, Verkehrsteilnehmer) bestimmt.

Das für die beispielhafte Betrachtung entwickelte Pilotwerkzeug verwendet regionalisierte Klimaprojektionen für vier Betrachtungszeiträume. Die Bewertung erfolgt nach Streckenabschnitten. Damit lassen sich Risiken im Netz abschnittsgenau verorten, den wichtigsten Elementen der Straßeninfrastruktur zu- und nach ihrem grundsätzlichen Charakter einordnen.

Die RIVA-Methodik ermöglicht eine Klassifizierung von Klimarisiken. Es lassen sich besonders gefährdete Streckenabschnitte im Netz identifizieren und erforderliche Maßnahmen priorisieren. RIVA leistet einen wichtigen Beitrag zur Diskussion von Anpassungsstrategien für die Straßenverkehrsinfrastruktur an den Klimawandel und ermöglicht eine effektive Entscheidungsfindung, um künftige Auswirkungen des Klimawandels auf die Infrastruktur zu vermeiden oder zumindest zu verringern.

RIVA – Risk analysis of key transit axes of the federal main road network in the context of climate change

The project “RIVA” is central for the research programme “AdSVIS”. The central focus is the assessment of risks of climate change for the federal main road network with risk is being understood as a function of cause and effect.

The risk potential for the road infrastructure resulting from climate change is described by a hierarchical indicator model that comprises four dimensions: events of climate, vulnerability of risk elements, characteristics of effects and criticality. The developed methodology for a network-wide application enables risk analysis and risk assessment by the use of climate date and standardized collected data of road infrastructure.

Complex cause-effect-chains are be generated in order to define typical manifestations of damages caused by climate events with regards to the respective risk element (e.g. bridges). These cause-effect-chains were the basis for the development of damage categories, the main unit of assessment. During the risk analysis 35 damage categories (e.g. for bridges, tunnel, road surfaces, or users) were identified.

The RIVA pilot tool was developed and executed exemplarily for regionalised climate projections for four analysis periods. The assessment is based on route sections. Thus, risks can be located by sections, assigned to the main risk elements and classified according to its basic character.

Using the RIVA-methodology enables a classification of climate risks. Furthermore particularly vulnerable route sections in the road network can be identified, and the necessary measures prioritized. RIVA makes an important contribution to the discussion of risk mitigation strategies and enables effective decision making in order to prevent or at least reduce negative impacts of climate change on road infrastructure in the future.

Summary

RIVA – Risk analysis of key transit axes of the federal main road network in the context of climate change

Problem and approach

Climate change, caused by human activities is predicted to intensify in the coming decades. Therefore, the road infrastructure and traffic face considerable challenges. The experience indicates that damage caused by extreme weather events and changing climatic conditions, not only generate significant repair costs, but also high costs to society which are due to traffic. Therefore it is necessary to develop adaptation strategies for road infrastructure to climate change in order to minimize possible damages or consequences.

As part of the research program “Adaptation of the road infrastructure to climate change (AdSVIS)”, the current project “RIVA – Risk analysis of key transport corridors of the German motorway network in the context of climate change” is the central item.

It focuses on the identification, the analysis and the assessment of risks for the major axis of the German motorway network inside the Trans-European Network (TEN) with regard to climate events and their changes due to climate change.

RIVA is thematically linked to the ERA-NET ROAD project RIMAROCC*, which has already drawn up a concept for a consideration of risks from climate change on road infrastructure. However, RIMAROCC did not develop a methodology, which is necessary for a systematic analysis and evaluation of road networks like the German motorway networks.

The development of an appropriate methodology for such a complex road network e.g. the German motorway network with a length of 12,000 km of road,was a central concern of the RIVA project, as well as the development of a pilot user model, which can also be the basis for a user solution in future. For exemplary use, the pilot model was tested on ten percent of the road network.

The risk potential in the RIVA-project was analysed as a function of cause (potential of hazards) and effect (potential of impacts). The risk potential component, relating to climate change and road infrastructure, was characterized as a hierarchically-structured indicator-model.

The understanding of the cause-effect relationships of the risks is essential for developing an appropriate and systematic RIVA methodology for risk assessment. Therefore, complex cause-effect chains (CEC) were used for the systematic description of typically damage/restrictions caused by the climate. For each climate event the CEC indicates possible associated symptoms and possible consequences for the road infrastructure and their immediate environment for road users (people and vehicles), for the flow of traffic, and other aspects in order to identify dependencies and consequences. Damages to the road infrastructure often cause accidents or damages to the vehicles indirectly, which leads to traffic interruptions. In conclusion all the substrings lead to economic consequences paid by the society.

These cause-effect-chains formed the basis for the categorisation of the risk elements and typical damages and restrictions induced by climate changes (see table 1). At the end, so called damage(s)-patterns categories (DPC) were developed. The damage pattern category is the main unit of measurement of RIVA methodology.

Based on the description of the theoretical concept the relevant indicators were systemised in order to build up the basic structure for the hierarchically-structured indicator-model. This systematisation occurred on the allocation of indicators to spheres and the breakdown by content dimensions (see figure 1). For these dimensions the relevant indicators are determined and described by its name, the weighting to other indicators and the respective expression category. The determination of the indicators was carried out in an iterative process through interdisciplinary expert workshops.

The RIVA-methodology for risk assessment should be the basis for future network-wide assessment, e.g. for the authorities of the federal states. For that reason it is important to access to automatically analysable information and documentation. The databases of the federal government, the federal

* BLES, T. et al., 2010, Risk Management for Roads in a Changing Climate – A Guidebook to the RIMAROCC Method, ERA-NET ROAD.

states authorities or of the Federal Highway Research Institute were the focus, because this capture the essential information about routes (e.g. IT-ZEB-server) or civil engineering structures (SIB Buildings). If such indicators could not be analysed automatically (e.g. indicators of the location of the sections (trough or embankment)), it was necessary to self-determine these. On these grounds a network-wide assessment and full consideration of all indicators is only possible if the necessary data resources can be provided. Therefore the determined set of indicators can not to be taken as final. In fact it is a starter set, which can be adapted and updated on the basis of improved data bases and in particular further findings from research and practice.

Results

Following the theoretical concept of the RIVA-methodology all indicators are associated either the sphere of causes or the sphere of effects. Within these spheres, the indicators are broken down by dimensions of content (characteristics of the infrastructure and the climate). The dimensions “events of climate” and “vulnerability of risk elements” were dedicated to the sphere of cause/ hazard. The dimensions “characteristics of effects” and “criticality” were classified into the sphere of effect/impact (see figure 1).

The dimension events of climate only takes effect as a cause, and includes all climate indicators within the methodology.

Potential risks may only be realised if an infrastructure is vulnerable for a particular climate-related risk. The dimension vulnerability includes all indicators for the vulnerability of the infrastructure (traffic-load, position/track alignment and structural or constructional attributes).

The Dimension characteristics of effects includes all indicators of infrastructure attributes which determine the basic technical way of effects. These include costs of the refurbishment, maintenance and operation as well as the costs of accident and the extent of traffic interruptions.

The dimension criticality includes all indicators of the importance of the road sections for the traffic

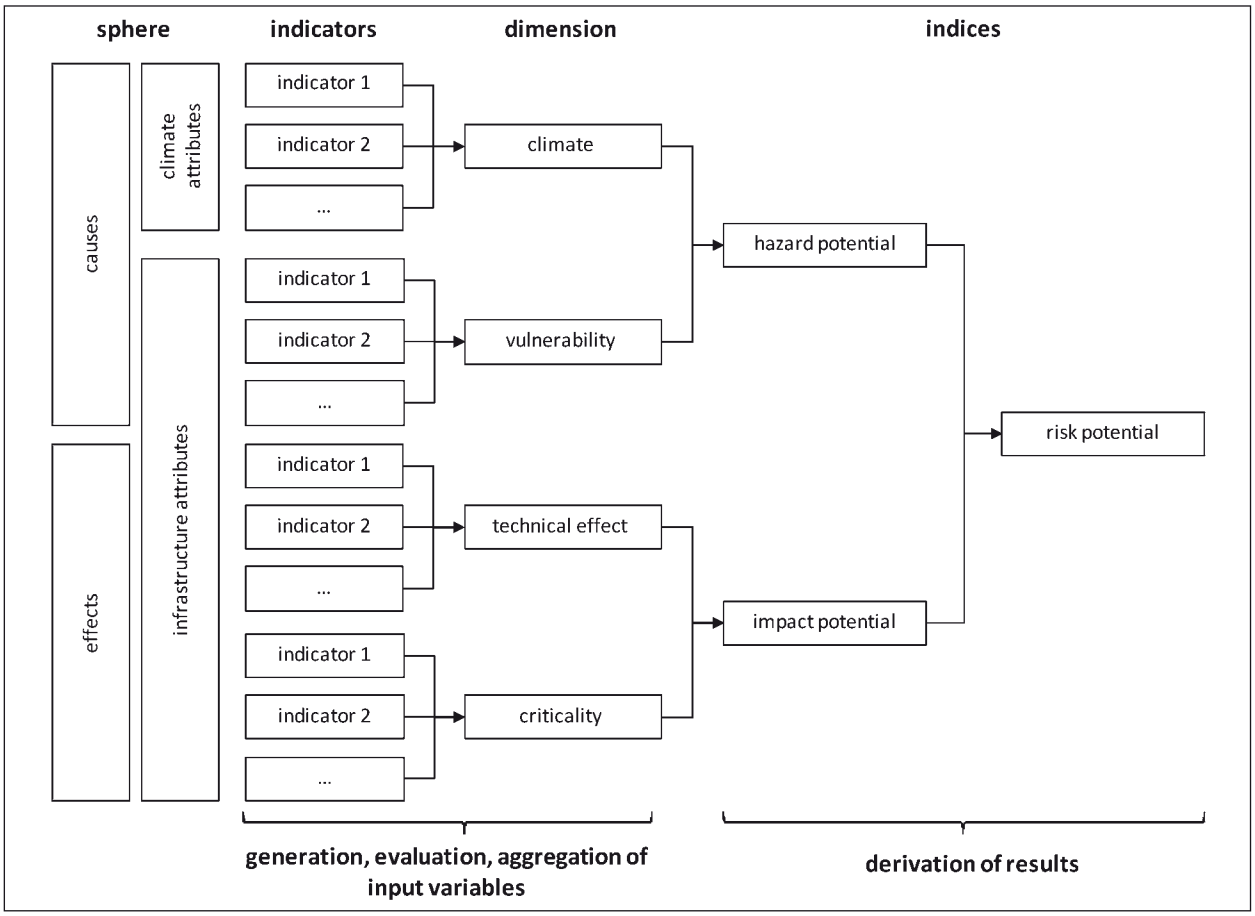


Fig. 1: Overview of the hierarchically-structured indicator-model

which affects the economic scale of the traffic impacts.

In the hierarchically-structured indicator-models, the information of individual indicators is systematically placed in relation to each other according to mathematic links, so that thematic relationships are mapped and information is combined. This aggre-gation (combination) of individual indicators is the basis for the derivation of indices as composite indicators (see figure 1). These are determined for each section of the road network and for each damage pattern category. Consequently, the determination of the indices uses specific attributes of each single road section and of each damage pattern category. These include parameters of the climate characteristics and the vulnerability of the infrastructure and DPC-specific characteristics of the effects.

The RIVA project developed a methodological approach for the consideration of risks for the network of the federal trunk roads (network level). Therefore, the network was divided in sections (section between two network nodes) as observation scale.

During the risk analysis a catalogue of 32 technical damage pattern categories and three referring to road users were identified (see table1). In order to assess the four dimensions, indicators were assigned to the individual DPC.

DPC-nr.	risk element	description of the damage pattern categories
01a	bridges	heat-related damages and restrictions at bridges
01b	bridges	frost-related damages and restrictions at bridges
01c	bridges	damages and restrictions at bridges caused by freeze-thaw-cycles
01d	bridges	damages and restrictions at bridges caused by high water
01e	bridges	damages and restrictions at bridges caused by storm
02a	culverts	damages and restrictions at culverts high water
03a	tunnel	rainfall-related damages and restrictions at tunnels
03b	tunnel	heat-related damages and restrictions at tunnels (entrance)
03c	tunnel	frost-related damages and restrictions at tunnels (entrance)
03d	trough structure	rainfall-related damages and restrictions at trough structure
03e	trough structure	heat-related damages and restrictions at trough structure
03f	trough structure	frost-related damages and restrictions at trough structure
04a	retaining structures, slope reinforcement	heat-related damages and restrictions at retaining structures, slope reinforcement
04b	retaining structures, slope reinforcement	frost-related damages and restrictions at retaining structures, slope reinforcement
04c	retaining structures, slope reinforcement	rainfall-related damages and restrictions at retaining structures, slope reinforcement
05a	slopes	damages and restrictions caused by landslide events
06a	asphalt road surface	heat-related damages and restrictions on the asphalt road surface
06b	asphalt road surface	frost-related damages and restrictions on the asphalt road surface
06c	asphalt road surface	restrictions on asphalt road surfaces caused by high water
06d	asphalt road surface	restrictions on asphalt road surfaces caused by insufficient water runoff (aquaplaning)
06e	asphalt road surface	restrictions on asphalt road surfaces caused by clear ice
07a	concrete road surface	heat-related damages and restrictions on the concrete road surface
07b	concrete road surface	frost-related damages and restrictions on the concrete road surface
07c	concrete road surface	restrictions on concrete road surfaces caused by high water
07d	concrete road surface	restrictions on concrete road surfaces caused by insufficient water runoff (aquaplaning)
07e	concrete road surface	restrictions concrete road surfaces caused by clear ice
08a	road equipment.	damages and restrictions at road equipment caused by storm
09a	drainage	damages and restrictions caused by failure to operate of the drainage through intense rainfall (aquaplaning)
09b	drainage	damages and restrictions caused by failure to operate of the drainage through snowfall (aquaplaning)
10a	rainwater basin	damages and restrictions caused by failure to operate of the rainwater basin through intense rainfall
10b	rainwater basin	damages and restrictions caused by failure to operate of the rainwater basin at dry periods
10c	rainwater basin	damages and restrictions caused by failure to operate of the rainwater basin at snow and freeze events
11a	road user	liability of the road users caused by head
11b	road user	visual obstructions of road users caused by intense rainfall
11c	road user	hazard of the road users caused by storm

Tab. 1: Overview of damage pattern categories

For the risk assessment, the indicators of the four dimensions are aggregated gradually. This information compression follows the basic structure of the the hierarchically-structured RIVA indicator-model (see figure 1). The central result variables are:

- hazard potential,
- impact potential,
- risk potential.

With the gradual aggregation of indicator values for the assessment of a damage pattern category at a road section, intermediate values are generated. These include:

- combination value of climate,
- value of vulnerability,
- values of five modes of impact.

The combination value of climate summarises all information of the dimension climate for a damage pattern category in the considered road section. It is used for the derivation of the hazard potential. The combination value of climate is determined through the aggregation of the individual assessments of climate indicators for the period under consideration (1971-2000, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) and can assume a value range of 1 to 4 (see figure 2).

The combination value of vulnerability summarises all information of the dimension vulnerability for a damage pattern category in the considered road section. The combination value of vulnerability is determined through the aggregation of the individual assessment of the vulnerability indicators and can have a assume range of values of 1 to 4 (see figure 3). It is used for the derivation of the hazard potential.

climate indicator	value (2041-2070)	expression category						weighting		combination value (2041-2070)
		low	medium	high	very high	value				
K-01.1 - number of hot days per year	15.58	X < 10	10 ≤ X < 20	20 ≤ X < 30	30 ≤ X	medium=2		25%		0.50
K-01.2 - number of summer days per year	49.07	X < 35	35 ≤ X < 50	50 ≤ X < 65	65 ≤ X	medium=2		20%		0.40
K-01.3 - number of heat waves per year	0.70	X < 1	1 ≤ X < 2	2 ≤ X < 3	3 ≤ X	low=1	X	30%	=	0.30
K-01.4 - number of tropical nights per year	5.02	X < 1	1 ≤ X < 3	3 ≤ X < 5	5 ≤ X	very high=4		5%		0.20
K-01.5 - maximum temperature of the period	39.87	X < 33	33 ≤ X < 37	37 ≤ X < 41	41 ≤ X	high=3		20%		0.60
								100%		2.00

Fig. 2: Example – assessment and aggregation combination value of climate (DPC 06a: heat-related damages and restrictions on the asphalt road surface)

vulnerability indicator	weighting (planned)	expression category				percentage in section					weighting (result)		combination value
		low	medium	high	very high	1	2	3	4				
traffic volume DTV-SV	25%	X < 4000	4000 ≤ X < 9000	9000 ≤ X < 12000	12000 ≤ X	100%	0%	0%	0%		28%		0.278
location / orientation	10%	mountains and nothern slope	mountains and eastern slope	mountains and western slope	lowland or mountains and southern slope						0%		0.000
longitudinal inclination	20%	X < 2%	2% ≤ X < 5%	5% ≤ X < 7%	7% ≤ X	81%	19%	0%	0%	X	22%	=	0.264
cracks	5%	X < 2	2 ≤ X < 3	3 ≤ X < 4	4 ≤ X	57%	21%	14%	8%		6%		0.095
top layer material	15%		PA (OPA), MA (GA)	SMA, AC (AB)		0%	100%	0%	0%		17%		0.333
depth of ruds	10%	X < 4	4 ≤ X < 7	7 ≤ X < 10	10 ≤ X	89%	11%	0%	0%		11%		0.123
thickness of asphalt layer	15%	X ≥ 30	30 > X ≥25	25 > X ≥22	X < 22	0%	0%	0%	100%		17%		0.667
	100%										100%		1.760

Fig. 3: Example – assessment and aggregation combination value of vulnerability (DPC 06a: heat-related damages and restrictions on the asphalt road surface)

For the derivation of the technical impact potential the values of the five modes of impact for each damage pattern category of the considered road section are aggregated considering the specified weighting:

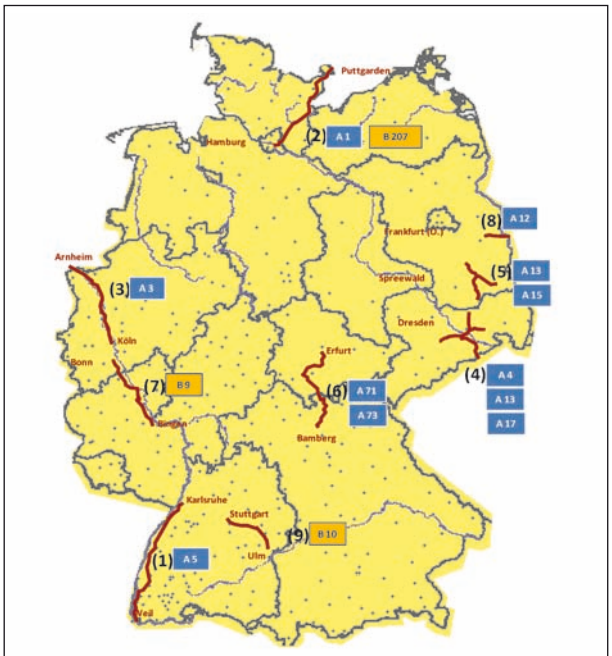
- costs of refurbishment (20%),
- maintenance costs (30%),
- operating costs (5%),
- costs of accident (10%),
- traffic interruptions (35%).

In addition, a separate consideration of operating and user costs is possible. To derive the impact potential of operators costs, the costs of refurbishment, the costs of maintenance, and the operating costs are aggregated. The derivation of the impact potential for the road users occurs in the merging of the costs of accident and the traffic interruptions.

The risk potential is determined by merging the hazard potential and the impact potential. It will be estimated for the considered road section and the selected damage pattern categories (combination of DPC). The risk potential is the final result variable of the RIVA-assessment methodology.

An excel-based pilot user model was developed to test the RIVA-methodology. For this purpose, the research donor appointed test routes.

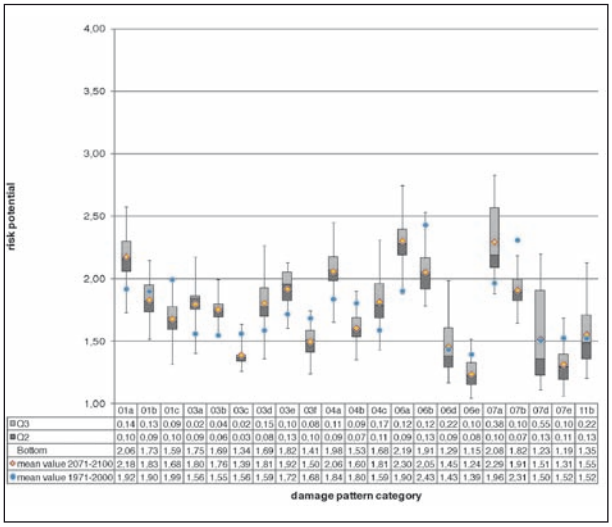
For the exemplary use of the RIVA methodology based on the pilot user model, nine test routes of different construction methods, age, traffic volume and climate region were selected. The RIVA methodology was tested on 271 road sections analysing the available data bases systematically generating evaluation results automatically. In addition to the databases of the road infrastructure, climate projection data was created. The period 1971 to 2000 was used for the present age (observed value). The future climate projections are examined on the basis of non-overlapping 30-year periods, the last of which is at the end of the 21st century, 2011-2040, 2041-2070 and 2071-2100. For this purpose static as well as dynamic regionalisation methods were used in an ensemble. The used methods are the ESDs (Empirical Statistical Downscaling) WETTREG and STARS and two RCMs (Regional Climate Model) of the Max Planck Institute for Meteorology (REMO) and the COSMO (Consortium for Small-Scale Modelling) powered climate projection version of the local model (LM) of the German Weather Service (CCLM). By providing minimum, average and maximum values of the climate projection values of the considered models, bandwidths of climate projections can be incorporated in the risk assessment as an expression of the projection uncertainties. For a rough classification of the climate region in Germany, the natural spaces can be used. Most of the test routes are in each case located in one climatic region. That means the climate in a region is sufficiently homogeneous. Exceptions are the regions 6 (Thuringian Forest) and 9 (Swabian Alb) with a minor homogeneity, so that these two test routes were assigned to two climate regions (see figure 4).



nr.	test routes	sections	climate region
1	A5 Karlsruhe - Basel	A5: 46 AD Karlsruhe - A5: 70 BGR Weil am Rhein	1
2	A1/B207 Hamburg - Puttgarden	B207: 1 AS ferry port Puttgarden - A1: 36 AD Hamburg South	2
3	A3 Cologne - Arnheim	A3: 1 BG Elten-motorway - A3: 28 AD Cologne-Heumar	3
4	A4/A13/A17 Dresden with 60 km radius	A4: 74 AS Berbersdorf - A4: 86 AS Ohorn;	4
		A13: 18 AS Ortrand - A13: 23 AD Dresden -Nord;	
		A17: 1 AD Dresden-West - A17: BGR D/CZ border crossing	
5	A13/A15 AD Spreewald mit 60 km radius	A13: 6 AS Staakow - A13: 15 AS Klettwitz;	5
		A15: 1 AD Spreewald - A15: 4 AS Cottbus-West	
6	A71/A73 Erfurt -Bamberg	A71: 12 AK Erfurt - A71: 20 AD Suhl;	6 (61 northern and 62 southern of the Rennsteig)
		A73: 1 AD Suhl - A73: 21 AK Bamberg	
7	B9 Bonn - Wiesbaden	B9: Bonn Potsdamer Platz - B9/A60: 13 AS Bingen - Ost	7
8	A12 um Frankfurt (Oder)	A12: 5 AS Fürstenwalde-Ost - A12: 10 BGR Frankfurt (Oder)/Swiecke	8
9	B10 Stuttgart - Ulm	B10: Stuttgart, Kreuzung B10/B14 - B10: Ulm, Kreuzung B10/B19/B28	9 (91 lowland and 92 Swabian Alb)

Fig. 4: Test routes and climate regions

The pilot user model fulfils not only the task of examination of the test routes. Rather more, it also illustrates how a systematic risk assessment of roads on the network level can be carried out in principle with the use of network-wide collected data.



	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	05a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
Q3	0.14	0.13	0.09	0.02	0.04	0.02	0.15	0.10	0.08	0.11	0.09	0.17	0.12	0.12	0.22	0.10	0.38	0.10	0.55	0.10	0.22
Q2	0.10	0.09	0.10	0.09	0.06	0.03	0.08	0.13	0.10	0.09	0.07	0.11	0.09	0.13	0.09	0.08	0.10	0.07	0.13	0.11	0.13
Bottom	2.06	1.73	1.59	1.75	1.69	1.34	1.69	1.82	1.41	1.98	1.53	1.68	2.19	1.91	1.29	1.15	2.08	1.82	1.23	1.19	1.35
mean value 2071-2100	2.18	1.83	1.68	1.80	1.76	1.39	1.81	1.92	1.50	2.06	1.60	1.81	2.30	2.05	1.45	1.24	2.29	1.91	1.51	1.31	1.55
mean value 1971-2000	1.92	1.90	1.99	1.56	1.55	1.56	1.59	1.72	1.68	1.84	1.80	1.59	1.90	2.43	1.43	1.39	1.96	2.31	1.50	1.52	1.52

Fig. 5: Overview distribution of the risk potential of the test routes to damage pattern categories (comparison 1971-2000 and 2071-2100)

Therefore the pilot user model indicates, which functional and methodological requirements should meet (at least) a future network-wide user solution.

The pilot user model consists of five modules; four basic modules (climate, vulnerability, technical impact, criticality) and one core module. In the basic modules technical data and climate projection data are processed and partially aggregated to indicator values, which are input variables for the risk assessment in the core module. The core module determines values for the three key results variables hazard, impact and risk potential. Figure 6 shows an exemplary graphical rendition, and how the resulting values could be displayed in a future user solution.

The results of the test roads show the impact of heat-related risks on road infrastructure in the future. The potential for heat-related damages will be increasing between the analysis-periods of 1971-2000 and 2071-2100. For the roadways there was a greater increase of the risk-potential than for bridges (see figure 5). The results also show that

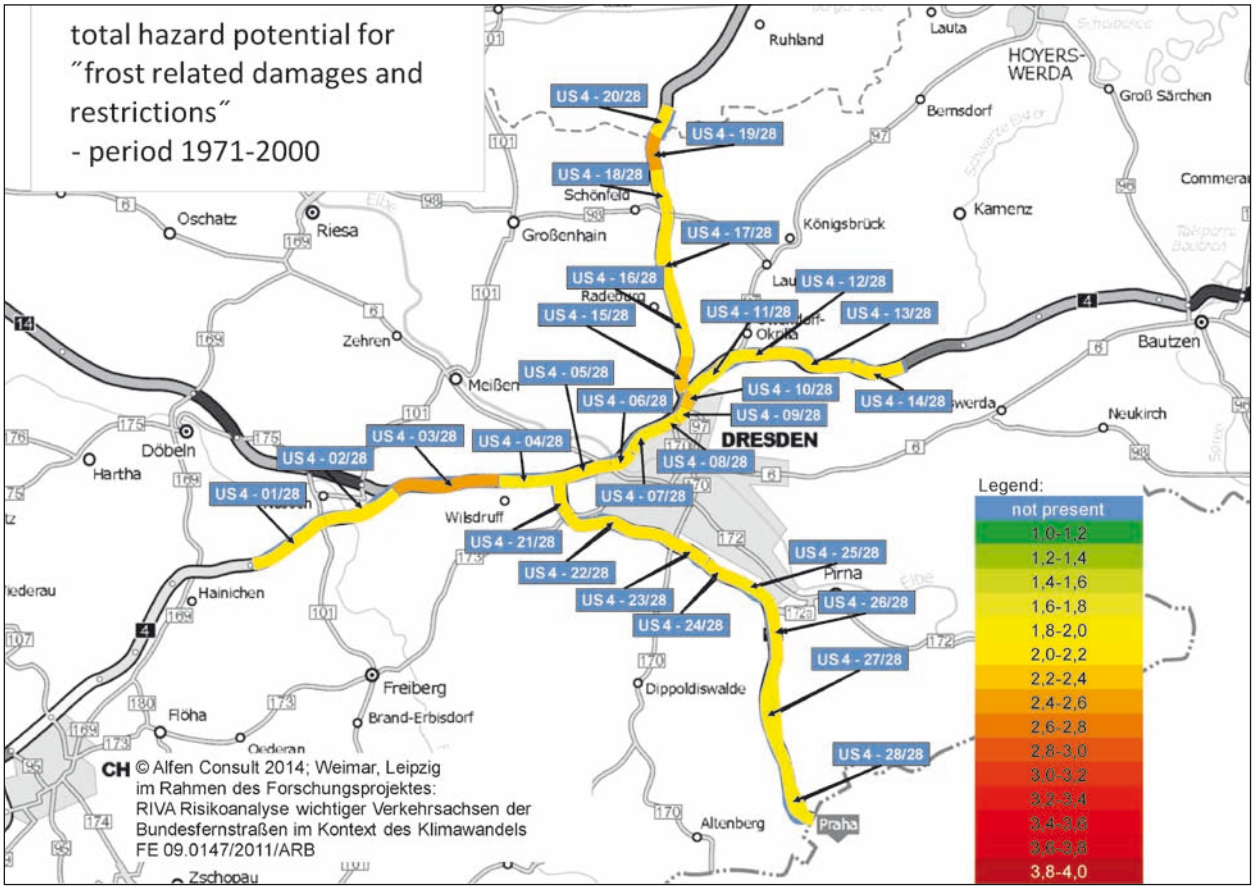


Fig. 6: Graphic rendition – total hazard potential frost related damages and restrictions – period 1971-2000

one of the important factors for defining the vulnerability of the observed risk-potential is its constructional condition.

The RIVA project in total is an important contribution to the discussion of adaptation needs and possible/ necessary measures in connection with the risks of climate change for the road infrastructure. Based on regional climate projections, infrastructure and traffic data, the RIVA-project analyses the cause-effect chains and systemises these in the form of damage pattern categories. It provides both the methodology as well as a pilot user model for the structured risk assessment of a road network (the network of federal trunk roads). Thus it allows the risk assessment not only from the overall perspective, but also in terms of their spatial, qualitative and quantitative, and in particular its economic importance. Therefore, the RIVA project supports the process of sensitisation of those responsible and decision makers, provides essential foundations for further investigation and decision-making processes, and displays important research needs.

Inhalt

Abkürzungen 13

1 Einleitung 15

1.1 Hintergrund und Zielsetzung des Forschungsprojektes 15

1.2 Vorgehensweise und Aufbau des Berichts 16

2 Methodische Grundlagen des Forschungsprojektes 17

2.1 Terminologie der Klimabegriffe 17

2.1.1 Wetter und Klima 17

2.1.2 Wetter- und Extremereignis 17

2.1.3 Klimasignal, Klimaereignis und Klimawirkung 18

2.1.4 Klimaprojektion, Klimaprognose, Bandbreite 18

2.2 Terminologie zentraler Risikobegriffe 19

2.2.1 Termini der Risikokomponente Ursache 19

2.2.2 Termini der Risikokomponente Wirkung 20

2.2.3 Termini Risiko und Risikopotenzial 20

2.3 Der Risikomanagementprozess als Gegenstand des RIVA-Projektes 20

2.4 Ausgangspunkt RIMAROCC-Projekt . . . 21

3 Identifikation und Analyse der zu betrachtenden Risiken 22

3.1 Angewendete Methoden und Teilschritte 22

3.2 Identifikation der Ursachen 23

3.2.1 Vulnerable Elemente der Straße (Risikoelemente) 23

3.2.2 Klimaereignisse als Gefahren 24

3.2.3 Matrix der Risikoelemente und Klimaereignisse 24

3.3 Identifikation der Wirkungen 25

3.4 Erarbeitung und Analyse von Ursache-Wirkungsketten 26

4 Risikobewertung – Grundkonzept der Bewertungsmethodik 28

4.1 Systematik des entwickelten Indikatorenmodells 28

4.1.1 Sphären 28

4.1.2 Dimensionen 28

4.1.3 Ergebnisgrößen als Indizes 29

4.1.4 Grundstruktur des Indikatorenmodells 30

4.2 Betrachtungsmaßstab und Betrachtungseinheit der Methodik 30

4.2.1 Räumliche Ebene und RIVA-Betrachtungsmaßstab 30

4.2.2 RIVA-Betrachtungseinheit 31

4.3 Herleitung der Indikatoren 33

4.3.1 Indikatoren der Dimension Vulnerabilität 34

4.3.2 Indikatoren der Dimension Klima 35

4.3.3 Indikatoren der Dimension Technische Wirkungsweise und der Dimension Kritikalität 35

4.4 Bewertung und Aggregation der SBK-spezifischen Indikatoren 38

4.4.1 Zwischenwerte in den Dimensionen . . . 39

4.4.2 Ergebnisgröße Gefährdungspotenzial 42

4.4.3 Ergebnisgröße Wirkungspotenzial 42

4.4.4 Ergebnisgröße Risikopotenzial 45

5 Schadensbildkategoriespezifische Indikatoren 45

5.1 Datengrundlagen zu den Merkmalen des Klimas 45

5.1.1 Modellierung des Klimas – Grundlagen und Antriebsgrößen 45

5.1.2 Projektionen eines zukünftigen Klima-Szenarios 45

5.1.3 Bandbreiten von Klimaprojektionen – der Ensemblebegriff 46

5.1.4 Betrachtungszeiträume und Klimareferenzperioden 46

5.1.5 Relevanz von Klimaänderungen 47

5.1.6 Regionalisierung 47
5.1.7 Ensembles von Modellen 49
5.1.8 Klimaereignisse und Klima-indikatoren 49
5.2 Datengrundlagen zu den Merkmalen der Infrastruktur 52
5.2.1 Zur Verfügung stehende Daten 52
5.2.2 Umgang mit Datenlücken 53
5.3 Auswahl und Beschreibung der Indikatoren für die einzelnen Schadensbildkategorien 55
5.3.1 SBK der Brücken 55
5.3.2 SBK der Durchlässe 63
5.3.3 SBK der Tunnel und Tröge 63
5.3.4 SBK der Stützbauwerke sowie Hang- und Felssicherungen 70
5.3.5 SBK der Böschungen 72
5.3.6 SBK der Asphaltfahrbahn 72
5.3.7 SBK der Betonfahrbahn. 80
5.3.8 SBK der Ausstattung 85
5.3.9 SBK der Entwässerung 85
5.3.10 SBK der Verkehrsteilnehmer 90

6 Umsetzung der RIVA-Methodik in ein Pilotwerkzeug 93
6.1 Grundmodule 93
6.1.1 Klima 93
6.1.2 Vulnerabilität 94
6.1.3 Technische Wirkungen 95
6.1.4 Kritikalität 95
6.2 Kernmodul 95
6.2.1 Berechnung und Aggregation der Zwischenwerte 96
6.2.2 Berechnung und Aggregation der Ergebnisgrößen 97

7 Beispielhafte Anwendung der RIVA-Methodik 99
7.1 Beschreibung der Untersuchungs-strecken und ihrer Klimaregionen 99
7.1.1 Bildung der Klimaregionen 99
7.1.2 Untersuchungsstrecke 1 – A 5 Karlsruhe bis Basel (Region 1). 100
7.1.3 Untersuchungsstrecke 2 – A 1 Hamburg bis Puttgarden (Region 2). 100
7.1.4 Untersuchungsstrecke 3 – A 3 Köln bis Arnheim (Region 3). 101
7.1.5 Untersuchungsstrecke 4 – A 4/ A 13/A 17 Dresden mit 60 km Umkreis (Region 4). 101
7.1.6 Untersuchungsstrecke 5 – A 13/A 15 AD Spreewald mit 60 km Umkreis (Region 5) 102
7.1.7 Untersuchungsstrecke 6 – A 71/A 73 Erfurt bis Bamberg (Region 6). 103
7.1.8 Untersuchungsstrecke 7 – B 9 Bonn bis Wiesbaden (Region 7) 103
7.1.9 Untersuchungsstrecke 8 – A 12 um Frankfurt (Oder) (Region 8) 104
7.1.10 Untersuchungsstrecke 9 – B 10 Stuttgart bis Ulm (Region 9). 104
7.2 Anwendung am Beispiel der Untersuchungsstrecke 4 – A 4/ A 13/A 17 Dresden mit 60 km Umkreis. 105
7.2.1 Gefährdungspotenziale 105
7.2.2 Wirkungspotenziale 111
7.2.3 Risikopotenziale 112
7.2.4 Diskussion der Ergebnisse 113
7.3 Ergebnisse aller Untersuchungs-strecken 115
7.4 Beurteilung der Ergebnisse 118

8 Ausblick – Beitrag der Ergebnisse zur Diskussion von Anpassungs-bedarf und Maßnahmen 123

9 Zusammenfassung 125

10 Literatur 127

Anlagen

Die Anlagen zum Bericht sind im elektronischen BASt-Archiv ELBA unter:

http://bast.opus.hbz-nrw.de abrufbar.

Abkürzungen

AdSVIS	Forschungsprogramm – Adaptation der Straßenverkehrsinfrastruktur an den Klimawandel
AV	Auftragsverwaltung
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
DTV-SV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des Schwerlastverkehrs
ESD	Empirical Statistical Downscaling
GCM	General Circulation Model
GP	Gefährdungspotenzial
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IT-ZEB-Server	Online ZEB-Auskunftssystem
RAA	Richtlinie für die Anlage von Autobahnen
RAL	Richtlinie für die Anlage von Landstraßen
RCM	Regional Climate Model
RI-EBW-PRÜF	Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076
RIMAROCC	Risk management for roads in a changing climate
RI-WI-BRÜ	Richtlinie zur Durchführung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Rahmen von Instandsetzungs-/ Erneuerungsmaßnahmen bei Straßenbrücken
RP	Risikopotenzial
RStO	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen
SBK	Schadensbildkategorie
SIB-Bauwerke	Straßeninformationsdatenbank Bauwerke
SV	Schwerlastverkehr (> 12 tzGG)
TBW	Teilbauwerke
TEN	Transeuropäische Netze
TN	Minimum der in 2 m Höhe gemessenen Lufttemperatur
TX	Maximum der in 2 m Höhe gemessenen Lufttemperatur
WP	Wirkungspotenzial
ZAM	Auswertungsplattform der BASt Zustand-Aufbau-Maßnahmen
zGG	zulässiges Gesamtgewicht
ZTV ZEB-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Zustandserfassung und -bewertung von Straßen

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Zielsetzung des Forschungsprojektes

Das Klima in Form von langfristigen Änderungen in der Atmosphäre sowie das daraus folgende lokale Wetter sind essentielle Einflussgrößen für Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit von Infrastruktur. Insbesondere Verkehrswege sind potenziell durch ungünstige Einwirkungen von Klima und Wetter gefährdet.

Der durch den Menschen verursachte Klimawandel wird sich in den nächsten Jahrzehnten verstärken (IPCC, 2007; IPCC, 2013) Aus dieser Erkenntnis heraus ergeben sich zwei Forschungsschwerpunkte. Zum einen widmet sich die Forschung den Möglichkeiten, den Klimawandel zu verlangsamen oder gar aufzuhalten. Zum anderen werden Strategien zur Anpassung an den Klimawandel entwickelt.

Da die Auswirkungen des Klimawandels je nach Region unterschiedlich ausfallen, werden die meisten Anpassungsmaßnahmen auf nationaler, regionaler oder lokaler Ebene erarbeitet. Die Europäische Union (EU) hat erkannt, dass sich solche Aktivitäten durch einen integrierten und koordinierten Ansatz auf EU-Ebene flankieren und verstärken lassen.[1]

Deutschland hat wie viele andere europäische Länder eine eigene Anpassungsstrategie an den Klimawandel entwickelt. Mit der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) wurde ein Rahmen geschaffen, indem für 15 Handlungsfelder und ausgewählte Regionen mögliche Klimafolgen konkretisiert, Handlungsoptionen skizziert, der internationale Kontext und der deutsche Beitrag zur Anpassung in anderen Teilen der Welt umrissen sowie die nächsten Schritte zur Weiterentwicklung der Strategie beschrieben wurden.

Die DAS als Beitrag des Bundes legt den Grundstein für einen mittelfristigen Prozess, in welchem die Risiken mit den Ländern und den gesellschaftlichen Gruppen schrittweise identifiziert, möglicher Handlungsbedarf benannt, entsprechende Ziele definiert sowie mögliche Anpassungsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt werden. Daraus wurde der Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel entwickelt und vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen.

Für den Bereich Straßeninfrastruktur widmet sich die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) mit ihrem Forschungsprogramm „Adaptation der Straßenverkehrsinfrastruktur an den Klimawandel“ (kurz AdSVIS) verschiedenen Fragestellungen für die Erarbeitung geeigneter Konzepte, Methoden und Technologien zur Anpassung an den Klimawandel. Das Programm umfasst derzeit 15 Teilprojekte. Sein Forschungsschwerpunkt bettet sich ein in eine Reihe weiterer Forschungsaktivitäten zur Anpassung an den Klimawandel. Für AdSVIS sind drei Forschungsdimensionen relevant: die Klimaforschung, die Anpassungsforschung und die regionale Perspektive. Die verschiedenen Dimensionen sind teilweise miteinander verbunden und Erkenntnisse aus einen Forschungsfeld sind in die anderen einzubinden.

Das Projekt „Risikoanalyse wichtiger Verkehrsachsen des Bundesfernstraßennetzes im Kontext des Klimawandels“ (RVa) bildet das zentrale Projekt des AdSVIS- Forschungsprogramms. Der Kurztitel RIVA wurde aus dem Projekt-Langtitel abgeleitet.

Im Fokus von RIVA standen Identifikation, Analyse und Bewertung von Risiken für das Straßennetz der deutschen Hauptachsen im Transeuropäischen Netz (TEN) in Hinblick auf Klimaereignisse und deren Veränderung durch den Klimawandel. In diesem Zusammenhang sollten 10 Prozent des Netzes beispielhaft betrachtet werden. Die vorgegebenen Strecken umfassten jedoch auch Abschnitte von Autobahnen und Bundesstraßen, die nicht Teil des TEN-Netzes sind, sodass eine größere Merkmalsvielfalt einbezogen werden konnte.

Kriterien der BASt für die Auswahl der Untersuchungsstrecken waren insbesondere:

- unterschiedliche regionale Verteilung, klimatische und geografische Bedingungen,
- Strecken mit hoher und niedriger Verkehrsbelastung bzw. Auslastung,
- Anbindung an Seehäfen und Nachbarländer,
- verschiedene Bauweisen,
- Unterschiede in Erhaltungszustand und Streckenalter.

[1] Siehe auch EU, 2009.

Das deutsche TEN-Straßennetz ist ein Teilnetz des deutschen Autobahnnetzes. Die Bearbeitung der RIVA-Fragestellungen erfolgte deshalb stets in Hinblick auf eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf das Autobahnnetz an sich.

RIVA knüpft thematisch an das ERA-NET ROAD Projekt RIMAROCC (BLES et al., 2010) an, in dessen Rahmen bereits konzeptionelle Grundlagen für eine Betrachtung von Risiken aus dem Klimawandel in Bezug auf Straßeninfrastruktur erarbeitet wurden. So übersetzte RIMAROCC die typischen Schritte eines Risikomanagementprozesses in den Kontext des Themenbereiches „Risiken aus dem Klimawandel für Straßen“ und erstellte Beispiele für Risikobetrachtungen. RIMAROCC erarbeitete aber noch nicht die eigentliche Methodik, die für eine systematische Betrachtung und Auswertung von großen Straßennetzen notwendig ist.

Die Entwicklung einer für ein derart komplexes Straßennetz – wie das deutsche Bundesautobahnnetz mit seinen 12.000 km Straßenlänge – geeigneten Methodik und eines Pilotwerkzeuges, die perspektivisch auch Basis für eine Anwenderlösung sein können, war deshalb zentrales Anliegen und wesentliche Herausforderung des RIVA-Projektes.

Fragestellungen, die in diesem Zusammenhang eine Rolle spielten, waren insbesondere:

- Welche regionalen Klimaänderungen/-ereignisse können zukünftig auftreten? In welcher Ausprägung treten diese auf?
- Welche Elemente der Straßeninfrastruktur sind von Klimaeinwirkungen (Klimaänderungen, -ereignissen) betroffen?
- Wie lässt sich die zukünftige Gefährdung der Infrastruktur und ihrer Elemente systematisch beurteilen? Welche Indikatoren können dafür herangezogen werden?
- Welche Wirkungen (Folgen) können entstehen, wenn sich Gefährdungen realisieren? Wie können diese systematisch in Hinblick auf ihre volkswirtschaftliche Bedeutung beurteilt werden?
- Inwieweit ist auf dieser groben Ebene (Netzwerkebene) und mit der aktuellen Datenlage eine indikative Betrachtung der potenziellen Risiken möglich?
- Welche Risiken bedürfen aufgrund ihrer Bedeutung einer Risikobehandlung?
- Wie können die Betrachtungsergebnisse zur Diskussion von Strategien zur Vermeidung und/oder Minderung von Risiken bzw. Risikofolgen beitragen?

Die Bearbeitung des RIVA-Projektes erfolgte von 2012 bis 2014 durch den Forschungsnehmer ALFEN Consult GmbH mit den Unterauftragnehmern Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH (CEC Potsdam GmbH, kurz CEC) sowie dem Ingenieurbüro Krebs & Kiefer.

CEC erzeugte projektspezifisch die Klimadaten und Klimaprojektionen für die Betrachtungszeiträume 1971-2000 (Beobachtungszeitraum), 2011-2040, 2041-2070 und 2071-2100 (Projektionszeiträume). Krebs & Kiefer unterstützte den Forschungsnehmer bei technischen Fragestellungen in Bezug auf die betrachteten Straßeninfrastrukturelemente.

1.2 Vorgehensweise und Aufbau des Berichts

Zur Entwicklung der RIVA-Bewertungsmethodik war zunächst die Herleitung der methodischen Grundlagen notwendig. Diese umfasste vor allem die Erarbeitung der wesentlichen Begriffsverständnisse im konkreten Projektkontext sowie die Auseinandersetzung mit bisherigen Untersuchungen und grundsätzlichen Methoden für Analyse, Identifikation und Bewertung von Risiken.

Anknüpfend an die Erarbeitung der methodischen Grundlagen erfolgten Identifikation und Analyse der im Rahmen des RIVA-Projektes zu betrachtenden Risiken. Im Zuge dieses Arbeitsschrittes wurde ein erster interdisziplinärer Expertenworkshop[2] durchgeführt.

Ausgehend von den Erkenntnissen der methodischen Annäherung und der Herausarbeitung der projektspezifischen Risiken wurde im Anschluss die RIVA-Methodik für die Risikobewertung entwickelt. Teilfragestellungen dazu wurden in einem zweiten interdisziplinären Expertenworkshop[3] diskutiert.

---

2 05.07.2012, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.

3 16.04.2013, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.

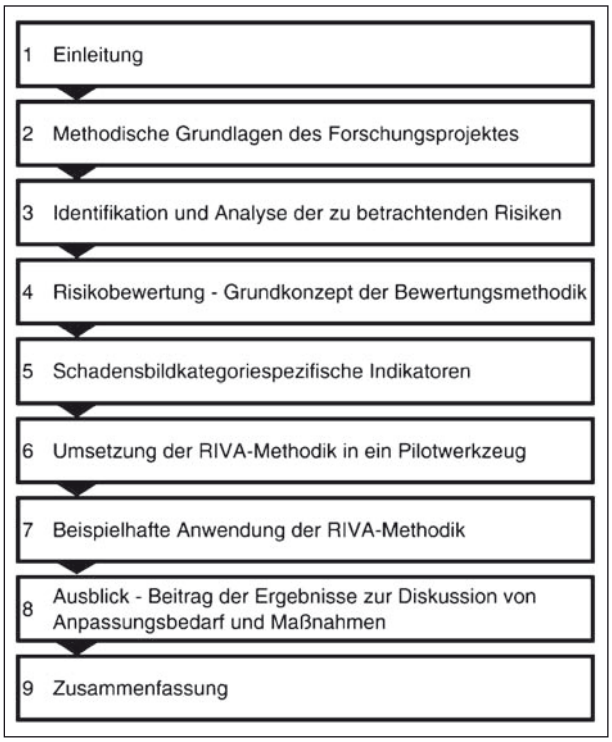


Bild 1: Aufbau des Berichtes

Auf Basis dieser Methodik galt es dann, ausgewählte Untersuchungsstrecken beispielhaft zu betrachten. Dafür wurden zum einen regionalisierte Klimaprojektionen für die Gegenwart und drei Projektionszeiträume[4] als Klima-Eingangsdaten für die Bereiche der Untersuchungsstrecken erstellt. Zum anderen wurde ein Pilotwerkzeug für die Generierung der nicht klimabezogenen Eingangsdaten sowie die eigentliche Bewertung der Untersuchungsstrecken entwickelt.

Anhand der Betrachtungsergebnisse konnte dann ausblickend aufgezeigt werden, inwieweit diese im Anschluss an das RIVA-Projekt Grundlage für Diskussion und Entscheidungsfindung in Bezug auf Handlungsalternativen zur Risikobewältigung sein können. Der Aufbau dieses Forschungsberichts folgt der beschriebenen Vorgehensweise (siehe Bild 1).

2 Methodische Grundlagen des Forschungsprojektes

2.1 Terminologie der Klimabegriffe

Das RIVA-Projekt betrachtet die Risiken für die Straßeninfrastruktur aufgrund zukünftiger Klimaveränderungen. In diesem Zusammenhang werden verschiedene klimabezoge Begriffe verwendet.

2.1.1 Wetter und Klima

Der Begriff Wetter ist der Oberbegriff für Atmosphärenprozesse auf der zeitlichen Skala von Stunden bis Tagen.

Unter dem Begriff Klima wird hingegen eine statistisch erhobene, für eine deutlich größere Zeitskala repräsentative Atmosphäreneigenschaft verstanden. Diese wird auch als „Mittlerer Atmosphärenzustand“ bezeichnet und meint das zeitliche und räumliche Mittel der Atmosphärenprozesse. Diese Prozesse manifestieren sich in messbaren Klimagrößen, wie Luftdruck, Temperatur, Strahlung oder Feuchte. Für Aussagen zum Klima wird aus Vergleichbarkeitsgründen ein System aus weltweit verbindlichen Referenzperioden, meist von 30 Jahren Länge, verwendet.

Es werden verschiedene Dimensionen des Klima-Begriffs verwendet: Klima-Aussagen für einzelne Orte; für die gesamte Erde bzw. einzelne Kontinente oder einzelne Regionen; für die bodennahe und die freie Atmosphäre; für verschiedene Epochen.

Unter dem Begriff der Klima(ver-)änderung wird der Unterschied zwischen einer Klimagröße zur Periode A und einer Periode B verstanden. Der Begriff Klimaänderung wird auch deskriptiv im Zusammenhang mit dem zeitlich veränderlichen Charakter eines Klimas, zum Beispiel für bestimmte Regionen, benutzt.

2.1.2 Wetter- und Extremereignis

Wetterereignisse sind der Oberbegriff für einzelne, lokal und zeitlich begrenzt auftretende Atmosphärenprozesse.

Ein Teil der Wetterereignisse sind Extremereignisse, die sich deutlich vom mittleren Atmosphärenzustand abheben. Anhand von statistisch erhobenen Grundannahmen zur Häufigkeit, Wahrscheinlichkeit und Stärke der Wetterereignisse kann der Grad der Seltenheit und „Nichtnormalität“ gemessen werden.

4 Zeithorizonte: 1971 bis 2000 (Beobachtungswerte), 2011 bis 2040, 2041 bis 2070, 2071 bis 2100.

2.1.3 Klimasignal, Klimaereignis und Klimawirkung

Ein Klimasignal beinhaltet die „Antwort“ des Klimasystems der Erde auf den Einfluss eines sich mit der Zeit ändernden Anteils an Treibhausgasen. Zur Abschätzung dieser „Antwort“ sind Klimaprojektionen notwendig. Es handelt sich daher um eine stärker formalisierte Variante des Begriffs Klimaänderung.

Das Klimasignal ist der Unterschied von Klimagrößen zwischen definierten Epochen. Zudem ist der Begriff „Signal“ im Sinne der Informationstheorie zu verstehen. Dabei geht es um die „Antwort“ eines Systems auf einen Einflussfaktor. Das Klimasignal ist dabei der Ausdruck der Veränderung von modellierter Gegenwart zu modellierter Zukunft, also gerade nicht von beobachteter Gegenwart zu modellierter Zukunft.[5]

Ein Klimaereignis und in der Steigerung ein extremes Klimaereignis ist durch die Abweichung vom Normalklima bestimmbar. Dabei sei daran erinnert, dass das Wesen des Klimas durch Aggregation, das heißt durch die raumzeitliche Mittelung des Wettergeschehens gebildet wird. Auf dieser Aggregationsstufe, zum Beispiel für das Monatsmittel einer atmosphärischen Größe für eine geografische Region, wird mithilfe von standardisierten Mittelungsvorschriften ein „Normalklima“ definiert, von dem individuelle Größen (aggregiert) mehr oder weniger stark abweichen.

Geeignete Maße zur Definition von sinnvollen und relevanten Schwellenwerten werden als wissenschaftlicher Konsens zum Beispiel von der Weltwetterorganisation zur Verfügung gestellt.

Jedweder Einfluss, der durch das Klima auf natürliche, soziale oder ökonomische Systeme ausgeübt wird, wird als Klimawirkung bezeichnet. Klimawirkungen und Klimafolgen werden oft synonym verwendet. Dabei sollte jedoch unter „Klimafolgen“ eher die Konsequenz der Kette Klima -> Klimawirkung verstanden werden.

2.1.4 Klimaprojektion, Klimaprognose, Bandbreite

Unter einer Klimaprojektion wird die unter Nutzung modellhaft-mathematischer Darstellungen des Klimasystems abgeschätzte zukünftige Entwicklung des Klimasystems verstanden. Die Klimamodellierung stützt sich dabei auf Szenarios. Szenarios sind plausible, in sich schlüssige Annahmen zur zeitlichen Entwicklung ganz unterschiedlicher Komponenten des Erdsystems. Zu diesen zählen die Bevölkerung sowie ökonomische, soziale und politische Entwicklungen.

In diesem Zusammenhang ist der Begriff der Bandbreite als der Bereich, in dem eine bestimmte Größe Werte annehmen kann, zu berücksichtigen. Im Fall einer Ordinalgröße, wie etwa der Luftfeuchtigkeit oder der Höhe über Normalnull, sind dies diskrete, durch physikalische Messungen ermittelbare Zahlenwerte. Im Fall einer qualitativen Größe, wie beispielsweise der Herkunft von Touristen oder der Zugbahn von Tiefdruckgebieten, sind dies Kategorien, die a priori im Rahmen eines Klassifikationssystems festgesetzt werden. Im Zusammenhang mit der Klimamodellierung wird mit dem Begriff Bandbreite die Spanne oder der „Ereignisraum“ der verfügbaren Information beschrieben.[6]

Die beiden Begriffe Klimaprognose und Klimaprojektion sind im Zusammenhang mit der Modellierung des zukünftigen Klimas wie folgt voneinander abzugrenzen.

Das Wesen einer Prognose des Atmosphärenzustands ist, dass sie im Voraus dezidiert für einen Ort und einen Zeitpunkt – in einer Größenordnung von wenigen Tagen in der Zukunft – erstellt wird. Nach Erreichen des Prognose-Zeitpunktes kann objektiv nachgeprüft (verifiziert) werden, welche Abweichungen zwischen dem vorhergesagten und dem tatsächlich eingetretenen Atmosphärenzustand auftraten. Für binäre Ereignissen, deren Eintreten mit „JA“ oder „NEIN“ beschrieben werden kann (z. B. Auftreten von Niederschlag oder Über/Unterschreitung von Schwellwerten), gibt es zusätzlich ein umfangreiches mathematisches Auswertungs- und Evaluierungsinstrumentarium.

---

5 Der Grund ist, dass es eine systematische Abweichung (Bias) innerhalb der Modelle gibt, die in der modellierten Gegenwart und modellierten Zukunft gleichermaßen berücksichtigt sind und somit das jeweilig Klimasignal um diesen Bias bereinigt ist. Bei einer Berücksichtigung von beobachteter Gegenwart und modellierter Zukunft würde diese Bereinigung nicht erfolgen können.

6 Anmerkung: Aus ökonomischen aber auch aus theoretischen Gründen ist es nicht möglich, mit Modellierungen die vollständige Bandbreite beispielsweise eines sich wandelnden Klimas abzubilden. Jegliche Ensembles aus Modellen bildet vielmehr eine durch Expertenwissen und Experiment-Design gestützte, plausible Untermenge der Gesamtheit aller denkbaren Realisierungen ab.

Das Wesen einer Projektion liegt hingegen in der Art und Weise begründet, wie Klimamodellierungen konzipiert sind und ausgewertet werden müssen. Dazu muss einerseits bedacht werden, dass Klimamodelle im mathematischen Kern eine Beschreibung der physikalischen Vorgänge und Wechselwirkungen des Atmosphärensystems besitzen und mit jedem Lauf ein „synthetisches Wettergeschehen“ abbilden. Andererseits wird in Form einer sich ändernden Einflussgröße (zunehmender Anteil der Treibhausgase, sog. „Antrieb“) ein „Reiz“ in das System eingebracht. Die zeitliche Änderung dieses Reizes ist durch ein Szenario vorgegeben, das wiederum Annahmen zu essentiellen Faktoren mit Relevanz für den Treibhausgas-Anteil beinhaltet. Aus prinzipiellen Gründen kann aber mit einem Klimamodell für einen Zeithorizont von vielen Jahrzehnten keine für einen Punkt in Raum und Zeit exakte Vorhersage des Atmosphärenzustands erreicht und somit auch nicht verifiziert werden. Erst durch statistische Aggregation (Mittelung über Zeiträume und Regionen) werden Zukunftsaussagen aus den Ergebnissen einer Klimamodell-Rechnung möglich.

Durch die Verwendung der Termini Prognose bzw. Projektion wird angestrebt, diesen Unterschied, der auch unterschiedliche Erwartungshaltungen an die Resultate mit sich bringen sollte, besser zu kommunizieren.

2.2 Terminologie zentraler Risikobegriffe

In der wissenschaftlichen Literatur existiert kein einheitliches Verständnis für den Begriff Risiko. Das Begriffsverständnis ist vielmehr abhängig vom wissenschaftlich-disziplinären, gesellschaftlichen oder sprachlichen Kontext sowie von der betrachteten Problemstellung.

Häufig stellt der Risikobegriff auf die Eintrittswahrscheinlichkeit von Ereignissen ab, weil die Unsicherheit zukünftiger Entwicklungen aufgrund des Eintritts schwer vorhersagbarer Ereignisse im Mittelpunkt der Betrachtung steht. Risiko wird dann vor allem ursachenbezogen verstanden.

Demgegenüber stellt ein wirkungsbezogenes Risikoverständnis die potenziellen Auswirkungen eines Risikos in den Fokus. Oft wird Risiko deshalb allgemein als Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß beschrieben. Dieses

Risiko = f (Ursache, Wirkung)

Risikopotenzial = Gefährungspotenzial x Wirkungspotenzial

Bild 2: Risiko- und Risikopotenzial im RIVA-Projekt

Verständnis spielt u. a. im Zusammenhang mit der Betrachtung von Projekt- oder Unternehmensrisiken eine Rolle und involviert in aller Regel ein engeres Verständnis von Risiko als negative Zielabweichung des Ergebnisses.

In einem erweiterten Begriffsverständnis wird Risiko stattdessen nicht nur als negative sondern auch als mögliche positive Abweichung (Chance) verstanden. Diese unterschiedlichen Verständnisansätze stehen jedoch nicht konträr zueinander. Stattdessen lassen sie sich miteinander in einem allgemeinen Verständnis von Risiko als Produkt aus Ursache und Wirkung vereinen (MERZ, 2011, S. 12 ff.).

Ein solches Begriffsverständnis wird auch für das RIVA-Projekt zugrunde gelegt (siehe Bild 2). Die zentralen Risikobegriffe Ursache, Wirkung und Risiko sowie die damit verbundenen Termini Gefahr, Vulnerabilität und Gefährdungspotenzial als auch Wirkungsweisen, Wirkungspotenzial und Risikopotenzial werden im Folgenden beschrieben.

2.2.1 Termini der Risikokomponente Ursache

Der Begriff der Ursache umfasst im Kontext dieses Projektes alle Bereiche, aus denen in Bezug auf Risiken aus dem Klimawandel potenziell eine Gefährdung für die Infrastruktur Straße erwachsen kann. Das ursachenbezogene Verständnis von Risiken ist ein wesentlicher Schwerpunkt des RIVA-Projektes.

Für die Betrachtung von Risiken aus dem Klimawandel lassen sich nach Ansicht der am Projekt beteiligten Klimaexperten jedoch keine Eintrittswahrscheinlichkeiten für klimatische Ereignisse bestimmter Ausprägung berechnen bzw. herleiten. Vielmehr liefert das erstellte Ensemble aus regionalen Klimaprojektionen die Bandbreite[7] (mit den Eckwerten „niedrigste“, „mittlere“ und „höchste“)[8] möglicher, gleichwertiger und in sich schlüssiger

7 Siehe Fußnote 6 sowie Kapitel 5.1.3.

8 Im Folgenden auch als Minimalwert, Mittelwert und Maximalwert verwendet.

Ausprägung von Klimaereignissen in der betreffenden Klimaregion (unter der Annahme verschiedener Zukunftsentwicklungen des Anteils von Treibhausgasen in der Atmosphäre).

Für die RIVA-Problemstellung spielt Klima als Risikoursache eine zentrale Rolle. Denn Klimaereignisse stellen die potenzielle Gefahr für die Infrastruktur Straße dar. Vom Auftreten einer Gefahr durch ein Klimaereignis in einer bestimmten Klimaregion allein kann im Untersuchungskontext jedoch noch nicht auf eine tatsächliche Gefährdung der dort befindlichen Infrastruktur Straße geschlossen werden.

Stattdessen besteht ein Gefährdungspotenzial nur, wenn die Infrastruktur auch anfällig für eine Schädigung durch das betreffende Klimaereignis ist. Eine solche eventuelle Anfälligkeit wird durch Merkmale der Infrastruktur bestimmt und in der wissenschaftlichen Literatur als Vulnerabilität bezeichnet. Ein tatsächliches Gefährdungspotenzial besteht folglich nur, wenn eine entsprechende Ausprägung eines Klimaereignisses und eine diesbezügliche Vulnerabilität (Anfälligkeit) der Infrastruktur zusammentreffen.

Im Kontext des RIVA-Projektes stellen also sowohl das Klima als auch die Vulnerabilität der Infrastruktur Risikoursachen dar. Aus diesen beiden Ursachenkomponenten lässt sich das Gefährdungspotenzial für eine konkrete Straßeninfrastruktur in einer bestimmten Klimaregion herleiten.

Das Gefährdungspotenzial berücksichtigt jedoch nicht, in welcher Art und Weise sich ein Risiko potenziell auswirken würde.

2.2.2 Termini der Risikokomponente Wirkung

Ebenso wichtig wie das Verständnis der Ursachen ist das Verständnis der Risikofolgen.

Daher muss bei der Betrachtung der klimabedingten Risiken auch die Art und Weise berücksichtigt werden, wie sich Risiken potenziell auswirken. Ein wirkungsbezogenes Verständnis von Risiken ist insbesondere aus betriebs- bzw. volkswirtschaftlicher Perspektive von großer Bedeutung. Deshalb bezieht sich der Begriff der Wirkung im RIVA-Projekt auf die wirtschaftlichen Risikofolgen.

Die berücksichtigten Wirkungsweisen (Komponenten der Wirkung) umfassen sowohl den unmittelbar entstehenden Aufwand für die eigentliche Infrastruktur als auch die mittelbaren Konsequenzen aus Unfällen und Verkehrsbehinderungen.

Das Wirkungspotenzial beschreibt demnach abstrakt die potenziellen Wirkungen eines betrachteten Risikos – unabhängig vom Gefährdungspotenzial. Es berücksichtigt folglich nicht, in welchem Ausmaß sich ein Risiko aufgrund des Gefährdungspotenzials für eine konkrete Straßeninfrastruktur in einer bestimmten Klimaregion potenziell darstellt.

2.2.3 Termini Risiko und Risikopotenzial

Der Begriff Risiko wird im Kontext des RIVA-Projektes sowohl ursachen- als auch wirkungsbezogen angewendet.

Zwischen Ursachen und Wirkungen eines Risikos gibt es kausale Zusammenhänge. Diese Ursache-Wirkungsbeziehungen sind kennzeichnend für die zu betrachtenden Risiken, weshalb Risiko im Kontext dieses Projektes als Funktion von Ursache und Wirkung verstanden wird.

Aus dem Gefährdungspotenzial als Maß der Ursachen und dem Wirkungspotenzial als Maß der Wirkungen wird deshalb das Risikopotenzial abgeleitet. Es ist folglich das Maß für die potenzielle Auswirkung (den potenziellen Schaden) eines betrachteten Risikos unter Berücksichtigung des Gefährdungspotenzials für eine konkrete Straßeninfrastruktur in einer bestimmten Klimaregion.[9]

2.3 Der Risikomanagementprozess als Gegenstand des RIVA-Projektes

Das Forschungsprojekt RIVA folgt dem Begriffsverständnis, wonach Risikomanagement als systematische und kontinuierliche Herangehensweise an die verschiedenen Risiken im Rahmen eines Managementprozesses verstanden wird.

---

[9] Als Synonym für den Begriff Risikopotenzial könnte auch der Begriff Schadenspotenzial verwendet werden. Darauf wird jedoch verzichtet, um Verwechslungen mit den Begriffen Wirkungspotenzial und Schadensausmaß zu vermeiden, für die analog zum Begriff Risiko in der Literatur ebenfalls kein einheitliches Begriffsverständnis existiert. So werden diese beiden Begriffe im Rahmen anderer Problemstellungen und Risikothematiken teilweise synonym und teilweise abgegrenzt zum Begriff Risiko angewandt.

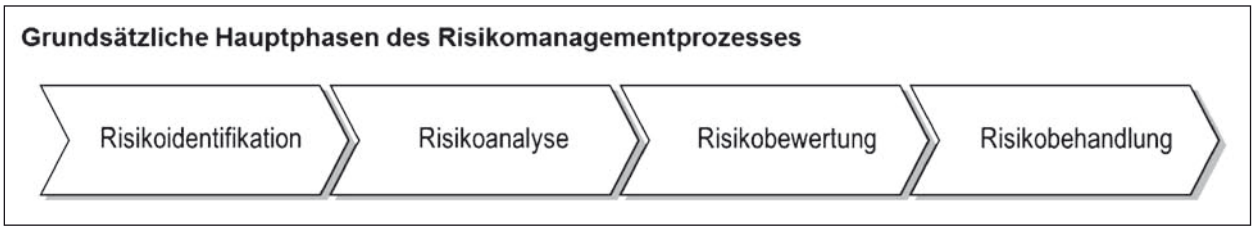


Bild 3: Hauptphasen des Risikomanagementprozesses

Ziel des Risikomanagementprozesses ist es, potenzielle Risiken systematisch zu erfassen und zu bewerten und ausgehend davon Entscheidungen über die Implementierung von möglichst ökonomisch und technisch optimalen Risikobewältigungsmaßnahmen zu treffen (MERZ, 2011, S. 49),[10] siehe hierzu auch (ALFEN et al., 2010, S. 37). Dabei können die Bewältigungsmaßnahmen entweder das Gefährdungspotenzial eines Risikos beeinflussen oder ein Risiko über die Begrenzung der (Aus-)Wirkungen verringern (vgl. MERZ, 2011, S. 49).[11]

Der Managementprozess wird (idealisiert) in aufeinanderfolgende Phasen gegliedert. In der Literatur gibt es Unterschiede hinsichtlich der genauen Bezeichnung sowie in der Anzahl der unterschiedenen Phasen. In aller Regel umfassen die Modelle des Risikomanagementprozesses jedoch die vier grundsätzlichen Hauptphasen Identifikation, Analyse, Bewertung und Behandlung (siehe Bild 3).[12]

Im Rahmen der Risikoidentifikation, dem ersten Schritt des Prozesses, müssen die themenspezifisch relevanten Risiken erfasst und beschrieben werden. In Einklang mit dem RIVA-Risikoverständnis bedeutet dies sowohl die Identifikation der Risikoursachen als auch der Risikowirkungen.

Im Rahmen der anschließenden Risikoanalyse gilt es Zusammenhänge und Abfolgen (Risikochronologien) zwischen den verschiedenen Ursachen und Wirkungen zu erarbeiten und zu untersuchen. Ausgehend vom Verständnis der Ursache-Wirkungsketten können die identifizierten Ursachen und Wirkungen dann systematisiert und Risikoszenarien aufgestellt werden.

Das detaillierte und systematische Verständnis der relevanten Risiken (Ursachen und Wirkungen) ist Grundlage für deren Bewertung. Risikopotenziale (Gefährdungs- und Wirkungspotenziale) können so transparent gemacht und verglichen werden. Nur eine Bewertung der Risiken ermöglicht deren Vergleich untereinander und damit eine Rangfolgenbildung in Abhängigkeit ihrer Bedeutung. Die Risikobewertung schafft die Basis für eine anschließende Diskussion und Entscheidungsfindung hinsichtlich Maßnahmenbedarf und Behandlung der betrachteten Risiken.

Der Prozessschritt der Risikobehandlung umfasst die eigentlichen Maßnahmen zum Umgang mit den betrachteten Risiken. Dabei gilt es, ausgehend von der vorgenommenen Rangfolgenbildung und dem Verständnis der Ursache-Wirkungsketten, über die Behandlungsnotwendigkeit der einzelnen Risiken zu entscheiden und geeignete Maßnahmen zu entwickeln und auszuwählen. Typische grundsätzliche Strategien der Risikobehandlung sind dabei Risikovermeidung, Risikoverminderung, Risikodiversifikation, Risikotransfer und Risikotragung.

Die im Rahmen des RIVA-Projektes zu untersuchenden Fragestellungen beziehen sich auf die ersten drei Hauptphasen des Risikomanagementprozesses. Die Erarbeitung von Strategien bzw. Maßnahmen der Risikobehandlung war hingegen nicht Gegenstand der Untersuchungen (siehe hierzu auch Bild 4).

2.4 Ausgangspunkt RIMAROCC-Projekt

Das durch ERA-NET ROAD initiierte und auf EU-Ebene im Zeitraum 2008 bis 2010 durchgeführte Projekt RIMAROCC (Langtitel: Risk management for roads in a changing climate) war wesentlicher Ausgangspunkt des RIVA-Forschungsprojektes. Aus diesem Projekt ist ein Handbuch „A Guidebook to the RIMAROCC Method“ (BLES et al., 2010) hervorgegangen, das die Schritte des Risikomanage-

10 Siehe (NORRMAN & JANSSON, 2004) und (MIKUS, 2001).

11 Hier wiederum Verweis auf (WOLF & RUNZENHEIMER, 2003).

12 Teilweise werden Benennungen hiervon abweichend verwendet oder diese Phasen werden in weitere (Teil-)Phasen differenziert.

mentprozesses in den Kontext des Themenbereiches Risiken aus dem Klimawandel für Straßen übersetzt und wichtige methodische Grundlagenarbeit leistet.

Das RIMAROCC-Projekt gliedert den Risikomanagementprozess in sieben Phasen. Diese Gliederung steht jedoch nicht in Widerspruch zu den oben beschriebenen grundsätzlichen vier Hauptphasen, da sich die sieben RIMAROCC-Phasen diesen zuordnen lassen. So stellt RIMAROCC seiner zweiten Phase Risikoidentifikation eine Phase „Analyse der Rahmenbedingungen“ voran, deren Inhalte aber ebenso als integrativer Bestandteil der Hauptphase Risikoidentifikation verstanden werden können. Darüber hinaus stellen die RIMAROCC-Phasen „5. Risikominderung“, „6. Implementierung von Maßnahmen“ und „7. Überwachung, Auswertung, Kapitalisierung“ lediglich eine weitere Differenzierung der Hauptphase Risikobehandlung dar.

Die Phasen des Risikomanagementprozesses nach RIMAROCC sowie deren Zuordnung zu den vier grundsätzlichen Prozesshauptphasen visualisiert Bild 4. Dieses Bild zeigt zudem, dass sich das Forschungsprojekt RIVA auf die Phasen Risikoidentifikation, Risikoanalyse und Risikobewertung als Betrachtungsgegenstand konzentriert.

3 Identifikation und Analyse der zu betrachtenden Risiken

In Einklang mit der grundsätzlichen Schrittfolge eines Risikomanagementprozesses erfolgte im Projekt RIVA eine umfassende Identifikation und Analyse der zu betrachtenden Risiken.

3.1 Angewendete Methoden und Teilschritte

Im RIVA-Projekt wurden Identifikation und Analyse der Risiken in engem inhaltlichen und zeitlichen Zusammenhang durchgeführt. In Anbetracht der sehr komplexen thematischen Zusammenhänge war eine rein formale bzw. organisatorische Trennung beider Schritte nicht geboten. Daher wird auch im Rahmen dieses Forschungsberichtes keine Trennung der Projektergebnisse in eine Phase Risikoidentifikation und eine Phase Risikoanalyse vorgenommen.

Für Risikoidentifikation und -analyse wurden umfangreiche Literaturrecherchen durchgeführt. Schwerpunkte bildeten dabei die Dokumentationen bisheriger Forschungsergebnisse zum Themenbereich der Auswirkungen des Klimawandels auf die Straßeninfrastruktur, insbesondere von der Bundesanstalt für Straßenwesen, Forschungsdoku-

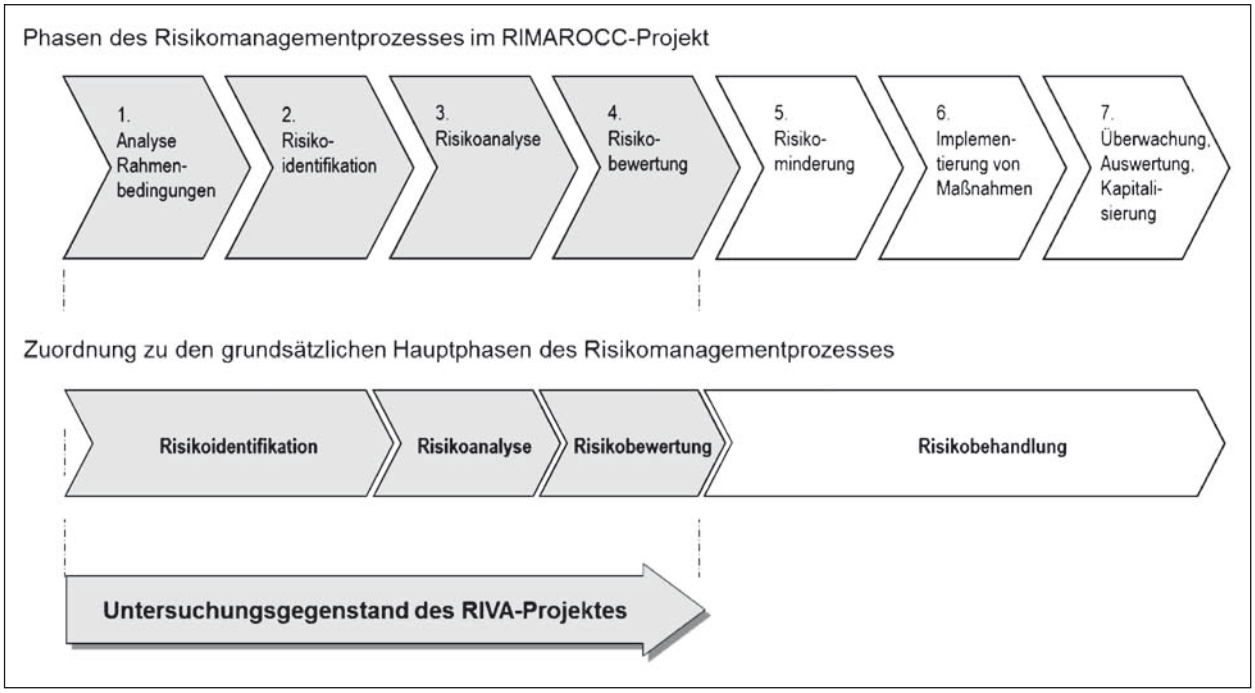


Bild 4: Phasen des Risikomanagementprozesses im RIMAROCC-Projekt und als Untersuchungsgegenstand des RIVA-Projektes

mentationen anderer Institutionen zum Themenbereich der Risiken aus dem Klimawandel für Infrastruktur, Umwelt oder bestimmte Regionen sowie wissenschaftliche Quellen zur Projektion der Klimaentwicklung.

Die Ergebnisse der Recherchen wurden im Rahmen von Arbeitstreffen mit Bearbeitern anderer Forschungsprojekte und interdisziplinären Expertenworkshops diskutiert und verifiziert.

Ein detailliertes Verständnis für die komplexen Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen den identifizierten Ursachen und Wirkungen wurde durch die Erstellung und Analyse von Ursache-Wirkungsketten erarbeitet.

Anhand der Ergebnisse aus Literaturauswertung, Expertenbefragungen und -workshops sowie der Analyse der Ursache-Wirkungsketten wurden schließlich Indikatoren als Grundlage für die anschließende Risikobewertung hergeleitet.

Die Phase der Risikoidentifikation und -analyse umfasste daher folgende Teilschritte:

- Identifikation der Risikoursachen:
  - Identifikation der gegenüber Klimaereignissen vulnerablen Elemente der Straße (Risikoelemente),
  - Identifikation der relevanten Klimaereignisse.
- Identifikation der Risikowirkungen,
- Identifikation und Analyse der Ursache-Wirkungsbeziehungen,
- Herleitung von Indikatoren für die Beurteilung der Vulnerabilität von Risikoelementen,
- Herleitung von Klimaindikatoren (zur Bestimmung von Klimasignalen) für die Projektion der Klimaereignisse,
- Herleitung von Indikatoren für die Beurteilung von Wirkungen.

3.2 Identifikation der Ursachen

Die Identifikation der Risikoursachen erfolgte hinsichtlich der beiden zu betrachtenden Aspekte Straßeninfrastruktur und Klima. Die Straßeninfrastruktur ist potenziell vulnerabel und damit das gefährdete Gut. Das Klima stellt hingegen die potenzielle Gefahr dar.[13]

3.2.1 Vulnerable Elemente der Straße (Risikoelemente)

Die Straßeninfrastruktur besteht aus verschiedenen Elementen, die unterschiedlichen Risiken ausgesetzt sind. Sie werden daher als Risikoelemente bezeichnet.

Risikoelemente können entweder selbst Schaden erleiden oder durch ihr (ggf. temporäres) Funktionsversagen zu Schäden oder Beeinträchtigungen an anderen Risikoelementen führen.

Die Risikoelemente der Straßeninfrastruktur umfassen ortsfeste (bauliche bzw. örtlich vorhandene) Elemente sowie die Verkehrsteilnehmer (Personen und Fahrzeuge).

Für das RIVA-Projekt wurde im Rahmen eines Expertenworkshops[14] ein Katalog von elf Risikoelementen identifiziert, die für eine Betrachtung in Hinblick auf Risiken aus Klimaereignissen relevant sind (siehe Bild 5).

	Ingenieurbauwerke
1	Brücken
2	Durchlässe
3	Tunnel & Trogbauwerke
4	Stützbauwerke, Hang- und Felssicherungen
	Böschungen
5	Böschungen
	Strecke
6	Fahrbahn - Asphalt
7	Fahrbahn - Beton
8	Ausstattung, Verkehrsz.-brücken., Lärmschutzw.
9	Entwässerung (Ableitungssysteme)
10	Regenbecken
	Verkehrsteilnehmer (Fahrzeuge und Personen)
11	Verkehrsteilnehmer

Bild 5: Katalog der RIVA-Risikoelemente

13 Siehe entsprechende Ausführungen in Kapitel 2.2.1 „Termini der Risikokomponente Ursache“.

14 1. RIVA-Workshop, 28 Teilnehmer, Bergisch Gladbach, 05.07.2012.

3.2.2 Klimaereignisse als Gefahren

Für die identifizierten Risikoelemente (siehe Bild 5) wurde analysiert, durch welche Klimaparameter und Extremwetterereignisse sie Gefahren ausgesetzt sein können.

Als Oberbegriff für Klimaparameter (z. B. hohe Temperaturen, saisonale Niederschlagsmenge) und Extremwetterereignisse (z. B. Starkregenereignisse, Trockenperioden) wird im Kontext des RIVA-Projektes der Begriff „Klimaereignisse“ verwendet.

In die Identifikation der zu berücksichtigenden Klimaereignisse flossen Erkenntnisse aus der Auswertung der RIMAROCC-Dokumentation, aus wissenschaftlichen Fachbeiträgen (u. a.: JACOB et al., 2013; SILLMANN & ROECKNER, 2008; KLEIN TANK et al., 2009) sowie aus der Expertendiskussion im Rahmen des 1. RIVA-Workshops ein.[15]

Für die Klimaereignisse galt es anschließend geeignete Klimasignale als Klimaindikatoren zu identifizieren. Diese mussten einerseits deutlich relevant für einzelne oder mehrere Risikoelemente sein, andererseits aber auch möglichst belastbar aus Klimamodellen abgeleitet werden können.

Bild 6 gibt zunächst einen Überblick über die für die Klimaereignisse herangezogenen Klimaindikatoren (Klimasignale). Eine detailliertere Beschreibung erfolgt in Kapitel 5.1.8.

Bei der Herleitung der zu berücksichtigenden Klimaereignisse abzugrenzen waren Ereignisse wie der Anstieg des Meeresspiegels oder Hochwasserereignisse. Diese sind weder den Klimaparametern noch den Extremwetterereignissen zuordenbar und deshalb im RIVA-Kontext keine Klimaereignisse. Stattdessen handelt es sich dabei, wie beispielsweise auch bei Waldbränden und Böschungsrutschungen, um Ereignisse (Phänomene), bei denen Klima bzw. Wetter als Mit-Ursachen zwar eine wesentliche Rolle spielen. Sie unterliegen jedoch spezifischen und sehr komplexen Ursache-Wirkungs-Ketten, die weit über den Kontext Straßeninfrastruktur und Klimaprojektionen hinausgehen. Sie konnten daher im Rahmen dieses Projektes nicht hergeleitet werden.

Eine Ausnahme bildete hier das Ereignis „Böschungsrutschungen“. Es wird an anderer Stelle als potenzielles Schadensbild an Straßeninfrastruktur insofern mit betrachtet, als das die RIVA-Methodik auf die im BASt-Forschungsprojekt Böschungsrutschungen[16] erarbeiteten Gefahrenhinweiskarten abstellen kann.

Analog könnten in der RIVA-Methodik also grundsätzlich auch Hochwasserereignisse als Gefährdungen für die Straßeninfrastruktur berücksichtigt werden, wenn entsprechende Daten bspw. in Form von Hochwassergefährdungskarten vorlägen. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass keine Projektion erfolgen und insofern nur die aus heutiger Sicht abgeleitete Gefährdung einfließen könnte.

3.2.3 Matrix der Risikoelemente und Klimaereignisse

Dem Katalog der Risikoelemente wurde der Katalog der Klimaereignisse und Klimaindikatoren (Bild 6) gegenübergestellt. Ziel dieser Verknüpfung

Klimaereignisse				Klimasignale
Thermische Ereignisse	Hohe Temperaturen	1	Höchsttemperaturen, Heiße Tage, Sommertage, Hitzeperioden, Tropennächte
	Temperatur-schwankungen	2	Tag-Nacht-Schwankungen
		3	Frost-Tau-Wechsel
	NiedrigeTemperaturen	4	Tiefsttemperaturen, Frosttage, Eistage, Kälteperioden
	Strahlung	5	Sonnenscheindauer
Niederschlagsereignisse	Nässe	6	Starkregen
		7	saisonale Niederschlagsmenge
		8	Hagel*
		9	Schnee und gefrierender Regen
	Trockeheit	10	Trockenperioden
Starkwind*		11	Starkwind*
Nebel*		12	Nebel*

* Für diese Klimaereignisse können Klimaforscher keine belastbaren Projektionsdaten erstellen. Diese Ereignisse werden aus Gründen der Vollständigkeit aufgeführt, sie konnten aber in den Risikobewertungen nicht berücksichtigt werden. Die RIVA-Methodik und das RIVA-Pilotwerkzeug ermöglichen aber die Aufnahme dieser Ereignisse in die Betrachtungen, sollten zukünftig Projektionsdaten zur Verfügung stehen.

Bild 6: Katalog der RIVA-Klimaindikatoren

15 Die RIMAROCC Case Study aus den Niederlanden (BLES & MENS, 2010) betrachtet als Klimaereignisse extreme Regenfälle und hohe Temperaturen. Die französische RIMAROCC Case Study (ENNESSER et al., 2010) beschreibt zehn Klimaereignisse, die einen Einfluss auf die Straßenverkehrsinfrastruktur haben. Die Case-Studie betrachtet im weiteren Verlauf aber nur die fünf Klimaereignisse Starkregen, saisonale Regenmenge, hohe Temperaturen, Starkwind, Frost bzw. Schneefall.

16 Titel des BASt-Forschungsprojektes: Weiterentwicklung eines Modells zur Abschätzung rutschungsgefährdeter Gebiete entlang des Bundesfernstraßennetzes und Erstellung einer bundesweiten Gefahrenhinweiskarte (FE 05.0170/2011/MRB).

war die Zuordnung der Klimaereignisse zu den Risikoelementen, für die sie eine Gefährdungsursache darstellen können.

Grundlage der Zuordnung waren die Ergebnisse des ersten interdisziplinären Expertenworkshops,[17] technische Vorschriften und Regelwerke, zum Beispiel Dimensionierungsregeln, sowie Erkenntnisse aus anderen Forschungsvorhaben zu speziellen Einzelthemen.

Im Ergebnis wurden den Risikoelementen die in Bild 7 angegebenen Klimaereignisse zugeordnet.

Die dargestellte Matrix der Risikoelemente und Klimaereignisse fasst komplexe Zusammenhänge in einer sehr vereinfachten Darstellung zusammen. Für die eigentliche Risikobetrachtung war ausgehend von dieser Matrix eine sehr differenzierte Analyse der Zusammenhänge und schließlich die Definition einer inhaltlich sinnvollen und maßstabsgerechten Betrachtungseinheit notwendig (siehe dazu insbesondere Kapitel 3.4 und Kapitel 4.2.2).

Die Matrix berücksichtigt nicht, inwieweit die mit den identifizierten Zusammenhängen verbundenen Risiken anhand der zur Verfügung stehenden Datengrundlagen im Rahmen des RIVA-Projektes tatsächlich bewertet werden konnten.

3.3 Identifikation der Wirkungen

Als Wirkungen (Synonym: Wirkungsweisen), die im Rahmen des RIVA-Projekt betrachtet werden

17 1. RIVA-Workshop, 28 Teilnehmer, Bergisch Gladbach, 05.07.2012.

		Klimaereignisse											
		Thermische Ereignisse					Niederschlagsereignisse						
		Hohe Temperaturen	Temperaturschwankungen		Niedrige Temperaturen	Strahlung	Nässe				Trockenheit	Starkwind*	Nebel*
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Klimasignale											
		Höchsttemperaturen, Heiße Tage, Sommertage, Hitzeperioden, Tropennächte	Tag-Nacht-Schwankungen	Frost-Tau-Wechsel	Tiefsttemperaturen, Frosttage, Eistage, Kälteperioden	Sonnenscheindauer	Starkregen	saisonale Niederschlagsmenge	Hagel*	Schnee und gefrierender Regen	Trockenperioden	Starkwind*	Nebel*
	Risikoelemente der Straßeninfrastruktur												
	Ingenieurbauwerke												
1	Brücken	x	x	x	x		x					x	
2	Durchlässe						x						
3	Tunnel & Trogbauwerke	x	x	x	x		x						
4	Stützbauwerke, Hang- und Felssicherungen	x	x	x	x		x						
	Böschungen												
5	Böschungen				x	x		x	x		x		
	Strecke												
6	Fahrbahn - Asphalt	x			x	x	x			x			
7	Fahrbahn - Beton	x		x	x	x	x			x			
8	Ausstattung, Verkehrsz.-brücken., Lärmschutzw.											x	
9	Entwässerung (Ableitungssysteme)						x	x		x			
10	Regenbecken						x	x		x	x		
	Verkehrsteilnehmer (Fahrzeuge und Personen)												
11	Verkehrsteilnehmer	x				x	x					x	x

* Für diese Klimaereignisse können Klimaforscher keine belastbaren Projektionsdaten erstellen. Diese Ereignisse werden aus Gründen der Vollständigkeit aufgeführt, sie konnten aber in den Risikobewertungen nicht berücksichtigt werden. Die RIVA-Methodik und das RIVA-Pilotwerkzeug ermöglichen aber die Aufnahme dieser Ereignisse in die Betrachtungen, sollten zukünftig Projektions-daten zur Verfügung stehen.

Bild 7: Matrix Risikoelemente und als Gefahren relevante Klimaereignisse

sollten, wurden Risikofolgen in Form von Betreiberkosten für die eigentliche Infrastruktur und volkswirtschaftlichen Konsequenzen aus Unfällen und Verkehrsbehinderungen (Nutzerkosten) herausgearbeitet.

Die Betreiberkosten für die Straßeninfrastruktur wurden weiter differenziert in „erhöhten Aufwand für Ersatzinvestitionen", „erhöhten Aufwand für Erhaltung" und „erhöhten Aufwand für Betriebsdienst". Im Kontext dieses Projektes wurde für diese drei Komponenten folgendes Begriffsverständnis zugrunde gelegt:

- Betriebsdienst
  In Anlehnung an das „Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen" (VDStra, 2004) werden hierunter die Leistungen Grünpflege, Winterdienst, Reinigung, Ausstattungspflege, Streckenkontrollen und sonstige Betriebsdienstleistungen sowie Leistungen der Verkehrssicherung verstanden. Der Leistungsbereich der Sofortmaßnahmen ist der (baulichen) Erhaltung zugeordnet.
- (Bauliche) Erhaltung
  Die Erhaltung umfasst kleinflächige Maßnahmen der Instandhaltung (bspw. Sofortmaßnahmen, kleinflächige Flickmaßnahmen, Vergießen von Rissen) sowie größere Einzelmaßnahmen der Instandsetzung und Erneuerung (bspw. zyklische Fahrbahndeckenerneuerung und -instandsetzung in Form von Fugensanierungen, Deckschichterneuerung; zyklischer Austausch von Schutzplanken; zyklische Instandsetzungen an Kappen, Geländern, Abdichtungen, Fahrbahnbelägen, Übergangskonstruktionen an Brücken).
- Ersatzinvestitionen
  Diese umfassen Leistungen für den vollständigen oder teilweisen Ersatz von baulichen und anderen ortsfesten Elementen der Infrastruktur Straße, die über das Leistungsspektrum der Erhaltung hinausgehen, bspw. Ersatzneubau von Brücken oder Wiedererrichtung von Fahrbahnabschnitten.

Über die Betreiberkosten der eigentlichen Infrastruktur hinaus wurden zum anderen auch die mittelbaren Kosten in Form von volkswirtschaftlichen Konsequenzen aus Unfällen und Verkehrsbehinderungen als zu betrachtende Wirkungen identifiziert. Die beiden diesbezüglich hergeleiteten Wirkungen und die ihnen zugeordneten Bestandteile sind:

- Unfallrisiken
  Diese beinhalten Kosten durch Fahrzeug- und Personenschäden.
- Verkehrsbehinderungen
  Im Projektkontext werden hierunter Zeitverluste bzw. Lieferverzögerungen für die Nutzer und Behinderungen der Wirtschaft verstanden.

Umweltschäden infolge von Verkehrsbehinderungen, z. B. erhöhter CO_2-Ausstoß in Zusammenhang mit Staus, werden zwar ebenfalls als relevant erachtet. Fragen der Abschätzung und Bewertung derartiger Folgen unterliegen aber bereits unabhängig von diesem Projekt umfangreicher Unsicherheiten und fachlicher Diskussion. Sie werden daher im Rahmen dieses Projektes nicht mit berücksichtigt.

Der Katalog der identifizierten Wirkungen umfasst daher die folgenden fünf Wirkungsweisen:

1. Aufwand für Ersatzinvestitionen
2. Aufwand für Erhaltung
3. Aufwand für Betriebsdienst

→ Betreiberkosten

4. Kosten aus Unfallrisiken
5. Kosten aus Verkehrsbehinderungen

→ Nutzerkosten

3.4 Erarbeitung und Analyse von Ursache-Wirkungsketten

Das Verständnis der Ursache-Wirkungsbeziehungen der Risiken ist essenziell für die Entwicklung einer geeigneten und systematischen RIVA-Methodik zur Risikobewertung. Im Rahmen der Risikoidentifikation und -analyse wurden daher Ursache-Wirkungsketten jeweils ausgehend von den als relevant identifizierten Klimaereignissen erarbeitet.[18]

Dabei wurden für jedes Klimaereignis zunächst die damit verbundenen möglichen Symptome identifiziert. Ausgehend davon erfolgte die Herleitung möglicher Folgen gegliedert nach Folgen für die Infrastruktur und ihr unmittelbares Umfeld, für Verkehrsteilnehmer (Personen und Fahrzeuge), für

[18] Die erarbeiteten Ursache-Wirkungsketten sind aufgrund der Komplexität der Gefüge und Aspekte exemplarisch. Sie zeigen wesentliche Ursache-Folgebeziehungen ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

den Verkehrsfluss und für sonstige Aspekte. Pfeile verdeutlichen Abhängigkeiten und Folgebeziehungen und verbildlichen so die Zusammenhänge in den teilweise sehr komplexen Ursache-Folgegefügen. So führen Schäden an der Infrastruktur häufig mittelbar auch zu Folgen in Form von Unfällen und Fahrzeugschäden und damit im weiteren Verlauf auch zu Behinderungen des Verkehrsflusses. Alle Teilketten münden schließlich in volkswirtschaftlichen Konsequenzen.

Bild 8 zeigt als Beispiel die Ursache-Wirkungskette für das Klimaereignis „Hohe Temperaturen“. Dargestellt ist außerdem, wie die aufgezeigten volks-

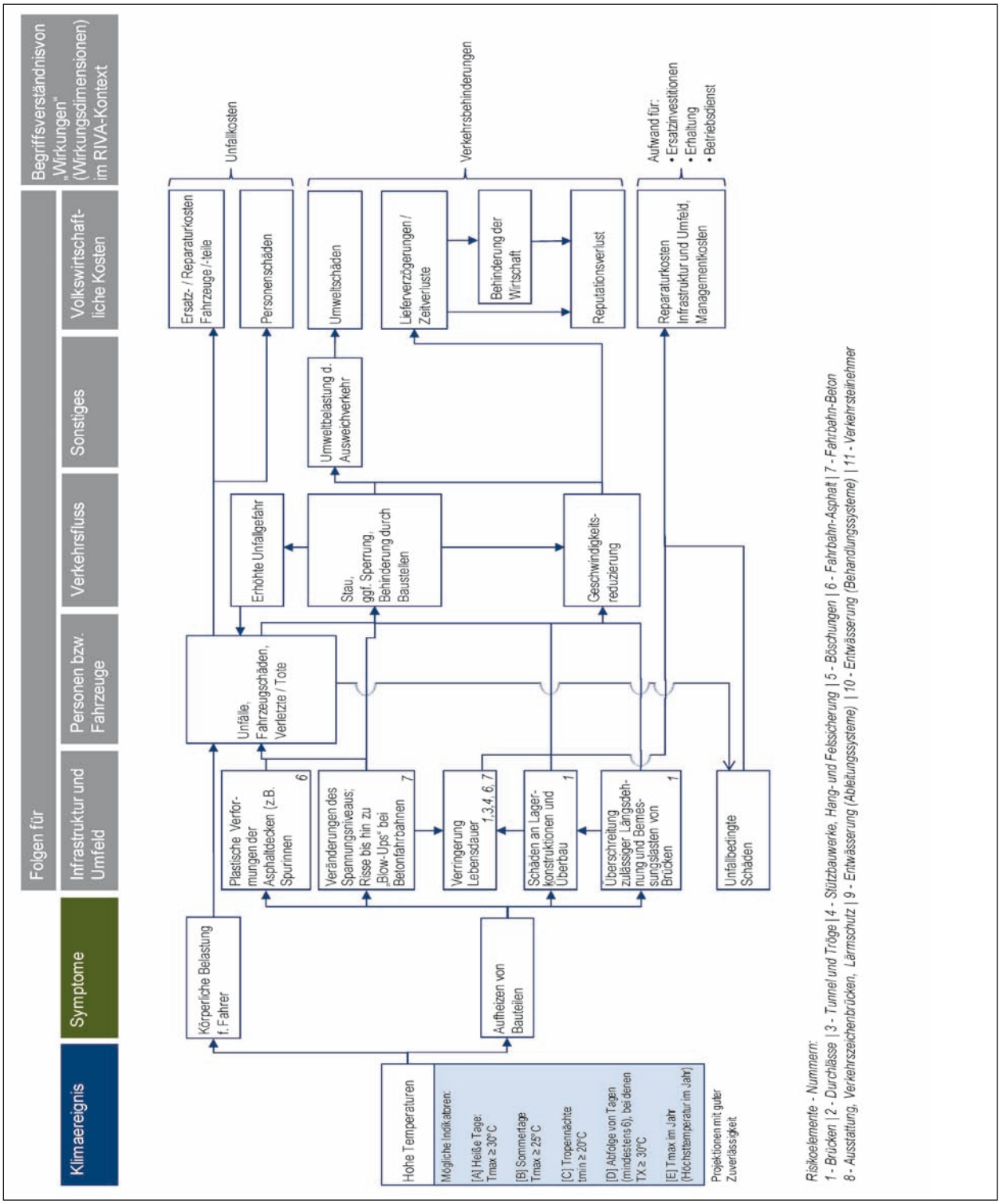


Bild 8: Beispiel einer Ursache-Wirkungskette; Klimaereignis „Hohe Temperaturen“

wirtschaftlichen Konsequenzen den fünf identifizierten grundsätzlichen Wirkungsweisen zugeordnet werden. Weitere Ursache-Wirkungsketten sind aus Anlage 1 ersichtlich.

4 Risikobewertung – Grundkonzept der Bewertungsmethodik

Die RIVA-Methodik zur Bewertung von Risiken aus dem Klimawandel für die Straßeninfrastruktur wurde als hierarchisches Indikatorenmodell entwickelt.

Ausgangspunkte für die Entwicklung der Methodik waren Identifikation und Analyse der zu betrachtenden Risiken sowie die Systematisierung des theoretischen Konzepts, mit dem sich diese beschreiben lassen.

Anhand des theoretischen Konzeptes galt es, die relevanten Faktoren zu identifizieren und durch geeignete Indikatoren zu berücksichtigen. Zusammenhänge zwischen den Indikatoren mussten analysiert und möglichst realitätsnah über mathematische Verknüpfungen abgebildet werden.

Die Auswahl der Indikatoren musste nicht nur dem theoretischen Konzept folgen, sondern auch die räumliche Betrachtungsebene berücksichtigen. Denn da auf unterschiedlichen Ebenen unterschiedliche Zusammenhänge eine Rolle spielen können, sind je nach Ebene gegebenenfalls unterschiedliche Indikatoren heranzuziehen (MERZ, 2011, S. 90 ff.).

4.1 Systematik des entwickelten Indikatorenmodells

Die zu betrachtenden Risiken sind sehr komplex. Für die Beschreibung des theoretischen Konzeptes war eine Systematisierung der zu berücksichtigenden Indikatoren notwendig, die die Grundstruktur für das Indikatorenmodell bildete. Diese Systematisierung erfolgte anhand der Zuordnung der Indikatoren zu Sphären und die daran anknüpfende Gliederung nach inhaltlichen Dimensionen (siehe Bild 9).

4.1.1 Sphären

Die Indikatoren lassen sich anhand ihrer Zugehörigkeit zu den zwei Sphären-Paaren „Ursachen und Wirkungen“ und „Merkmale des Klimas und Merkmale der Infrastruktur“ zuordnen.

In Einklang mit dem Verständnis des RIVA-Risikobegriffs als sowohl ursache- als auch wirkungsbezogen werden im theoretischen Konzept alle Indikatoren entweder der Sphäre der Ursachen oder der Sphäre der Wirkungen zugeordnet.

Mithilfe der zu entwickelnden Methodik sollen Risiken aus dem Klimawandel für die Straßeninfrastruktur betrachtet werden. Folglich muss das theoretische Konzept Merkmale des Klimas und Merkmale der Infrastruktur berücksichtigen. Alle Indikatoren lassen sich daher entweder der Sphäre „Merkmale des Klimas“ oder der Sphäre „Merkmale der Infrastruktur“ zuordnen.

4.1.2 Dimensionen

Anknüpfend an die Zuordnung nach Sphären werden die Indikatoren nach inhaltlichen Dimensionen gegliedert. Zur Sphäre der Ursachen zugeordnet sind die Dimensionen Klima und Vulnerabilität.

- Dimension Klima
  Die Merkmale des Klimas spielen für zu betrachtende Risiken ausschließlich als Ursachen eine Rolle. Diese Dimension umfasst alle in die Methodik einfließenden Klimaindikatoren.

- Dimension Vulnerabilität
  Potenzielle Risiken können sich nur realisieren, wenn eine Infrastruktur vulnerabel (anfällig) für eine bestimmte klimabedingte Gefahr ist. Diese Dimension umfasst alle in die RIVA-Methodik einfließenden Indikatoren für die Vulnerabilität der Infrastruktur.[19]

Die Merkmale der Infrastruktur bestimmen nicht nur deren Vulnerabilität, sondern auch, wie sich Risiken potenziell auswirken. Sie bestimmen also entweder die grundsätzliche technische Art und Weise der Wirkungen oder sie betreffen die verkehrliche

[19] Der Begriff der Vulnerabilität beschreibt, in welchem Maße ein Risikoelement gegenüber einer Gefahr potenziell anfällig ist für eine Schädigung oder Funktionsstörung. Als Synonym kann daher auch der Begriff Anfälligkeit verwendet werden.

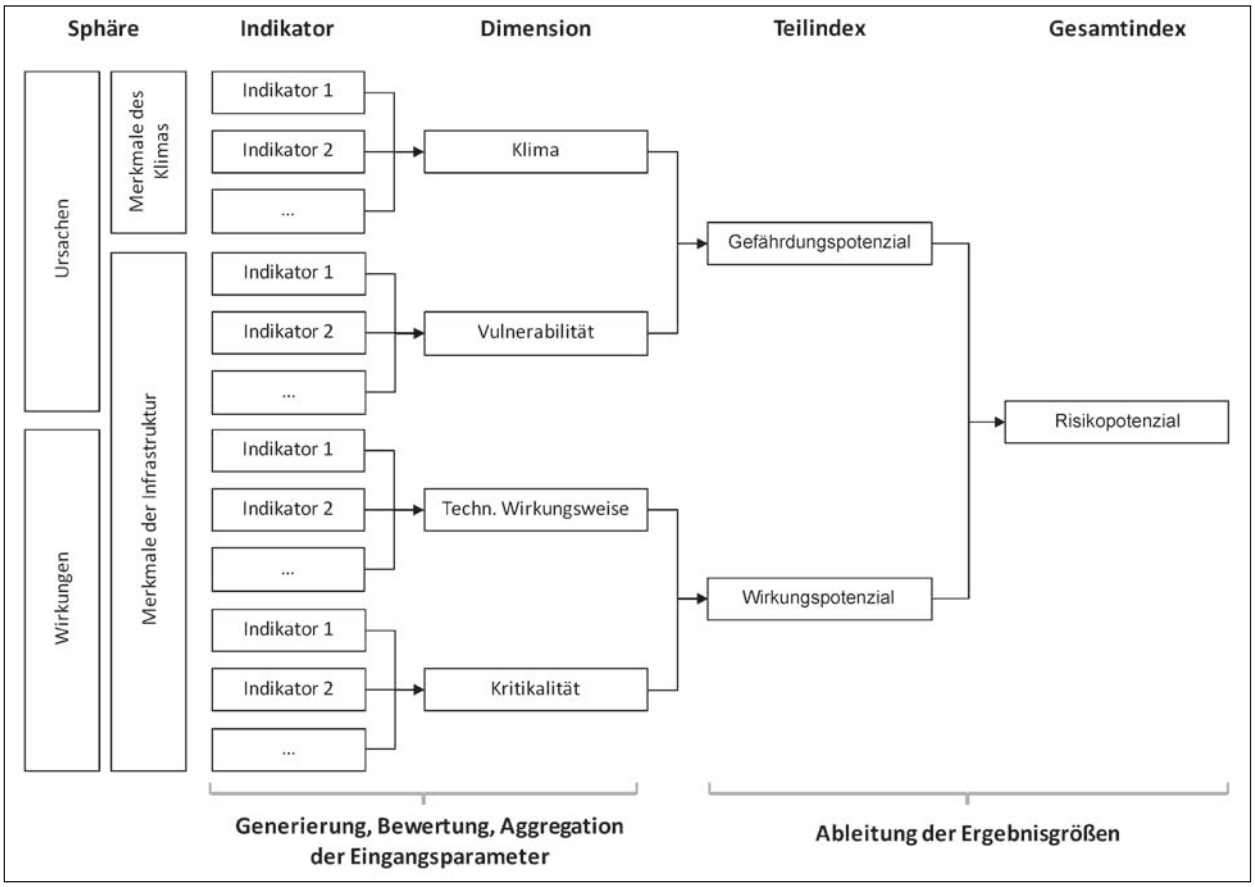


Bild 9: Grundstruktur des hierarchischen RIVA-Indikatorenmodells

Bedeutung (Kritikalität[20]) der Infrastruktur und haben so Einfluss auf das volkswirtschaftliche Ausmaß der verkehrlichen Wirkungen. Für die wirkungsbezogenen Merkmale der Infrastruktur werden daher die beiden folgenden Indikator-Dimensionen unterschieden:

- Dimension technische Wirkungsweise
  Diese Dimension umfasst alle in die Methodik einfließenden Indikatoren für Infrastrukturmerkmale, die die grundsätzliche technische Art und Weise der Wirkungen bestimmen (siehe Katalog der Wirkungen in Kapitel 3.3).
- Dimension Kritikalität
  Diese Dimension umfasst alle in die Methodik einfließenden Indikatoren der verkehrlichen Bedeutung einer Infrastruktur, die das volkswirtschaftliche Ausmaß der verkehrlichen Wirkungen mit beeinflussen.

4.1.3 Ergebnisgrößen als Indizes

In hierarchischen Indikatorenmodellen werden die Informationen von Einzelindikatoren über mathematische Verknüpfungen systematisch zu einander in Beziehung gesetzt, damit thematische Zusammenhänge abgebildet und Informationen kombiniert werden. Über diese Aggregation (Kombination) von Einzelindikatoren erfolgt die Ableitung von Indizes als zusammengesetzte Indikatoren.

Im RIVA-Indikatorenmodell werden Indizes für die drei Ergebnisgrößen Gefährdungspotenzial, Wirkungspotenzial, Risikopotenzial abgeleitet.

Aus den Indikatoren der Ursachensphäre (Dimensionen Klima und Vulnerabilität) erfolgt durch Aggregation der Informationen die Ableitung eines Index für das Gefährdungspotenzial.

Aus den Indikatoren der Wirkungssphäre (Dimensionen technische Wirkungsweise und Kritikalität) erfolgt durch Aggregation der Informationen die Ableitung eines Index für das Wirkungspotenzial.

[20] Der Begriff Kritikalität beschreibt, welche Bedeutung einer Infrastruktur beigemessen wird in Bezug auf die Konsequenzen, die sich aus einer Funktionsstörung für die Verkehrs- und Warenströme und damit für die Gesellschaft ergeben. In Bezug auf Straßeninfrastruktur kann der Begriff der Kritikalität vereinfacht als verkehrliche Bedeutung verstanden werden.

Aus der Kombination dieser beiden Teilindizes erfolgt schließlich die Ableitung des Index für das Risikopotenzial. Dieser Index ist die finale Ergebnisgröße des RIVA-Indikatorenmodells. In Einklang mit dem Risikoverständnis, wonach Risiko als Funktion aus Ursache und Wirkung verstanden wird, verknüpft der Index Risikopotenzial alle Indikator-Informationen der Ursachen- und der Wirkungssphäre.

4.1.4 Grundstruktur des Indikatorenmodells

Bild 9 zeigt die Grundstruktur des RIVA-Indikatorenmodells.

Deutlich werden die Zuordnung der Indikatoren zu den Sphären „Ursachen“ und „Wirkungen“ beziehungsweise zu den Sphären „Merkmale des Klimas“ und „Merkmale der Infrastruktur“, die Gliederung in die vier Dimensionen Klima, Vulnerabilität, technische Wirkungsweise und Kritikalität sowie die als Indizes abgeleiteten drei wesentlichen Ergebnisgrößen Gefährdungspotenzial, Wirkungspotenzial und Risikopotenzial.

Die Aggregationsschritte im hierarchischen Indikatorenmodell werden in Kapitel 4.4 erläutert.

4.2 Betrachtungsmaßstab und Betrachtungseinheit der Methodik

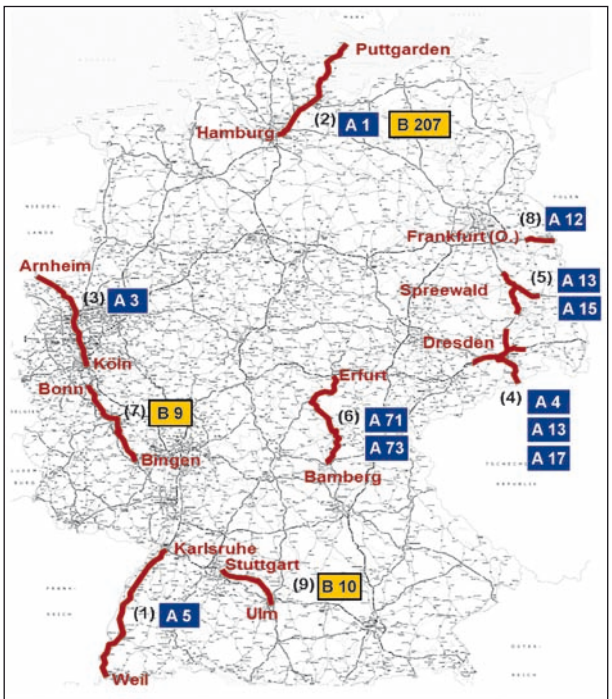
Im Rahmen der Entwicklung einer Risikobewertungsmethodik war die Festlegung einer für den Netzmaßstab geeigneten räumlichen Betrachtungseinheit (im Folgenden als Betrachtungsmaßstab bezeichnet) und die Definition der inhaltlichen Betrachtungseinheit (im Folgenden als RIVA-Betrachtungseinheit bezeichnet) notwendig.

4.2.1 Räumliche Ebene und RIVA-Betrachtungsmaßstab

Im Rahmen des RIVA-Projektes wurde ein methodischer Ansatz zur Betrachtung von Risiken für das Netz der Bundesfernstraßen (Netzebene) entwickelt. Die für eine daran anknüpfende beispielhafte Betrachtung durch den Forschungsgeber vorgeschlagenen Abschnitte des Netzes wurden als Untersuchungsstrecken[21] bezeichnet.

Bild 10 zeigt die neun Untersuchungsstrecken mit einer Gesamtlänge von ca. 1.125 km.[22] Fünf Strecken sind Teilstrecken jeweils einer Bundesfernstraße. Vier Untersuchungsstrecken (Nr. 2, 4, 5 und 6) setzen sich aus Teilstrecken von zwei bzw. drei Bundesfernstraßen zusammen.

Die Untersuchungsstrecken werden im Rahmen der RIVA-Methodik in Streckenabschnitte unterteilt. Als Streckenabschnitt wird ein Abschnitt zwischen zwei Netzknoten (Anschlussstellen, Dreiecke, Kreuze) verstanden. Die Streckenabschnitte weisen somit unterschiedliche Längen auf.



Nr.	Untersuchungsstrecke	Teilstrecken	Streckenlänge (gerundet) in km
1	A5 Karlsruhe - Basel	A5: 46 AD Karlsruhe - A5: 70 BGR Weil am Rhein	190
2	A1/B207 Hamburg - Puttgarden	B207: 1 AS Fährhafen Puttgarden - A1: 36 AD Hamburg Süd	155
3	A3 Köln - Arnheim	A3: 1 BG Elten-Autobahn - A3: 28 AD Köln-Heumar	140
4	A4/A13/A17 Dresden mit 60 km Umkreis	A4: 74 AS Berbersdorf - A4: 86 AS Ohorn;	135
		A13: 18 AS Ortrand - A13: 23 AD Dresden -Nord;	
		A17: 1 AD Dresden-West - A17: BGR D/CZ Grenzübergang	
5	A13/A15 AD Spreewald mit 60 km Umkreis	A13: 6 AS Staakow - A13: 15 AS Klettwitz;	95
		A15: 1 AD Spreewald - A15: 4 AS Cottbus-West	
6	A71/A73 Erfurt - Bamberg	A71: 12 AK Erfurt - A71: 20 AD Suhl;	150
		A73: 1 AD Suhl - A73: 21 AK Bamberg	
7	B9 Bonn - Wiesbaden	B9: Bonn Potsdamer Platz - B9/A60: 13 AS Bingen - Ost	140
8	A12 um Frankfurt (Oder)	A12: 5 AS Fürstenwalde-Ost - A12: 10 BGR Frankfurt (Oder)/Swiecke	35
9	B10 Stuttgart - Ulm	B10: Stuttgart, Kreuzung B10/B14 - B10: Ulm, Kreuzung B10/B19/B28	85
		Summe:	1125

Bild 10: Übersicht Untersuchungsstrecken

21 Die Auswahl der Untersuchungsstrecken erfolgte durch den Forschungsgeber entsprechend den in Kapitel 1.1 aufgeführten Kriterien.

22 In Kapitel 7.1 werden die Untersuchungsstrecken im Detail beschrieben.

Die Ergebnisgrößen (Gefährdungspotenzial, Wirkungspotenzial, Risikopotenzial) werden je Streckenabschnitt generiert.

4.2.2 RIVA-Betrachtungseinheit

Im Rahmen von Risikoidentifikation und -analyse wurde deutlich, dass klimabedingte Schäden und Einschränkungen an Risikoelementen nicht immer nur durch genau eine Art Klimaereignis hervorgerufen werden können, sondern oftmals mehrere Klimaereignisse (ggf. in Kombination[23] miteinander) für bestimmte Beeinträchtigungen eine wesentliche Rolle spielen.

Schlussfolgernd daraus wurden anhand der Matrix der Risikoelemente und Klimaereignisse (siehe Bild 7) sogenannte Schadensbildkategorien (SBK) abgeleitet.

Für eine Schadensbildkategorie kann entweder nur ein Klimaereignis ausschlaggebend sein (z. B. das Ereignis „Schnee bzw. gefrierender Regen“ für die SBK „Einschränkung Betonfahrbahnen durch Glätteereignisse“) oder es können mehrere Klimaereignisse relevant sein (z. B. „Tag-Nacht-Schwankungen bzw. Temperaturschwankungen“ und „Niedrige Temperaturen“ für die SBK „Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen“).

Eine Schadensbildkategorie umfasst typische Erscheinungsformen von Schäden, die durch die jeweiligen Klimaereignisse verursacht werden können. So werden bspw. Risse und Kantenabbrüche bei Betonfahrbahnen nicht einzeln, sondern als SBK „Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen“ zusammengefasst.

Verschiedene Klimaereignisse können an einem Risikoelement ggf. ähnliche Schadensbilder bewirken. Ein Beispiel hierfür sind oftmals temperaturbedingte Schäden und Einschränkungen resultierend aus Ereignissen hoher oder niedriger Temperaturen. Dennoch müssen hier zwei Schadensbildkategorien gebildet werden. Zum einen, weil für hohe und niedrige Temperaturereignisse in der Klimaprojektion gegenläufige Entwicklungen erwartet werden. Eine Betrachtung in einer gemeinsamen Schadensbildkategorie würde dann also zu Fehlinterpretationen führen, wenn sich Effekte gegenseitig aufheben. Zum anderen ist zu berücksichtigen, dass sich die Vulnerabilitätsindikatoren eines Risikoelements in Bezug auf die Gefährdung durch hohe oder niedrige Klimaereignisse von einander grundsätzlich oder hinsichtlich ihrer Ausprägungsstufen unterscheiden können. In solchen Fällen wurden daher zwei Schadensbildkategorien pro Risikoelement abgeleitet (bspw. SBK 1a – Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken und SBK 1b – Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken).

Die Schadensbildkategorie ist die zentrale inhaltliche Betrachtungseinheit der RIVA-Methodik. Für einen bestimmten Streckenabschnitt sollen die Ergebnisgrößen deshalb je Schadensbildkategorie ermittelt werden können. Folglich fließen für die

23 Kombinationen von Klimaereignissen in unmittelbarem oder mittelbarem zeitlichen Zusammenhang, z. B. tiefe Temperaturen im Winter und hohe Temperaturen im Sommer oder Niederschlagsereignisse in Kombination mit Temperaturschwankungen.

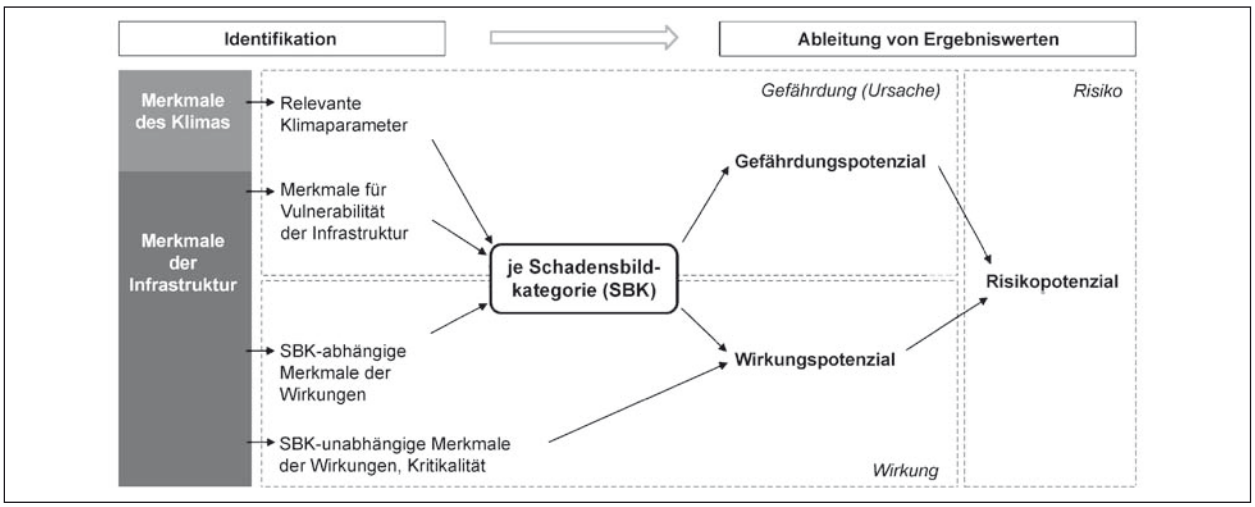


Bild 11: RIVA-Betrachtungseinheit Schadensbildkategorie (SBK) und Einfließen der SBK-abhängigen Merkmale (vereinfacht)

Betrachtung eines Streckenabschnittes für jede Schadensbildkategorie spezifische Eingangsgrößen (Merkmalsparameter) ein. Diese umfassen Parameter für Merkmale des Klimas, Merkmale der Vulnerabilität der Infrastruktur und SBK-spezifische Merkmale der Wirkungen (siehe Bild 11).

SBK-unabhängige Merkmalsparameter der Wirkungen, Eingangsgrößen und Parameter der Kritikalität fließen nur je Streckenabschnitt ein.

Entsprechend der oben beschrieben Vorgehensweise wurde aus der Matrix der elf Risikoelemente

Nr.		Schadensbildungskategorie	Anmerkungen
1 – Brücken			
	1a	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken	
	1b	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken	
	1c	Schäden und Einschränkungen an Brücken infolge Frost-Tau-Wechsel	
	1d	Schäden und Einschränkungen an Brücken durch Hochwasser	Keine flächendeckenden Hochwassergefährdungskarten, derzeit nicht auswertbar
	1e	Schäden und Einschränkungen an Brücken durch Starkwind	Klimaprojektion für Starkwinde nicht verlässlich, derzeit nicht auswertbar
2 – Durchlässe			
	2a	Schäden und Einschränkungen an Durchlässen durch Hochwasser	Keine flächendeckenden Hochwassergefährdungskarten, derzeit nicht auswertbar
3 – Tunnel und Tröge			
	3a	Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln	
	3b	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln (Portalbereich)	
	3c	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln (Portalbereich)	
	3d	Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen	
	3e	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen	
	3f	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen	
4 – Stützbauwerke, Hang- und Felssicherung			
	4a	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen	
	4b	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen	
	4c	Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen	
5 – Böschungen			
	5a	Schäden und Einschränkungen durch witterungsbedingte Böschungsrutschungen	Gefahrenhinweiskarten aus dem BASt Forschungsprojekt Böschungsrutschungen[1)]
6 – Fahrbahn-Asphalt			
	6a	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen	
	6b	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen	
	6c	Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch Hochwasser	Keine flächendeckenden Hochwassergefährdungskarten, derzeit nicht auswertbar
	6d	Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch ungenügenden Wasserabfluss (Aquaplaning)	
	6e	Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch Glätteereignisse	
7 – Fahrbahn-Beton			
	7a	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen	
	7b	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen	
	7c	Einschränkungen auf Betonfahrbahnen durch Hochwasser	Keine flächendeckenden Hochwassergefährdungskarten, derzeit nicht auswertbar
	7d	Einschränkungen auf Betonfahrbahnen durch ungenügenden Wasserabfluss (Aquaplaning)	
	7e	Einschränkungen Betonfahrbahnen durch Glätteereignisse	

[1)] Weiterentwicklung eines Modells zur Abschätzung rutschungsgefährdeter Gebiete entlang des Bundesfernstraßennetzes und Erstellung einer bundesweiten Gefahrenhinweiskarte (FE 05.0170/2011/MRB)

Tab. 1: Katalog der Schadensbildkategorien

Nr.		Schadensbildungskategorie	Anmerkungen
8 – Ausstattung, Verkehrszeichenbrücken, Lärmschutz			
	8a	Schäden und Einschränkungen an Ausstattungselementen durch Starkwind	Klimaprojektion für Starkwinde nicht verlässlich, derzeit nicht auswertbar
9 – Entwässerung (Ableitungssysteme)			
	4av	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen	
	4b	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen	
10 – Entwässerung (Behandlungssysteme)			
	10a	Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Becken bei Starkregen	
	10b	Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Becken bei Trockenperioden	
	10c	Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Becken bei Schnee- und Frostereignissen	
11 – Verkehrsteilnehmer			
	11a	Belastungen der Verkehrsteilnehmer durch Hitze (Hitzestress)	
	11b	Sichtbehinderungen der Verkehrsteilnehmer durch Starkregen	
	11c	Gefährdung der Verkehrsteilnehmer durch Starkwinde	Klimaprojektion für Starkwinde nicht verlässlich, derzeit nicht auswertbar

Tab. 1: Fortsetzung

und der Klimaereignisse ein Katalog von 35 Schadensbildkategorien abgeleitet (siehe Tabelle 1). Hiervon entfallen 32 auf ortsfeste Risikoelemente und drei auf das mobile Risikoelement Verkehrsteilnehmer.

4.3 Herleitung der Indikatoren

Für alle vier Merkmalsdimensionen (siehe Erläuterungen in Kapitel 4.1.2) mussten Indikatoren bestimmt werden.

Für jeden Indikator war festzulegen:

- Bezeichnung des Indikators,
- Wichtung des Indikators,
- Ausprägungsstufen des Indikators („Niedrig“, „Mittel“, „Hoch“, „Sehr hoch“).

Es wurden nur als hinreichend relevant erachtete Indikatoren einbezogen.

Die Bestimmung der Indikatoren erfolgte in einem iterativen Prozess in engem Zusammenhang mit der Festlegung der zu betrachtenden Schadensbildkategorien, da – wie oben dargestellt – die Abgrenzung der Schadensbildkategorien u. a. durch die jeweiligen Klima- und Vulnerabilitätsindikatoren beeinflusst wird.

Das RIVA-Projekt berührt eine sehr große Breite an Themen im Zusammenhang mit Klimaprojektionen, technischen und funktionalen Aspekten bei Bau, Erhaltung und Betrieb von Straßen bis hin zur Unfallforschung und volkswirtschaftlichen Betrachtungen. Verschiedenste Teilaspekte waren bzw. sind bereits Gegenstand von Forschungsprojekten, die Berührungspunkte zu für RIVA relevante Fragestellungen haben. Dennoch eigneten sich zum Zeitpunkt der Projektbearbeitung nur wenige Ergebnisse zur unmittelbaren Weiterverwendung als Eingangsdaten für die systematische Risikobetrachtung im komplexen RIVA-Kontext.

Um trotzdem für möglichst viele Schadensbildkategorien zumindest indikative Ergebnisse generieren zu können, mussten da, wo nicht auf geeignete Daten bzw. Forschungsergebnisse zurückgegriffen werden konnte, Indikatoren im Rahmen des RIVA-Projektes hergeleitet werden. Einen wesentlichen Beitrag leistete hier die interdisziplinäre Diskussion in den Expertenworkshops.

Die Herleitung von Indikatoren im Rahmen des RIVA-Projektes kann detaillierte Forschungsarbeit und die notwendige Verbesserung der zur Verfügung stehenden Datengrundlagen aber selbstverständlich nicht ersetzen.

Das Set der für das Pilotwerkzeug festgelegten Indikatoren soll daher nicht als endgültig verstanden

werden. Es ist vielmehr ein Starterset, das auf der Basis weiterer Erkenntnisse und verbesserter Datengrundlagen angepasst und fortgeschrieben werden kann und muss.

4.3.1 Indikatoren der Dimension Vulnerabilität

Grundlage der Herleitung von Indikatoren waren Ergebnisse anderer Forschungsprojekte, Richtlinien und Bemessungsvorschriften sowie insbesondere die Diskussionsergebnisse der beiden Expertenworkshops.

Die Indikatoren zur Beschreibung und Bewertung der Vulnerabilität eines Risikoelements gegenüber den für eine Schadensbildkategorie relevanten Klimaereignissen können drei Bereichen zugeordnet werden:

- Indikatoren der verkehrlichen Belastung
  Verkehrsmenge oder die Verkehrszusammensetzung haben Einfluss auf die Vulnerabilität. Typische Indikatoren sind hier das Gesamtverkehrsaufkommen oder das Verkehrsaufkommen des Schwerlastverkehrs.

- Indikatoren der individuellen Lage und Trassierung
  Risikoelemente gleicher Bauweise können durch individuelle Lagemerkmale einer unterschiedlichen Gefährdung durch ein Klimaereignis ausgesetzt sein. Beispielsweise ist ein Streckenabschnitt in Betonbauweise an einem Südhang aufgrund der zusätzlich wirkenden und längeren Sonneneinstrahlung einer stärkeren Gefährdung gegenüber hohen Temperaturen ausgesetzt als eine Strecke in Betonbauweise an einem Nordhang.

- Indikatoren baulicher bzw. konstruktiver Merkmale
  Diese Indikatoren beschreiben die Vulnerabilität eines Risikoelementes aufgrund seiner Konstruktion, seines Materials, seiner Dimensionierung bzw. Bemessung und seines Erhaltungszustandes. Da Bemessungsvorschriften immer wieder Überarbeitungen unterliegen, um die Sicherheit und die Nutzungsdauer eines Infrastrukturelements zu erhöhen, ändern sich mit der Zeit Dimensionierungsanforderungen. Folglich kann neben konkreten technischen Parametern zum Beispiel auch das Baujahr als Indikator herangezogen werden.[24]

Im Zuge der Identifikation der relevanten Indikatoren wurde zudem betrachtet, auf welcher Datengrundlage eine Bewertung der Indikatoren erfolgen kann.

Die RIVA-Bewertungsmethodik soll Grundlage für eine spätere netzweite Bewertung, bspw. für die Auftragsverwaltungen der Länder, sein. Aus diesem Grund war es wichtig, dass für die Bewertung auf automatisch auswertbare Informationen und Dokumentationen zurückgegriffen werden kann. Datenbanken der Länder oder des Bundes bzw. der BASt, die die wesentlichen Informationen zu Strecken (bspw. IT-ZEB-Server) oder zu Ingenieurbauwerken (SIB-Bauwerke) erfassen, standen daher im Mittelpunkt. Jedoch wurden, wo notwendig, dennoch Indikatoren bestimmt, die noch nicht automatisch auswertbar sind. Eine netzweite Bewertung und vollständige Berücksichtigung solcher Indikatoren wird folglich erst möglich, wenn die entsprechenden Datengrundlagen bereitgestellt werden können.

Bestandteil der Identifikation der Indikatoren war die Festlegung von Ausprägungsstufen als Grundlage der Bewertung. Die RIVA-Methodik arbeitet mit den vier Ausprägungsstufen „Niedrig“, „Mittel“, „Hoch“, „Sehr hoch“, für die jeweils entsprechende Eigenschaften festgelegt wurden.

Die für den Indikator „Zustandsnote“ für die SBK „Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken“ festgelegten Bereiche der Ausprägungsstufen stellen sich bspw. wie folgt dar:

- „Niedrig“ – Zustandsnote ist kleiner als 2 ($X < 2$),
- „Mittel“ – Zustandsnote ist in einem Bereich größer oder gleich 2 und kleiner 2,5 ($2 \leq X < 2{,}5$),
- „Hoch“ – Zustandsnote ist in einem Bereich größer oder gleich 2,5 und kleiner 3,5 ($2{,}5 \leq X < 3{,}5$),
- „Sehr hoch“ – Zustandsnote ist größer oder gleich 3,5 ($3{,}5 \leq X$).

[24] Bspw. wurde die Berücksichtigung eines Lastfalls Temperatur bei Dimensionierung und Nachrechnung von Brückenbauwerken eingeführt, wodurch die Widerstandsfähigkeit gegenüber Temperaturschwankungen erhöht werden soll. Um dies hinreichend genau in der Bewertung der Vulnerabilität berücksichtigen zu können, wird bspw. das Baujahr für Brückenbauwerke als ein Indikator verwendet.

Zur Bewertung des Indikators erfolgt eine Einordnung der Eigenschaften des betrachteten Risikoelements in die Ausprägungsstufen. Weist bspw. eine Brücke für den Indikator „Zustandsnote“ die Eigenschaft „3,0“ auf, so erfolgt eine Zuordnung in die Ausprägungsstufe „Hoch“. Dies ist in Verbindung mit den Einzelbewertungen der anderen Indikatoren der Schadensbildkategorie Grundlage für die Verdichtung der Einzelbewertungen zu einem Vulnerabilitätswert (siehe hierzu weiter Kapitel 4.4.1.2).

Nach der Festlegung der Ausprägungsstufen erfolgte für jeden Indikator die Einschätzung seiner Bedeutung gegenüber den anderen Indikatoren der Schadensbildkategorie. Die Einstufung dieser (Ge-)Wichtung erfolgte in 5%-Schritten.

4.3.2 Indikatoren der Dimension Klima

In Bild 7 sind die für die jeweilige Schadensbildkategorie relevanten Klimaereignisse dargestellt. Diese Zuordnung war die Grundlage für die Identifikation der jeweiligen Klimaindikatoren.

Unter einem Klimaindikator werden einzelne Parameter (Klimasignale) zur Beschreibung eines Klimaereignisses verstanden. Das Klimaereignis „Hohe Temperaturen“ kann beispielweise durch die folgenden Klimaindikatoren beschrieben werden:[25]

- „Anzahl Heißer Tage“,
- „Anzahl Sommertage“,
- „Anzahl Hitzeperioden“,
- „Anzahl Tropennächte“,
- „Höchsttemperatur“.

Für die neun Klimaereignisse, für die belastbare Projektionsdaten verwendet werden können, steht ein Katalog von insgesamt 18 Klimaindikatoren (Klimasignalen) zur Verfügung. Die Anzahl der Klimaindikatoren pro Klimaereignis variiert. Oft wird ein Klimaereignis nur durch einen Klimaindikator beschrieben, für andere Klimaereignisse können mehrere Klimaindikatoren herangezogen werden.

Stehen für ein Klimaereignis mehrere Klimasignale zur Verfügung, wurden die für die einzelnen Schadensbildkategorien als relevant erachteten im Rahmen der Expertendiskussion festgelegt.

Ebenso wie bei den Vulnerabilitätsindikatoren erfolgte für jeden Indikator SBK-spezifisch die Festlegungen der vier Ausprägungsstufen „Niedrig“, „Mittel“, „Hoch“ und „Sehr hoch“ sowie seiner Wichtung (in 5%-Schritten).

Die Expertendiskussion oder auch Unterschiede in den verschiedenen Bemessungsvorschriften machten es zudem notwendig zu differenzieren, ob die Wertebereiche der Ausprägungsstufen über absolute Werte oder über absolute oder prozentuale Veränderungen darzustellen sind. So können in Abhängigkeit der Schadensbildkategorie bei der Verwendung des Klimasignals „Höchsttemperatur“ beispielsweise die absolut erreichbaren Werte (37 °C und 40 °C) oder die Veränderung gegenüber den Beobachtungswerten als absolute Veränderung in Kelvin (+3K oder +5K) relevant sein.

So erfolgt für die Bewertung ein Abstellen auf die Veränderung (prozentual oder absolut) in den regionalen Klimaprojektionen gegenüber den Beobachtungswerten[26] z. B. dann, wenn in den Bemessungsvorschriften je nach Region unterschiedliche Bemessungsgrößen zu berücksichtigen sind.[27]

4.3.3 Indikatoren der Dimension Technische Wirkungsweise und der Dimension Kritikalität

Die grundsätzliche Art und Weise der Wirkungen (siehe hierzu die Begriffsverständnisse gem. Kapitel 2.2.2 und Kapitel 3.3) im Falle des Eintritts von Schäden lässt sich in fünf wesentliche Wirkungsweisen gliedern. Diese fünf Wirkungsweisen wurden als Hauptindikatoren der Sphäre Wirkungen bestimmt. Sie umfassen:

- Ersatzinvestitionsaufwand,
- Erhaltungsaufwand,
- Betriebsdienstaufwand,
- Unfallkosten,
- Verkehrsbehinderungen.

---

25 Eine genaue Beschreibung der hier aufgeführten Klimaindikatoren erfolgt in Kapitel 5.1.8.

26 Es wird von der Annahme ausgegangen, dass der jeweilige Beobachtungswert (Zeitraum 1971-2000) Eingang in die Bemessung des Risikoelementes hatte.

27 In den Tabellen von Kapitel 5.3 werden dafür folgende Abkürzungen verwendet: aV: absolute Veränderung, pV: prozentuale Veränderung, aW: absoluter Wert.

Für die zu beantwortenden Fragestellungen standen keine passgenauen bzw. aussagekräftigen Untersuchungen zur Verfügung, die für eine unmittelbare Untersetzung der Indikatoren mit Werten geeignet wären. Nur für einige Teilaspekte konnte auf statistische Daten zurückgegriffen werden.

Trotz dieser substanziellen Datenlücke sollte im Rahmen von RIVA dennoch zumindest eine indikative Bewertung der Wirkungspotenziale für die Untersuchungsstrecken möglich gemacht werden. Denn ohne diesen Schritt hätte auch die Ableitung der finalen Ergebnisgröße, des Risikopotenzials als Produkt aus Gefährdungs- und Wirkungspotenzial, nicht erfolgen können.

Daher mussten im Rahmen des RIVA-Projektes Unterindikatoren bestimmt werden, aus deren hierarchischer Verknüpfung Werte für die Hauptindikatoren hergeleitet werden können.

Ein durch den Forschungsnehmer entwickeltes Konzept aus Unterindikatoren 1., 2. und teilweise 3. Ordnung war Grundlage der fachlichen Diskussion im zweiten Expertenworkshop sowie einer weiteren Expertenrunde im April 2013.

Das entwickelte Indikatoren-Set für das Wirkungspotenzial wird für die Betrachtung aller Schadensbildkategorien angewendet. Ein Teil der Unterindikatoren wird abhängig von der jeweiligen Schadensbildkategorie, ein anderer Teil abhängig vom betrachteten Streckenabschnitt bewertet (siehe hierzu auch die Erläuterungen in Kapitel 4.2.2).

Für alle Haupt- und Unterindikatoren wurden Wichtungen entsprechend ihrer jeweiligen Bedeutung gegenüber den anderen Indikatoren der gleichen Aggregationsstufe sowie die Ausprägungsstufen „Niedrig“, „Mittel“, „Hoch“ und „Sehr hoch“ festgelegt. Die zusätzliche Ausprägungsstufe „kein Einfluss“ wurde für die fünf SBK-spezifisch zu bewertenden Unterindikatoren 1. Ordnung eingeführt (siehe dazu die folgenden Erläuterungen).

Für die Herleitung der Hauptindikatorwerte wurden sieben Unterindikatoren 1. Ordnung bestimmt.

Sechs der Unterindikatoren beziehen sich auf die technische Art und Weise der Wirkungen (Dimension Technische Wirkungsweise):

1. Ersatzinvestitionskostenklasse,
2. Erhaltungskostenklasse,
3. Betriebskostenklasse,
4. Unfallkostenklasse,
5. Behinderungskostenklasse,
6. Herstellungskostenklasse.

Dabei werden die Unterindikatoren 1 bis 5 SBK-spezifisch bewertet. Eine Schadensbildkategorie wird also dahingehend beurteilt, ob und – wenn ja – in welcher Intensität (Ausprägung) damit verbundene Schadensbilder aufgrund ihres grundsätzlichen Charakters potenziell eine Erhöhung von Ersatzinvestitionen, Erhaltungskosten oder Betriebskosten verursachen bzw. zur Erhöhung der Unfallkosten beitragen oder den Verkehrsfluss behindern können. Nicht für alle Schadensbildkategorien wurde jede der fünf Kostenklassen als relevant eingeschätzt. Deshalb umfassen die Ausprägungsstufen dieser SBK-abhängigen Indikatoren neben den vier Ausprägungsstufen „Niedrig“, „Mittel“, „Hoch“ und „Sehr hoch“ auch die Ausprägungsstufe „Kein Einfluss“.

Über den SBK-unabhängigen Unterindikator 6 fließen die grundsätzlichen Rahmenbedingungen des jeweils zu betrachtenden Streckenabschnitts in die Bewertungen ein. Dabei wird über eine Einordnung des Abschnittes in eine Herstellungskostenklasse dem Aspekt Rechnung getragen, dass unabhängig von den Schadensbildkategorien z. B. Unterschiede in der baulichen Komplexität (bspw. Anzahl der Ingenieurbauwerke) oder auch der Anzahl der Fahrstreifen (Dimensionierung) Einfluss auf die potenziell entstehenden Zusatzkosten haben.

Über einen siebten Unterindikator wird die Dimension Kritikalität in die Bewertung einbezogen. Sind bei einer Schadensbildkategorie grundsätzlich verkehrliche Wirkungen in Form von Verkehrsbehinderungen zu erwarten, entstehen umso höhere Nutzerkosten, je höher die Kritikalität eines Streckenabschnittes ist.

Durch die Einbeziehung der SBK-unabhängigen Unterindikatoren 1. Ordnung (Herstellungskostenklasse und Kritikalität) können sich beim Vergleich unterschiedlicher Streckenabschnitte in Bezug auf eine Schadensbildkategorie im Ergebnis unterschiedliche Wirkungspotenziale ergeben. Ein baulich komplexer Streckenabschnitt bspw. mit vielen und/oder kostenintensiven Ingenieurbauwerken birgt ein größeres Wirkungspotenzial als ein Streckenabschnitt mit wenigen und/oder nicht kostenintensiven Ingenieurbauwerken.

Für die Herleitung der Werte der Unterindikatoren 1. Ordnung wurden folgende Unterindikatoren 2. Ordnung bzw. 3. Ordnung bestimmt.

Die Bewertung der Indikatoren für jede Schadensbildkategorie erfolgte im Rahmen der Expertendiskussionen.

Ersatzinvestitionskostenklasse

- Gegenwärtige Höhe der Kosten [%]
  Geschätzte Höhe der zu erwartenden Kosten bei Eintritt von Schäden der SBK in Relation zu den durchschnittlichen Gesamtherstellungskosten eines Kilometers Straße,
- Gegenwärtige Häufigkeit des Schadenseintritts [1/a]
  Mit welcher Frequenz treten Schäden der SBK gegenwärtig in etwa pro Jahr auf?

Die Indikatoren der Ersatzinvestitionskostenklasse sind gleichwertig und gehen daher jeweils mit einer Wichtung von 50 % ein.

Erhaltungskostenklasse

- Gegenwärtiger Anteil an Erhaltungskosten [%];
  Geschätzter Anteil der durch Schäden der SBK typischerweise verursachten Erhaltungskosten an den durchschnittlichen jährlichen Gesamterhaltungskosten an einem Kilometer Straße,
- Veränderung bei Zunahme [28]
  In welchem Maße würde eine Zunahme der Schäden zu einer Verkürzung der Erhaltungszyklen führen?

Die beiden Indikatoren gehen jeweils zu 50 % in die Bewertung der Erhaltungskostenklasse ein.

Betriebsdienstkostenklasse

- Anteil an Betriebskosten [%]
  Gegenwärtiger Anteil der durch Schäden der Schadensbildkategorie typischerweise verursachten Betriebsdienstkosten an den durchschnittlichen jährlichen Gesamtbetriebsdienstkosten an einem Kilometer Straße.

Unfallkostenklasse

- Häufigkeit [29]
  Häufigkeit von im Zusammenhang mit Schäden der SBK entstehenden Unfällen,
- Intensität/Schwere [30]
  Intensität und Schwere (Sach- und Personenschäden) der im Zusammenhang mit Schäden der SBK entstehenden Unfällen.

Die beiden Indikatoren gehen jeweils zu 50 % in die Bewertung der Unfallkostenklasse ein.

Behinderungskostenklasse

- Dauer [31]
  Dauer der durch Schäden der SBK typischerweise hervorgerufenen verkehrlichen Behinderung,
- Häufigkeit [32]
  Häufigkeit der durch Schäden der SBK typischerweise hervorgerufenen verkehrlichen Behinderung (bezogen auf ein Jahr),
- Ausmaß [33]
  Ausmaß (Verkehrsstillstand/Geschwindigkeitsreduzierung) der durch Schäden der SBK typischerweise hervorgerufenen verkehrlichen Behinderung.
- Unfallkostenklasse
  Die Indikatoren zu Dauer und Häufigkeit gehen jeweils zu 40 % und das Ausmaß zu 10 % in die Bewertung ein. Mit weiteren 10 % wird die

---

28 Indikative Einschätzung [in keine; geringe; bis 0,75, bis 0,5, mind. Halbierung des Erhaltungszyklus] im Rahmen des zweiten Expertenworkshops sowie einer weiteren Expertenrunde im April 2013.

29 Indikative Einschätzung [in „Niedrig“, „Mittel“, „Hoch“, „Sehr hoch“] im Rahmen des zweiten Expertenworkshops sowie einer weiteren Expertenrunde im April 2013.

30 Siehe Fußnote 29.

31 Indikative Einschätzung [in keine, bis 2 Tage, > 2 Tage bis 2 Wochen, > 2 Wochen bis 2 Monate, > 2 Monate] im Rahmen des zweiten Expertenworkshops sowie einer weiteren Expertenrunde im April 2013.

32 Indikative Einschätzung [in nie , H < 1/50 (seltener als 1 x in 50 Jahren), 1/50 ≤ H < 1/10 (einmal in 50 Jahren bis seltener als 1 x in 10 Jahren), 1/10 ≤ H < 1 (einmal in 10 Jahren bis seltener als 1 x pro Jahr), H ≥ 1 (mind. 1 x im Jahr)] im Rahmen des zweiten Expertenworkshops sowie einer weiteren Expertenrunde im April 2013.

33 Indikative Einschätzung [in keine, nur Geschwindigkeitsreduzierung, Geschwindigkeitsreduzierung und tempor. Verringerung der Anzahl der Fahrspuren, kurzfristige i. d. R. planbare Sperrungen, Geschwindigkeitsreduzierung und länger andauernde Verringerung der Anzahl der Fahrspuren, evtl. kurzfristige nicht planbare Sperrungen, i. d. R. mit länger anhaltenden Sperrungen verbunden] im Rahmen des zweiten Expertenworkshops sowie einer weiteren Expertenrunde im April 2013.

Unfallkostenklasse berücksichtigt. Dadurch werden verkehrliche Behinderungen, die als Folge von Unfällen auftreten, erfasst.

Die Unterindikatoren 1. Ordnung „Herstellungskostenklasse“ und „Kritikalität“ beziehen sich jeweils auf den zu betrachtenden Streckenabschnitt.

Herstellungskostenklasse

- Bauliche Komplexität

  Unterindikatoren 3. Ordnung:

  - Anteil an Ingenieurbauwerken im Streckenabschnitt[34] (zu 30 %),
  - Art des Baugrundes [35] (zu 20 %),
  - Urbanität [36] (zu 30 %),
  - Geländewelligkeit [37] (zu 20 %).
- Anzahl der Fahrstreifen[38]

Die beiden Indikatoren Bauliche Komplexität und Anzahl der Fahrstreifen gehen jeweils zu 50 % in die Bewertung der Herstellungskostenklasse ein.

Kritikalität

Die Kritikalität eines Streckenabschnittes beschreibt seine verkehrliche Bedeutung im Netz. Über Methoden der Verkehrsmodellierung, z. B. durch eine Engpassanalyse, ließen sich für jeden Streckenabschnitt in einem Verkehrsnetz entsprechende Bewertungen generieren. Die Ergebnisse solcher Analysen könnten unmittelbar als Eingangswerte für den Indikator Kritikalität in die Risikobewertung mittels RIVA-Methodik einfließen. Für das RIVA-Projekt standen jedoch keine derartigen Datengrundlagen zur Verfügung. Daher wurden Indikatoren genutzt, mit deren Hilfe die Kritikalität von Streckenabschnitten annähernd (hilfsweise) beschrieben werden kann und für welche auswertbare Daten vorliegen. Folgende Indikatoren wurden herangezogen:[39]

- Gesamtverkehrsmenge (35 %/45 %),
- Verkehrsmenge des Schwerverkehrs (35 %/45 %),
- Auslastungsgrad [40] (20 %/0 %),
- Bedeutung im TEN-Netz (10 %/10 %).

Die Werte der Kostenklassen und der Kritikalitätswert werden in einem weiteren Schritt zu den fünf Wirkungsdimensionen zusammengeführt (siehe hierzu Kapitel 4.4.1.3). Aus den Wirkungsdimensionen wird das Wirkungspotenzial für die betrachtete Schadensbildkategorie in Bezug auf den jeweiligen Streckenabschnitt bestimmt. Hierbei werden für die Indikatoren der Kritikalität die unterschiedlichen Gewichtungen – resultierend daraus, ob nach Einschätzung der Experten Schäden einer Schadensbildkategorie typischerweise eher zu einer Teilsperrung oder zu einer Vollsperrung führen – in den Berechnungen der Wirkungsdimension Verkehrsbehinderungen berücksichtigt (s. oben).

4.4 Bewertung und Aggregation der SBK-spezifischen Indikatoren

Für die Risikobewertung werden die Indikatoren der vier Dimensionen schrittweise aggregiert. Diese Informationsverdichtung folgt der Grundstruktur des hierarchischen RIVA-Indikatorenmodells (siehe Bild 9).

Zentrale Ergebnisgrößen sind:

- Gefährdungspotenzial,

---

34 Verhältnis von Fläche Ingenieurbauwerke zu befestigte Fläche des Streckenabschnittes [Einteilung in: Anteil Ingenieurbauwerke < 10 %, Anteil Ingenieurbauwerke < 25 %, Anteil Ingenieurbauwerke < 50 %, Anteil Ingenieurbauwerke ≥ 50 %].

35 Einteilung in: unproblematischer Untergrund (Typ1), mehrheitlich unproblematischer Untergrund (Typ1), mehrheitlich mäßig problematischer Untergrund (Typ2), mehrheitlich mäßig problematischer Untergrund (Typ3). Hierfür wurden Bodenübersichtskarten herangezogen.

36 Einteilung in: außerhalb von Siedlungsbereichen, mehrheitlich außerhalb von Siedlungsbereichen, mehrheitlich innerhalb von Siedlungsbereichen, innerhalb von Siedlungsbereichen.

37 Einteilung in: mehrheitlich niedrige Reliefunterschiede, mehrheitlich mittlere Reliefunterschiede, mehrheitlich hohe Reliefunterschiede, mehrheitlich sehr hohe Reliefunterschiede. Hierfür wurde das digitale Geländemodell DGM10 verwendet.

38 Einteilung in: 2- und 3-streifige Bundesstraßen, 4-streifige Bundesstraßen und Autobahnen, 6-streifige Autobahnen, 8-streifige Autobahnen.

39 Der jeweils erste Wert der Wichtung bezieht sich auf Teilsperrungen und der jeweils zweite Wert auf Vollsperrungen des Streckenabschnittes.

40 Verhältnis von Gesamtverkehrsmenge zu Kapazität des Streckenabschnittes. Angaben zur Kapazität eines Streckenabschnittes können bspw. der RAA bzw. RAL in Abhängigkeit der Anzahl der Fahrstreifen entnommen werden.

- Wirkungspotenzial,
- Risikopotenzial.

Aus den Informationen der Ursachensphäre wird die Ergebnisgröße Gefährdungspotenzial, aus den Informationen der Wirkungssphäre die Ergebnisgröße Wirkungspotenzial generiert. Aus Gefährdungspotenzial und Wirkungspotenzial wird schließlich die finale Ergebnisgröße Risikopotenzial gebildet.

Alle Bewertungen beziehen sich grundsätzlich auf einen Streckenabschnitt. Es erfolgt keine Aggregation von Werten über mehrere Streckenabschnitte.

Die Betrachtung eines Streckenabschnittes kann jedoch für nur eine Schadensbildkategorie, über eine Auswahl von Schadensbildkategorien oder über alle Schadensbildkategorien erfolgen.

Werden mehrere Schadensbildkategorien einbezogen, erfolgt für diese eine Aggregation der zentralen Ergebnisgrößen Gefährdungspotenzial, Wirkungspotenzial und Risikopotenzial zu je einem Gesamtwert für den betreffenden Streckenabschnitt.

4.4.1 Zwischenwerte in den Dimensionen

Bei der schrittweisen Aggregation der Indikatorwerte für die Betrachtung einer Schadensbildkategorie werden in den Merkmalsdimensionen Zwischenwerte gebildet. Diese umfassen:

- Kombinationswert Klima,
- Vulnerabilitätswert,
- Werte der fünf Wirkungsweisen.

4.4.1.1 Kombinationswert Klima

Der Kombinationswert Klima fasst für eine Schadensbildkategorie im betrachteten Streckenabschnitt alle Informationen der Dimension Klima zusammen. Er fließt in die Ableitung des Gefährdungspotenzials ein.

Der Kombinationswert Klima wird durch die Aggregation der Einzelbewertungen der Klimaindikatoren für den zu betrachtenden Zeitraum gebildet.

Dafür werden die relevanten Klimaprojektionsdaten durch Einordnung in die jeweiligen vier Ausprägungsstufen („Niedrig“ – 1 bis „Sehr hoch“ – 4) bewertet. Anhand der den einzelnen Indikatoren zugewiesenen Gewichtungen erfolgt anschließend die Bildung gewichteter Indikatorwerte. Der Kombinationswert-Klima ergibt sich schließlich als Summe dieser gewichteten Indikatorwerte.

Der Kombinationswert Klima kann einen Wertebereich von 1 bis 4 annehmen. Entsprechend den Festlegungen zu den Ausprägungsstufen hat bei gleichem Vulnerabilitätswert ein niedriger Kombinationswert Klima ein geringeres Gefährdungspotenzial zur Folge, während ein hoher Kombinationswert Klima ein höheres Gefährdungspotenzial bedeutet.

Für die Projektionszeiträume 2011-2040, 2041-2070 und 2071-2100 fließen aus den Projektionsdaten für jeden Klimaindikator jeweils ein Minimalwert, ein Mittelwert und ein Maximalwert in die Betrachtung ein (siehe Kapitel 5.1.6). Für den Beobachtungszeitraum (1971-2000) wird nur der Mittelwert bestimmt. Der Kombinationswert Klima kann folglich für alle Projektionszeiträume sowohl über die Minimal-, Maximal- oder Mittelwerte berechnet werden. Dadurch können bei der Bewertung des Risikopotenzials Unsicherheiten durch Bandbreiten der Klimaprojektionen abgebildet werden.[41]

Bild 12 zeigt beispielhaft für die Schadensbildkategorie Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen (SBK 06a) für den Betrachtungszeitraum 2041-2070 die Bestimmung eines Kombinationswertes Klima. Zunächst erfolgt die Einordnung der Projektionswerte in die jeweiligen Ausprägungsstufen. Eine Anzahl von 15,58 heißen Tagen im Jahr (Verwendung der Mittelwerte der Regionalisierungsmodelle) erfordert die Zuordnung der Ausprägungsstufe „Mittel“. Diese Ausprägungsstufe ist mit dem ganzzahligen Wert „2“ belegt. Durch die Multiplikation der jeweiligen ganzzahligen Werte der Ausprägungsstufen mit der jeweiligen Wichtung des Klimaindikators wird der gewichtet Indikatorwert gebildet. Durch die anschließende Summierung der einzelnen Indikatorwerte wird der Kombinationswert Klima für den Beobachtungszeitraum (2041-2070) bestimmt.

---

[41] Im Folgenden wird der Begriff Betrachtungszeitraum als Oberbegriff sowohl für den Beobachtungszeitraum bzw. die Beobachtungsperiode 1971-2000 als auch für die Projektionszeiträume bzw. Projektionsperioden 2011-2040, 2041-2070 und 2071-2100 verwendet.

Klimaindikator	Wert (2041-2070)	Ausprägungsstufen						Wichtung		Kombiwert (2041-2070)
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch	Zuordnung				
K-01.1 - Anzahl Heißer Tage [d] im Jahr	15,58	X < 10	10 ≤ X < 20	20 ≤ X < 30	30 ≤ X	Mittel=2		25%		0,5
K-01.2 - Anzahl Sommertage [d] im Jahr	49,07	X < 35	35 ≤ X < 50	50 ≤ X < 65	65 ≤ X	Mittel=2		20%		0,4
K-01.3 - Anzahl [n] der Hitzeperioden pro Jahr	0,7	X < 1	1 ≤ X < 2	2 ≤ X < 3	3 ≤ X	Niedrig=1	X	30%	=	0,3
K-01.4 - Anzahl der Tropennächte [d] im Jahr	5,02	X < 1	1 ≤ X < 3	3 ≤ X < 5	5 ≤ X	Sehr hoch=4		5%		0,2
K-01.5 - Höchsttemperatur in der Periode [T_{max} in °C]	39,87	X < 33	33 ≤ X < 37	37 ≤ X < 41	41 ≤ X	Hoch=3		20%		0,6
								100%		2,000

Bild 12: Beispielrechnung – Bewertung und Aggregation Kombinationswert Klima (SBK 06a: Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen)

4.4.1.2 Vulnerabilitätswert

Der Vulnerabilitätswert fasst für eine Schadensbildkategorie im betrachteten Streckenabschnitt alle Informationen der Dimension Vulnerabilität zusammen. Er fließt zusammen mit dem Kombinationswert Klima in die Ableitung des Gefährdungspotenzials ein.

Der Vulnerabilitätswert für eine Schadensbildkategorie wird durch Aggregation der Einzelbewertungen der Vulnerabilitätsindikatoren gebildet. Es findet keine Unterscheidung nach Betrachtungszeiträumen statt (siehe Kapitel 5.3 zur schadensbildspezifischen Auswahl der Indikatoren).

Für die Bildung des Vulnerabilitätswertes wird zunächst jeder Vulnerabilitätsindikator anhand der streckenspezifischen Daten bewertet. Die Bewertung erfolgt durch Einordnung in die jeweilige Ausprägungsstufenskale. Den vier Ausprägungsstufen „Niedrig“, „Mittel“, „Hoch“ und „Sehr hoch“ sind ganzzahlige Werte von 1 („Niedrig“) bis 4 („Sehr hoch“) zugewiesen. Wird aufgrund der Eingangsdaten der betrachtete Indikator bspw. mit „Mittel“ bewertet, wird für diesen Indikator der Wert „2“ bestimmt.

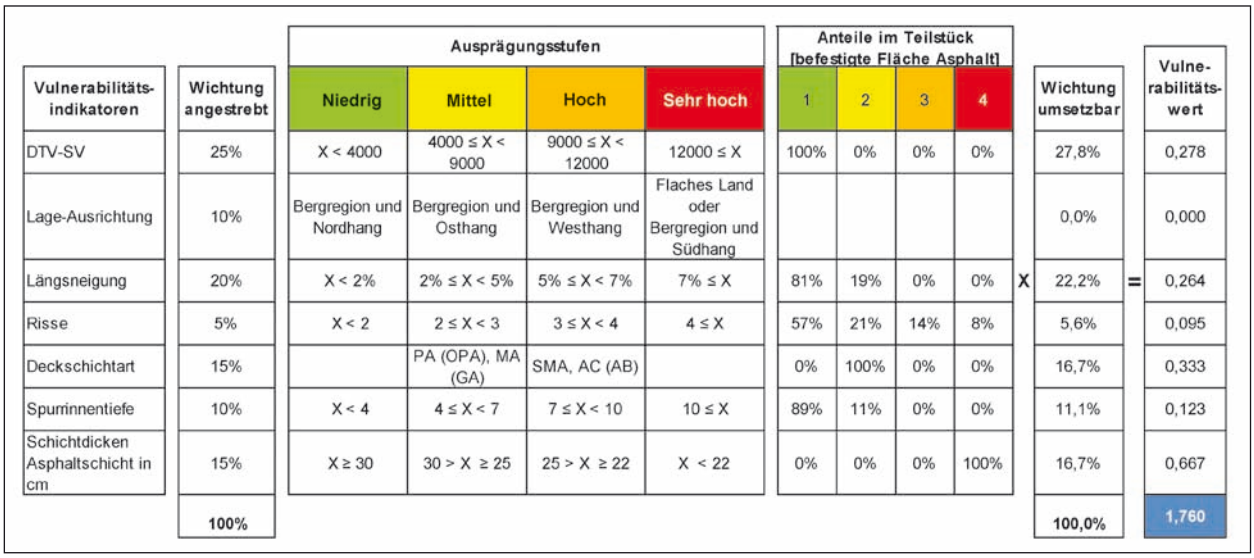
Anhand der den einzelnen Indikatoren zugewiesenen Gewichtungen erfolgt anschließend die Bildung gewichteter Indikatorwerte. Der Vulnerabilitätswert ergibt sich schließlich als Summe dieser gewichteten Indikatorwerte.[42]

Der Vulnerabilitätswert kann einen Wertebereich von 1 bis 4 annehmen. Entsprechend den Festlegungen zu den Ausprägungsstufen leitet sich bei gleicher Bewertung der Dimension Klima (Kombinationswert Klima) aus einem niedrigen Vulnerabilitätswert eine geringere Anfälligkeit und aus einem hohen Wert eine entsprechend höhere Anfälligkeit gegenüber dem betrachteten Klimaereignis ab.

Bild 13 zeigt das Vorgehen zur Bestimmung des Vulnerabilitätswertes beispielhaft für einen fiktiven Streckenabschnitt anhand der Schadensbildkategorie SBK 06a: Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen (siehe Kapitel 5.3.6.1 für Erläuterungen zu Indikatoren und Wichtung).

Zunächst wird für den Streckenabschnitt, hier in Asphaltbauweise, für die einzelnen Indikatoren die Fläche im Streckenabschnitt bestimmt, die aufgrund ihrer Beschaffenheit oder Eigenschaften den jeweiligen Wertebereichen der Ausprägungsstufen entspricht. Anschließend wird der Flächenanteil [in %] in Relation zur Fläche des Streckenabschnittes ermittelt. Für das dargestellte Beispiel bedeutet dies im Ergebnis, dass ca. 81 % der Fläche eine Längsneigung kleiner 2 % (Ausprägungsstufe „Niedrig“) und 19 % eine Längsneigung kleiner 5 % aber größer gleich 2 % (Ausprägungsstufe „Mittel“) aufweisen. Durch die Multiplikation der jeweiligen ganzzahligen Werte der Ausprägungsstufen mit den Flächenanteilen und der Wichtung des Indikators wird der gewichtete Indikatorwert bestimmt. Durch die Aufsummierung der einzelnen gewichteten Indikatorwerte wird der Vulnerabilitätswert gebildet.

42 Beachte hierzu auch Ausführungen in Kapitel 5.2.



Vulnerabilitäts-indikatoren	Wichtung angestrebt	Ausprägungsstufen: Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch	Anteile im Teilstück [befestigte Fläche Asphalt]: 1	2	3	4		Wichtung umsetzbar		Vulne-rabilitäts-wert
DTV-SV	25%	X < 4000	4000 ≤ X < 9000	9000 ≤ X < 12000	12000 ≤ X	100%	0%	0%	0%		27,8%		0,278
Lage-Ausrichtung	10%	Bergregion und Nordhang	Bergregion und Osthang	Bergregion und Westhang	Flaches Land oder Bergregion und Südhang						0,0%		0,000
Längsneigung	20%	X < 2%	2% ≤ X < 5%	5% ≤ X < 7%	7% ≤ X	81%	19%	0%	0%	X	22,2%	=	0,264
Risse	5%	X < 2	2 ≤ X < 3	3 ≤ X < 4	4 ≤ X	57%	21%	14%	8%		5,6%		0,095
Deckschichtart	15%		PA (OPA), MA (GA)	SMA, AC (AB)		0%	100%	0%	0%		16,7%		0,333
Spurrinnentiefe	10%	X < 4	4 ≤ X < 7	7 ≤ X < 10	10 ≤ X	89%	11%	0%	0%		11,1%		0,123
Schichtdicken Asphaltschicht in cm	15%	X ≥ 30	30 > X ≥ 25	25 > X ≥ 22	X < 22	0%	0%	0%	100%		16,7%		0,667
	100%										100,0%		1,760

Bild 13: Beispielrechnung – Bewertung und Aggregation Vulnerabilitätswert (SBK 06a – Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen)

4.4.1.3 Werte der Wirkungsweisen

Aus den Informationen der Unterindikatoren der Dimension technische Wirkungsweise werden durch schrittweise Aggregation die Werte der fünf Hauptindikatoren der Wirkungen (Wirkungsweisen) hergeleitet. Zusätzlich fließt der Kritikalitätswert und damit die Bewertung der Dimension Kritikalität als ein Indikator in die Bewertung der Wirkungsweise Verkehrsbehinderungen ein.

Die Werte der fünf Wirkungsweisen

- Ersatzinvestitionsaufwand,
- Erhaltungsaufwand,
- Betriebsdienstaufwand,
- Unfallkosten und
- Verkehrsbehinderungen

führen folglich die Informationen der Dimensionen „Technische Wirkungsweise“ und „Kritikalität“ zusammen. Dabei fließen sowohl SBK-spezifische als auch streckenabschnittspezifische Indikatorwerte ein. Die Werte der fünf Wirkungsweisen beziehen sich also auf eine bestimmte Schadensbildkategorie in einem bestimmten Streckenabschnitt. Sie sind Grundlage für die Ableitung des Wirkungspotenzials.

Es findet keine Unterscheidung nach Betrachtungszeiträumen statt.

Für die Wertebildung der Wirkungsweisen werden die Unterindikatoren anhand der Eigenschaften der Schadensbildkategorie bzw. des Streckenabschnittes bewertet. Die Bewertung erfolgt durch Einordnung in die jeweilige Ausprägungsstufenskale. Den vier Ausprägungsstufen Niedrig“, „Mittel“, „Hoch“ und „Sehr hoch“ sind ganzzahlige Werte von 1 („Niedrig“) bis 4 („Sehr hoch“) zugewiesen. Wird aufgrund der Eingangsdaten der betrachtete Indikator bspw. mit „Mittel“ bewertet, wird für diesen Indikator der Wert „2“ bestimmt. Bei Zuordnung zur Ausprägungsstufe „Kein Einfluss“ erfolgt eine Bewertung mit dem Wert 0.

Anhand der den einzelnen Indikatoren zugewiesenen Gewichtungen erfolgt anschließend die Bildung gewichteter Indikatorwerte. Jeder Wert der Wirkungsweisen ergibt sich schließlich als Summe seiner gewichteten Unterindikatorwerte.

Die Werte der Wirkungsweisen können einen Wertebereich von 1-4 oder 0 annehmen.

Die Unterindikatoren der fünf Wirkungsweisen werden in Kapitel 4.3.3 erläutert (siehe hier auch die Angaben zu den Gewichtungen der Indikatoren 2. und 3. Ordnung).

Für die Ableitung der Werte der fünf Wirkungsweisen werden die Unterindikatoren 1. Ordnung wie folgt aggregiert:

- Ersatzinvestitionsaufwand
  Der Hauptindikator Ersatzinvestitionsaufwand bestimmt sich aus der Ersatzinvestitionskostenklasse (80 %) und aus der Herstellungskostenklasse (20 %) des Streckenabschnittes.

- Erhaltungsaufwand
  Für den Hauptindikator Erhaltungsaufwand werden die Erhaltungskostenklasse (75 %) und die streckenbezogene Herstellungskostenklasse (25 %) zusammengeführt.
- Betriebsdienstaufwand
  Der Hauptindikator Betriebsdienstaufwand wird durch die Betriebsdienstkostenklasse (80 %) und die Herstellungskostenklasse (20 %) bestimmt.
- Unfallkosten
  Der Hauptindikator Unfallkosten leitet sich unmittelbar aus der Unfallkostenklasse (100 %) ab.
- Verkehrsbehinderung
  Der Hauptindikator Verkehrsbehinderung wird anhand der Behinderungskostenklasse (50 %) und der Kritikalität (50 %) ermittelt. In Abhängigkeit der Schadensbildkategorie ist entweder der Kritikalitätswert der Teilsperrung oder der Vollsperrung zu verwenden.

4.4.2 Ergebnisgröße Gefährdungspotenzial

Durch die Zusammenführung von Vulnerabilitätswert (VW) für die Schadensbildkategorie (i) und Kombinationswert Klima (KW) für den Betrachtungszeitraum (a) wird das Gefährdungspotenzial (GP) bestimmt. Damit das Gefährdungspotenzial ebenfalls wieder einen Wertebereich zwischen 1 und 4 annehmen kann, erfolgt die Zusammenführung entsprechend Gleichung 1:

$$GP_{a,i} = \sqrt{VW_i * KW_{a,i}} \qquad \text{Gl. 1}$$

Soll das Gesamtgefährdungspotenzial (gGP) für mehrere Schadensbildkategorien (i = 1 bis n) bestimmt werden, ist die obige Formel wie folgt zu erweitern:

$$gGP_a = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n} \sqrt{VW_i * KW_{a,i}}} \qquad \text{Gl. 2}$$

4.4.3 Ergebnisgröße Wirkungspotenzial

Durch die Zusammenführung der einzelnen Hauptindikatoren wird das Wirkungspotenzial (WP) bestimmt.

Die Hauptindikatoren werden entsprechend ihrer Bedeutung gewichtet. Im Rahmen der Expertendiskussion wurde folgende Gewichtung vorgeschlagen:

- Ersatzinvestitionen
  (20 %),
- Erhaltungsaufwand
  (30 %),
- Betriebsdienstaufwand
  (5 %),
- Unfallkosten
  (10 %),
- Verkehrsbehinderungen
  (35 %).

Aus den Werten der Hauptindikatoren wird unter Berücksichtigung ihrer Gewichtungen das Wirkungspotenzial bestimmt.

Darüber hinaus ist eine getrennte Betrachtung von Betreiber- und Nutzerkosten möglich. Zur Ableitung des Wirkungspotenzials Betreiberkosten werden die nachstehenden Wirkungsweisen mit der dargestellten Wichtung[43] zusammengeführt:

- Ersatzinvestitionsaufwand
  (36 %),
- Erhaltungsaufwand
  (55 %),
- Betriebsdienstaufwand
  (9 %).

Die Ableitung des Wirkungspotenzials Nutzerkosten erfolgt in der Zusammenführung der nachstehenden Wirkungsweisen unter Berücksichtigung der dargestellten Wichtung:[44]

- Unfallkosten
  (22 %),
- Verkehrsbehinderungen
  (78 %).

---

43 Die Wichtung entspricht dem Verhältnis zur Ableitung des Gesamtwirkungspotenzials. Die Wichtungen der innerhalb des Wirkungspotenzials Betreiberkosten nicht berücksichtigten Hauptindikatoren werden anteilsmäßig auf die verbleibenden Indikatoren aufgeteilt.

44 Die Wichtung entspricht dem Verhältnis zur Ableitung des Gesamtwirkungspotenzials. Die Wichtungen der innerhalb des Wirkungspotenzials Nutzerkosten nicht berücksichtigten Hauptindikatoren werden anteilsmäßig auf die verbleibenden Indikatoren aufgeteilt.

Die Bestimmung des Gesamtwirkungspotenzials (gWP) für mehrere Schadensbildkategorien (i = 1 bis n) erfolgt unter Berücksichtigung des Wirkungspotenzials (WP) und des abstrakten Wirkungspotenzials (aWP) der Schadensbildkategorie (i).

Das abstrakte Wirkungspotenzial ist ein rein theoretischer Wert, der das Wirkungspotenzial für einen abstrakten durchschnittlichen Autobahnkilometer beschreibt. Die Ermittlung dieser Werte je Schadensbildkategorie, also ohne Bezug zu einem konkreten Streckenabschnitt, ist notwendig, damit die Gewichtungen der Schadensbildkategorien untereinander hergeleitet werden können, wenn die Berechnung des Gesamtwirkungspotenzials für eine Gruppe von Schadensbildkategorien erfolgen soll.

Zur Ableitung des abstrakten Wirkungspotenzials für die Unterindikatoren 1. Ordnung Nr. 1 bis 5 (siehe Kapitel 4.3.3) wurden Kostensätze, die als „In-Etwa-Kostenschätzung für einen abstrakten durchschnittlichen Autobahnkilometer“ beschrieben werden können, in Orientierung an verschiedene Kostensätze/Erfahrungswerte zugrunde gelegt. Sie drücken die Relation dieser Unterindikatoren zueinander entsprechend ihrer Bedeutung aus. Unter Berücksichtigung dieser Gewichtungen können die Werte der Unterindikatoren zusammengeführt und so für jede Schadensbildkategorie ein abstraktes Wirkungspotenzial bestimmt werden.

Basis für die Festlegung des Kostenansatzes des Unterindikators 1. Ordnung „Ersatzinvestitionskostenklasse“ waren die im Wegekostengutachten 2007 für die Jahre 2007, 2008, 2010 und 2012 ausgewiesenen Bruttoanlagevermögen an Bundesautobahnen abzgl. Grunderwerb und Raststätten sowie Meistereien (ProgTrans und IWW, 2007). Aus diesen Angaben wurde ein Kostensatz von 11,314 Mio. €/km abgeleitet. Der Kostensatz wurde anschließend auf die Unterindikatoren 2. Ordnung in Abhängigkeit der für die jeweilige Schadensbildkategorie festgelegten Ausprägungsstufe angewandt.

Basierend auf den Haushaltsansätzen des Bundes für die Erhaltung an Bundesautobahnen in den Jahren 2011-2013 und in Abstimmung mit Experten wurde ein Kostensatz in Höhe von 97.000 €/km für die „Erhaltungskostenklasse“ bestimmt. Der Kostensatz wurde anschließend auf die Unterindikatoren 2. Ordnung in Abhängigkeit der für die jeweilige Schadensbildkategorie festgelegten Ausprägungsstufe angewandt.

Der Kostensatz für die „Betriebsdienstkostenklasse“ wurde ebenfalls aus den Haushaltsansätzen des Bundes für den Betriebsdienst an Bundesautobahnen für die Jahre 2011-2013 in Höhe von 41.000 €/km abgeleitet. Auch dieser Kostensatz wurde anschließend auf die Unterindikatoren 2. Ordnung in Abhängigkeit der für die jeweilige Schadensbildkategorie festgelegten Ausprägungsstufe angewandt.

Für die „Behinderungskostenklasse“ wurde aufbauend auf den Ergebnissen der Studie „Stausituation auf den Autobahnen in Nordrhein-Westfalen“ (GEISTEFELDT & LOHOFF, 2011) ein Kostensatz in Höhe von 117.000 €/km bestimmt. Auch dieser Kostensatz wurde anschließend auf die Unterindikatoren 2. Ordnung in Abhängigkeit der für die jeweilige Schadensbildkategorie festgelegten Ausprägungsstufe angewandt.

Aus den Angaben des Statistischen Bundesamtes in der Fachserie 8 Reihe 7 zu Verkehr und Verkehrsunfällen für die Jahre 2008-2012 (siehe u. a. Statistisches Bundesamt (2012); Statistisches Bundesamt, 2013)) und den Angaben zu den volkswirtschaftlichen Unfallkosten (BASt Bundesanstalt für Straßenwesen, 2011) wurde ein Kostensatz für Unfälle mit Personenschäden von 11.000 €/km abgeleitet und auf die Unterindikatoren 2. Ordnung der „Unfallkostenklasse“ angewandt.

In Tabelle 2 sind die anhand des abstrakten Wirkungspotenzials bestimmten Wichtungen der Schadensbildkategorien dargestellt.

Das Gesamtwirkungspotenzial (gWP) mehrerer Schadensbildkategorien bestimmt sich nach Gleichung 3:

$$gWP = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{aWP_i}{\sum_{i=1}^{n} aWP_i} * WP_i \right) \qquad \text{Gl. 3}$$

SBK	Beschreibung Schadensbildkategorie	Wichtung
01a	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken	3,92 %
01b	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken	3,92 %
01c	Schäden und Einschränkungen an Brücken infolge Frost-Tau-Wechsel	4,02 %
01d	Schäden und Einschränkungen an Brücken durch Hochwasser [nur in Verbindung mit Hochwassergefährdungskarten]	1,98 %
01e	Schäden und Einschränkungen an Brücken durch Starkwind [keine Klimaprojektionsdaten vorhanden – nicht betrachtet]	0,77 %
02a	Schäden und Einschränkungen an Durchlässen durch Hochwasser [nur in Verbindung mit Hochwassergefährdungskarten]	3,83 %
03a	Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln	2,80 %
03b	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln (Portalbereich)	1,59 %
03c	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln (Portalbereich)	1,59 %
03d	Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen	3,24 %
03e	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen	1,23 %
03f	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen	1,23 %
04a	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen	3,12 %
04b	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen	3,12 %
04c	Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen	3,56 %
05a	Schäden und Einschränkungen durch witterungsbedingte Böschungsrutschungen [Ergebnisse aus dem separatem Forschungsvorhaben]	2,86 %
06a	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen	6,35 %
06b	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen	6,34 %
06c	Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch Hochwasser [nur in Verbindung mit Hochwassergefährdungskarten]	1,55 %
06d	Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch ungenügenden Wasserabfluss (Aquaplaning)	3,64 %
06e	Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch Glätteereignisse	2,79 %
07a	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen	6,21 %
07b	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen	5,71 %
07c	Einschränkungen auf Betonfahrbahnen durch Hochwasser [nur in Verbindung mit Hochwassergefährdungskarten]	0,73 %
07d	Einschränkungen auf Betonfahrbahnen durch ungenügenden Wasserabfluss (Aquaplaning)	4,69 %
07e	Einschränkungen Betonfahrbahnen durch Glätteereignisse	2,79 %
08a	Schäden und Einschränkungen an Ausstattungselementen durch Starkwind [keine Klimaprojektionsdaten vorhanden – nicht betrachtet]	1,51 %
09a	Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Ableitungssysteme bei Starkregen (Aquaplaning)	2,62 %
09b	Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Entwässerung bei Schnee (Aquaplaning)	2,62 %
10a	Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Becken bei Starkregen	0,91 %
10b	Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Becken bei Trockenperioden	0,41 %
10c	Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Becken bei Schnee- und Frostereignissen	1,05 %
11a	Belastungen der Verkehrsteilnehmer durch Hitze (Hitzestress)	1,38 %
11b	Sichtbehinderungen der Verkehrsteilnehmer durch Starkregen	4,41 %
11c	Gefährdung der Verkehrsteilnehmer durch Starkwinde	1,52 %

Tab. 2: Übersicht Wichtung der Schadensbildkategorien

4.4.4 Ergebnisgröße Risikopotenzial

Das Risikopotenzial (RP) für den Betrachtungszeitraum (a) leitet sich aus dem Wirkungspotenzial (WP) und dem Gefährdungspotenzial (GP) der betrachteten Schadensbildkategorien (i = 1 bis n) für den Betrachtungszeitraum (a) wie in Gleichung 4 dargestellt ab.

$$RP_a = \sqrt{GP_a * WP} \qquad \text{Gl. 4}$$

Das Risikopotenzial ist die finale Ergebnisgröße der der RIVA-Bewertungsmethodik.

Analog wird das Gesamtrisikopotenzial (gRP) für einen Betrachtungszeitraum (a) aus den Gesamtwirkungspotenzial und dem Gesamtgefährdungspotenzial aller Schadensbildkategorien für den Betrachtungszeitraum (a) ermittelt.

5 Schadensbildkategorie-spezifische Indikatoren

5.1 Datengrundlagen zu den Merkmalen des Klimas

5.1.1 Modellierung des Klimas – Grundlagen und Antriebsgrößen

Ein sehr wichtiges Werkzeug zum Studium von Klimaänderungen sind Modelle des globalen Klimas (Globales Klimamodell, engl. General Circulation Model (GCM). In ihnen wird das globale Klima mit seinen Prozessen und Rückkopplungen mathematisch rekonstruiert. Die Rekonstruktion des Klimasystems erfolgt dabei nicht kontinuierlich sondern sowohl für rechteckige Areale von einigen 100 km² Größe als auch in kleinen Zeitschritten. Es findet also ein „modelliertes Wetter" statt, dessen zeitlicher Ablauf das Klima definiert.

Die Anforderungen an dieses modellierte Wetter sind sehr ambitioniert. So sollen die geografischen Verteilungen von Klimagrößen realistisch sein. Zudem müssen diese Größen einen realistischen Tages- und Jahresgang zeigen.

Des Weiteren ist gefordert, dass bezüglich verschiedener statistischer Parameter (z. B. Mittelwerte, Extreme, Frequenzspektrum) die Natur bestmöglich approximiert wird. Außerdem besteht die Anforderung, dass Energiehaushalt, Energieflüsse und Rückkopplungen zwischen Prozessen und Kompartimenten des Erde-Atmosphäre-Systems (z. B. bezüglich der Eisbildung auf den Ozeanen, oder der Wechselwirkungsdynamik von Biosphäre und Atmosphäre, oder den chemischen Vorgängen in der Atmosphäre) vom globalen Klimamodell realistisch abgebildet werden. Vergleichbar einem Topf auf einer Herdplatte wird dem Erdsystem Energie zugeführt. Wie in ROEDEL (2000) übersichtsartig zusammengestellt wird der Strahlungs- und Wärmehaushalt durch drei Komponenten[45] bestimmt, wobei das Wort Haushalt schon darauf hindeutet, dass es sowohl Quellen als auch Senken der beteiligten Bestandteile geben kann.

Das Erdsystem besitzt also eine Vielzahl von Energiequellen und Senken, die einen Antrieb für die Dynamik und Thermodynamik des Systems darstellen. Neben den Bestandteilen Einstrahlung, Absorption, Rückstrahlung oder Energietransporten sind auch die Erdrotation und die Reibung von Atmosphäre und Ozeanen an der Erdoberfläche bedeutende Faktoren im Gesamtsystem.

5.1.2 Projektionen eines zukünftigen Klima-Szenarios

Wenn es darum geht, mit einem Modell ein zukünftiges Klima darzustellen und Klimaänderungen herauszuarbeiten, so geschieht dies im Grunde in Form einer Sensitivitätsuntersuchung. Dabei werden fast alle Antriebe als zeitlich invariant angenommen und es wird ermittelt, welchen Einfluss ein zeitlich variabler Gehalt an Treibhausgasen ausübt (Treibhausgas-Antrieb). Dazu wurden Szenarios entwickelt, die eine Vielzahl ökonomischer und

---

45 (i) Kurzwelliger Anteil mit einem Wellenlängenschwerpunkt bei rund 500 nm. Einstrahlung durch das Sonnenlicht, Absorption und Streuung dieses Lichtes innerhalb der Atmosphäre und am Erdboden.

(ii) Langwelliger Anteil mit einem Wellenlängenschwerpunkt bei rund 10 µm, d. h. 10.000 nm. Thermische Strahlung sowohl durch die Erdoberfläche als auch die Atmosphäre. Hier existiert ein komplexes Geflecht an Absorptionen und Abstrahlungen, zu großen Teilen bedingt durch die Land/Meer-Verteilung und die Zusammensetzung der Atmosphäre. Unter letzteres fallen z. B. auch die Treibhausgase oder Partikel, die in die Atmosphäre eingebracht werden (z. B. Salzkristalle, Staub oder Ruß).

(iii) Nichtradiative Anteile. Darunter werden Wärme und Energietransporte zusammengefasst, die nicht durch Strahlung entstehen, wie z. B. horizontale und vertikale Transporte (sogenannte Advektionen) von Luftmassen verschiedener Temperatur, oder thermische Effekte bei Phasenübergängen des Wassers oder Transporte im Zusammenhang mit lokalen geothermischen Wärmequellen. Auch der Energietransport durch Windsysteme gehört dazu.

sozialer Faktoren in Emissionen von Treibhausgasen übersetzen. Sie bilden die Basis für die Projektionen eines zukünftigen Klimas. Bezüglich der Prozesse auf globaler oder kontinentaler Skala besitzen die GCMs eine adäquate räumliche Auflösung. Zur Analyse von Klimafolgen ist darüber hinaus vielfach der Einsatz von Regionalisierungen notwendig, da die Auflösung der GCMs dafür nicht ausreicht.

Die Szenarios streben an, eine Bandbreite zukünftiger Entwicklungen abzubilden. Beim Typ SRES (Special Report on Emission Scenarios des IPPC) wurzelt dies in Annahmen zu zukünftigen Entwicklungslinien von demografischen, ökonomischen, ökologischen, ethischen oder technischen Prozessen. Da der Betrieb von GCMs sehr aufwändig ist, entstanden Vereinbarungen zwischen Politik und Forschungsgruppen, eine Untermenge der SRES-Szenarios für Klimaprojektionen einzusetzen. Stark vereinfacht wurden zwei Entwicklungslinien mit ökonomisch dominierten Grundmustern (A1B und A2) und zwei mit eher umweltorientierten Grundmustern (B1 und B2) selektiert. Mit den szenario-spezifischen und über die Zeit variablen Treibhausgasanteilen erfolgten dann die Rechnungen von rund 20 Modell-Betreibergruppen. Da sich die Frage nach dem Realismus der Szenarios stellte, wurde zudem analysiert, welchem Szenario die gegenwärtige Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen am ehesten entspricht. Diese Entwicklungen wiesen ausgeprägte Parallelen mit den vergleichsweise drastischen Szenarios der A1-Unterfamilie aus, weswegen auch im RIVA-Projekt das häufig gerechnete Szenario A1B zum Einsatz kam.

5.1.3 Bandbreiten von Klimaprojektionen – der Ensemblebegriff

Die Beschreibung von Bandbreiten ist auch das Wesen der Ensemble-Strategie. Vorhersagen durch ein Ensemble sind statistisch zuverlässiger als der Nutzen einer einzigen Informationsquelle (PENG et al., 2002; LEITH, 1974). Für RIVA kam die Strategie des Multi-Modell-Ensembles zum Einsatz, bei der dasselbe Szenario, A1B, als Antrieb in Projektionen von verschiedenen Modellen genutzt wird. Das Design des Ensembles erfolgte dabei unter Beachtung von Faktoren wie Verfügbarkeit der Eingangsdaten, Qualität der Repräsentation relevanter Größen durch die Modelle und letztlich auch finanzielles Volumen des Projektes.

Ein nicht zu unterschätzender Faktor ist, dass es sich um ein „Gelegenheits-Ensemble" (Ensemble of Opportunity) handelt. Das heißt, dass die Ensemble-Mitglieder nicht notwendigerweise die vollständige Bandbreite möglicher Resultate und Unsicherheiten umfassen (PARKER, 2010; PARKER, 2011; GRAMELSBERGER, 2011; KNUTTI et al., 2010). Dennoch ist der fundamentale Vorteil einer höheren statistischen Zuverlässigkeit, die Betrachtung mehrerer Modelle, ein zentraler Aspekt bei der Erhöhung der Belastbarkeit von Eingangsgrößen für Entscheidungsprozesse und Anpassungs-maßnahmen. Für das RIVA-Projekt gilt, dass das genutzte Modell-Ensemble eine, wenn auch eingeschränkte, Bandbreite anzeigen kann, da alle Regionalisierungen auf dem gleichen Eingangsdatensatz beruhen.

5.1.4 Betrachtungszeiträume und Klimareferenzperioden

Jedwede Betrachtung von Klima-Zuständen und -Entwicklungen findet unter der Prämisse statt, dass es Zeitbereiche gibt, für die der Grundsatz der zeitlichen Konstanz gegeben ist. Da sich das Klima aber permanent ändert, kann diese Prämisse nur angenähert erfüllt werden. Zudem werden gerade seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts besonders starke Änderungen verzeichnet. Ein möglicher Ausweg aus diesem Dilemma wäre, den Zeitraum der Klimabeschreibung möglichst kurz zu fassen, im Extremfall also für jedes Jahr ein Referenzklima zu definieren. Doch ist dies weder praktikabel (unvertretbarer Aktualisierungsaufwand), noch wären die kurzen Zeiträume hinreichend repräsentativ (TREWIN, 2007). Als akzeptierter Kompromiss wird, von der World Meteorological Organization unterstützt, ein System aus 30jährigen Perioden verwendet.

Im RIVA-Projekt wird eine gut etablierte Strategie bezüglich der betrachteten Perioden (Betrachtungszeiträume) eingesetzt.

Für eine möglichst gute Aktualität der gegenwärtigen Bezugsperiode unter der Randbedingung der Verfügbarkeit qualitätsgeprüfter Messdaten wird die Periode 1971-2000 für die Gegenwart genutzt (Beobachtungswert). Die zukünftigen Klimaentwicklungen werden anhand von nicht-überlappenden 30jährigen Perioden untersucht, deren letzte am Ende des 21. Jahrhunderts liegt, also 2011-2040, 2041-2070 und 2071-2100. Da diese drei Projektionszeiträume auch verbreitet in

anderen Klimaentwicklungsstudien eingesetzt werden, ist eine Vergleichbarkeit mit deren Resultaten gegeben.

5.1.5 Relevanz von Klimaänderungen

Zunächst sei daran erinnert, dass der Klimabegriff ein Konstrukt ist. Mit ihm wird ein quasi-statischer Zustand des Erde-Atmosphäre-Systems beschrieben. De facto ist diese Konstanz nicht gegeben, eine Approximation für die Beschreibung des Klimas ist die Verwendung von Mittelungsperioden (hier 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100).

Ein zukünftiges, gewandeltes Klima unterscheidet sich vom gegenwärtigen Zustand zunächst bezüglich der Mittelwerte. So wird im IPCC-Report von 2007 eine mittlere Temperaturzunahme bis zu rund 4 °C zum Ende des 21. Jahrhunderts (je nach zugrunde gelegtem Treibhausgas-Szenario) projiziert. Bei einzelnen zu Rate gezogenen Klimamodellen sind die Projektionien der Temperaturanstiegswerte durchaus höher (MEEHL et al., 2007).

Die Variabilität des mittleren Klimas hat aber auch Auswirkungen auf das Auftreten von Extremen. So treten bereits in der Gegenwart Extreme mit Relevanz für die Verkehrswege-Infrastruktur auf. Ein wichtiger untersuchter Aspekt des Klimawandels ist deshalb das Extremverhalten in einem zukünftigen Klima (MEEHL et al., 2007). Dies umfasst sowohl die Magnitude von Einzelereignissen (z. B. hohe/tiefe Temperaturwerte oder Starkniederschlag) als auch Änderungen des Andauerverhaltens (z. B. Auftreten und Länge von Hitzewellen oder Dürreperioden).

Mit Blick auf Entscheidungsprozesse im Zusammenhang mit der Anpassung an zukünftige Klimaextreme, ein zentrales Anliegen, dem das RIVA-Projekt zuarbeitet, wurde eine Richtlinie der World Meteorological Organization, Genf (WMO) erarbeitet (KLEIN TANK et al., 2009). In ihr werden Grundlagen bezüglich der zu nutzenden Daten und Methoden zusammengestellt, um das klimabezogene Risikomanagement zu unterstützen und international vergleichbare Standards zu etablieren.

5.1.6 Regionalisierung

Die Regionalisierung (auch Downscaling genannt) von Modellresultaten ist ein zentrales Aufgabenfeld der Klimamodellierung. Sie unterstützt den Erkenntnisprozess zum globalen Wandel, der Modellaussagen mit einer Auflösung benötigt, die auch von den am weitesten entwickelten Vertretern vom Typ gekoppeltes GCM nicht zur Verfügung gestellt werden können.

Dies ist bereits relativ früh erkannt worden (GROTCH & Mac CRACKEN, 1991) und bestätigte sich auch für die neuere Generation von GCMs (FOWLER et al., 2007). Sie wurden im Laufe der Zeit weiter verbessert, zum Beispiel bezüglich ihrer räumlichen und zeitlichen Auflösung sowie der physikalischen Parameterisierungen und der Anzahl der modellierten Prozesse. GCMs sind unverzichtbare Grundlage für Betrachtungen von Klimaentwicklungen – auf der globalen und kontinentalen Skala liefern sie konsistente und robuste Ergebnisse, sodass sie den großskaligen Antrieb für die Regionalisierungsverfahren darstellen.

Es gibt bei der Regionalisierung zwei Grundansätze:

- Statistische Verfahren
  Zukünftige Veränderungen der meteorologischen Elemente werden in Form einer Fortschreibung von statistischen Beziehungen zwischen großräumiger und kleinräumiger Information auf der Basis von Stationsdaten, die in einer sogenannten Lernperiode entwickelt werden, ermittelt. Die Fortschreibung erfolgt dabei durch eine Modulation der gegenwärtigen statistischen Beziehungen. Ein solches Verfahren heißt auch Empirisch-Statistische Regionalisierung (engl. Empirical Statistical Downscaling – ESD), (BENESTAD et al., 2008). Die Information über die Entwicklung der statistischen Beziehungen erhält das ESD-Verfahren von einem großräumigen Modell, in der Regel einem GCM.
- Dynamische Verfahren
  In einen Teilbereich der Erde, für den Aussagen mit hoher räumlicher Auflösung benötigt werden, wird ein Fenster in das grob aufgelöste Globalmodell gesetzt (sogenanntes „Nesting“ (RUMMUKAINEN, 2010)), in welchem die physikalischen Größen auf einem bedeutend engeren Raster errechnet werden. Ein typischer Maßstab für ein solches genestetes Modell sind Europa, Mitteleuropa oder der Alpenraum. An der Berandung des Fensterbereichs gibt das globale Modell die von ihm berechneten meteorologischen Elemente vor. In einer Übergangszone wird der Einfluss der meteorologischen Parameter, die mit der höheren Auflösung berechnet wurden,

schrittweise erhöht. Im Inneren der Nesting-Region werden die meteorologischen Elemente auf einem engmaschigen Gitter und mit kurzen Zeitschritten erzeugt. Es ist zu beachten, dass die Meeresoberfläche ebenfalls als feste Randvorgabe durch das Globalmodell vorgegeben ist. Hier werden Meeresoberflächentemperaturen und Meeresinformationen vorgeschrieben. Da die Nesting-Regionen deutlich größer als das kontinentale Mitteleuropa sind und sowohl das Mittelmeer als auch den Atlantik bis zum isländisch-grönländischen Raum umfassen, liegt hier ein Einflussfaktor von erheblicher Größenordnung. Ein Verfahren dieser Art heißt auch Regionales Klimamodell (engl. Regional Climate Model (RCM).

Im Zuge des RIVA-Projektes kamen Vertreter der beiden Regionalisierungsstrategien in einem Ensemble zum Einsatz, die ESDs WETTREG und STARS sowie zwei RCMs: Regional Modell des Max-Planck-Institut für Meteorologie (REMO) und die vom COSMO (Consortium for Small-Scale Modelling) betriebene Klima-Version des Local-Models (LM) des Deutschen Wetterdienstes (CCLM).

5.1.6.1 WETTREG

Die Wetterlagenbasierte Regionalisierungsmethode der Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH (WETTREG)[46] genannte Regionalisierungsmethode ist ein ESD.

Für das Vorhaben wurden Simulationen des WETTREG-Verfahrens verwendet, die von Daten des Globalmodells ECHAM5 Lauf 1 angetrieben werden (ROECKNER et al., 2003; ROECKNER et al., 2004).

Dabei sind die Simulationen des Zeitraums 1971-2000 sogenannte 20C-Daten, die auf der Basis der atmosphärischen und ozeanischen Verhältnisse im 20. Jahrhundert das Gegenwartsklima simulieren.

Daten nach 2000 entstammen Rechnungen mit dem Szenario A1B, bei denen mittels der Abschätzung zukünftiger Veränderungen in den Emissionen von Treibhausgasen verschiedene globale Entwicklungspfade und die daraus resultierenden Änderungen im Klimasystem analysiert werden können. Im Vorhaben wurden die Läufe der WETTREG-Version von 2010 mit dem A1B-Antrieb verwendet (KREIENKAMP et al., 2010a). Aus ihnen wurden Fenster für die neun RIVA-Regionen selektiert.

5.1.6.2 STARS

Das Verfahren Statistische Regionalisierungsmethode (STAR/STARS),[47] entwickelt am PIK Potsdam, ist ebenfalls ein ESD.

Die Zielgröße für den Wettergenerator bei STARS ist der durch einen Szenariolauf eines GCM vorgegebene Temperaturtrend. Methodenbedingt sind damit aber für die Gegenwart nur Aussagen zu 1981-2000 und für die Zukunft bis zu einem Zeithorizont von ≈ 2060 möglich.

Damit war STARS für das RIVA-Projekt nur bedingt einsetzbar und wurde nur in wenigen Analysen hinzugezogen.

5.1.6.3 REMO

REMO ist ein RCM. Für das Vorhaben wurde ein REMO-Lauf verwendet, der, wie bei WETTREG, von Daten des Globalmodells ECHAM5/MPI-OM T63L31, Globales Klimamodel des Max-Planck-Institut für Meteorologie (ECHAM5) in der Version ECHAM5/MPI-OM T63L31, Lauf 1 (ROECKNER et al., 2003; ROECKNER et al., 2004) angetrieben wird. Dabei sind die Simulationen des Zeitraums 1971-2000 sogenannte 20C-Daten. Daten nach 2000 entstammen Szenario-Rechnungen. Für dieses Vorhaben wurden Ergebnisse von A1B verwendet (JACOB et al., 2008).

In REMO wird die Strategie des Nestings verwendet. Dazu wird in einem ostatlantisch-europäischen Fenster eine Version mit einer Gitterweite von 50 km gerechnet. Der Antrieb, also die Information außerhalb dieses Fensters, wird vom Globalmodell ECHAM5/MPIOM vorgegeben. Als nächstes wird mit einem zweiten Fenster auf Mitteleuropa fokussiert. In diesem erfolgt die Anwendung von REMO mit einer Gitterweite von 10 km. Der Antrieb an den Rändern des inneren Fensters erfolgt von der REMO-Rechnung mit 50-km-Auflösung.

---

46 Grundzüge des Verfahrens sind in (ENKE et al., 2005a) und (ENKE et al., 2005b) beschrieben. Eine Weiterentwicklung zu WETTREG2006 erfolgte in SPEKAT et al. (2007). Die aktuelle, auch für dieses Vorhaben eingesetzte Fassung WETTREG2010 ist in KREIENKAMP et al. (2010b) und SPEKAT et al. (2010) dokumentiert.

47 Eine Verfahrensbeschreibung findet sich in ORLOWSKY, (2007) und ORLOWSKY et al. (2008).

5.1.6.4 CCLM

Das Regionalisierungsmodell CCLM nutzt den gleichen Grundansatz wie REMO. Es bedient sich jedoch einer einstufigen Nestingsstrategie. Die Anfangs- und Randwerte werden von dem wesentlich gröber auflösenden globalen Klimamodell ECHAM5/OM1 bezogen. Eine Beschreibung findet sich in BÖHM et al. (2006) und die Ergebnisse sind in ROCKEL et al. (2008) dokumentiert.

CCLM ist ein nicht-hydrostatisches Modell. Die Beschreibung der subskaligen Prozesse entspricht teilweise derjenigen des Lokal-Modells (LM), das beim Deutschen Wetterdienst in Offenbach zur Wettervorhersage entwickelt worden ist.

5.1.7 Ensembles von Modellen

Der Grundsatz der Ensemble-Herangehensweise könnte mit „ein Modell ist kein Modell" umschrieben werden. Insbesondere für Entscheidungsprozesse ist es bedeutend, über eine möglichst breite Informationsbasis zu verfügen. Ein Einzelmodell ist jedoch wenig geeignet, dies zu liefern. Einblicke in die Bandbreite zukünftiger Ereignisse sind erst mit der Betrachtung der Resultate mehrerer Modelle möglich.

Das Ensemble für das RIVA-Vorhaben wurde durch die in Kapitel 5.1.6 aufgeführten Regionalisierungen gebildet.

Es gibt mehrere Typen von Ensembles (siehe auch KREIENKAMP et al., 2012):

- Ausgangszustand-Ensemble
  Ensemble, in dem verschiedene Ausgangszustände realisiert sind. Konstant gehalten werden das Modell und das Szenario. Verwendet werden unterschiedliche Läufe desselben Modells, die z. B. auf unterschiedlichen Startzuständen der Vergangenheit aufsetzen.
- Physikalische-Sensitivität-Ensemble
  Verwendung desselben Modells bei unterschiedlichen Realisierungen von physikalischen Prozessen und Rückkopplungen (MURPHY et al., 2009).
- Multi-Modell Ensemble
  Verwendung verschiedener Modelle, aber desselben Szenarios, z. B. SRES A1B als Antrieb für mehrere Modelle. Ein Spezialfall für Analysen auf der regionalen Skala ist die Nutzung von verschiedenen Modellketten, d. h., unterschiedliche Globalmodelle, die verschiedene Regionalmodelle antreiben (s. a. die Beschreibung des Nestings in Kapitel 5.1.6).
- Multi-Modell Multi-Szenario Ensemble
  Verwendung mehrerer Modelle und mehrerer Szenarios. Auch hier sind als Spezialfall unterschiedliche Modellketten möglich.

Bandbreiten-Betrachtungen mithilfe mehrerer Modelle sind auch in den EU-Projekten PRUDENCE (CHRISTENSEN, 2005) und ENSEMBLES (van der LINDEN & MITCHELL, 2009) durchgeführt worden. Dort wurde jedoch im Wesentlichen der Einfluss der Wahl des antreibenden GCM und von GCM-RCM-Ketten untersucht. Das Verhalten von WETTREG bei Nutzung verschiedener antreibender GCMs oder GCM-RCM-Ketten wurde in KREIENKAMP et al. (2009) und KREIENKAMP et al. (2011) dokumentiert.

5.1.8 Klimaereignisse und Klimaindikatoren

Im Folgenden werden klimatologische Definitionen für die im Kontext von RIVA eine Rolle spielenden Ereignisse und Indikatoren (Klimasignale) vorgestellt. Die jeweiligen Werte der vier Betrachtungszeiträume sind für die jeweiligen im Rahmen des Forschungsvorhabens betrachteten Klimaregionen der Untersuchungsstrecken in Anlage 5 zur Übersicht dargestellt.

5.1.8.1 Thermische Ereignisse

Für temperaturbezogene Indikatoren in den nachfolgenden Unterabschnitten gilt, dass die zugrundeliegenden Werte in den Klimaprojektionen mit guter bis sehr guter Zuverlässigkeit verfügbar sind. Bei numerischen Methoden (REMO und CCLM) besteht die Problematik, dass es eine systematische Abweichung (Bias) gegenüber der durch Messungen belegten Gegenwart gibt.

Hohe Temperaturen

- Indikator „Anzahl Heißer Tage"
  Tage im Jahr mit einem Maximum der in 2 m Höhe gemessenen Lufttemperatur (TX) von mindestens 30 °C,
- Indikator „Anzahl Sommertage"
  Tage im Jahr mit einem Maximum der in 2 m Höhe gemessenen Lufttemperatur (TX) von mindestens 25 °C,

- Indikator „Anzahl Tropennächte“
  Tage im Jahr mit einem Minimum der in 2 m Höhe gemessenen Temperatur (TN) von mindestens 20 °C,

- Indikator „Anzahl Hitzeperioden“
  Abfolge von Tagen (mindestens 6), an denen TX mindestens 30 °C beträgt (heiße Tage) im Jahr,

- Indikator „Höchsttemperatur“
  Maximum der in 2 m Höhe gemessenen Lufttemperatur in °C. Als Klimaindikator wird verbreitet die in einem Jahr maximal auftretende TX verwendet.

Tag-Nacht-Schwankungen bzw. Temperaturschwankungen

- Indikator „Temperaturdifferenz an einem Tag“
  Maximale Differenz zwischen TX und TN an einem Tag,

- Indikator „Kombination Heißer Tag und Stark - regenereignis“
  Anzahl der heißen Tage im Jahr, d. h. Tage mit einem Maximum der in 2 m Höhe gemessenen Lufttemperatur (TX) von mindestens 30 °C mit einer Niederschlagsmenge von mindestens 20 mm,

- Indikator „Anzahl der Tage mit Frost-Tau-Wechsel“
  Anzahl der Tage im Jahr, an denen innerhalb von 24 Stunden Temperaturwerte sowohl größer als auch kleiner als 0 °C auftreten.

Niedrige Temperaturen

- Indikator „Tiefsttemperatur“
  Minimum der in 2 m Höhe gemessenen Lufttemperatur in °C. Als Klimaindikator wird verbreitet die in einem Jahr tiefste aufgetretene TN verwendet,

- Indikator „Anzahl Frosttage“
  Anzahl der Tage im Jahr, an denen TN unter 0 °C ist,

- Indikator „Anzahl Eistage“
  Anzahl der Tage im Jahr mit Dauerfrost, an denen TX unter 0 °C ist,

- Indikator „Dauer der längsten ununterbrochenen Frostperiode“
  Maximale Anzahl der aufeinanderfolgenden Eistage (s. o.) in einem Jahr,

- Indikator „Veränderung Anzahl Frosttage“
  Prozentuale Veränderung der Anzahl der Frosttage mit Bezug zu einer Referenzperiode (1971-2000).

5.1.8.2 Klimaereignis „Sonnenstrahlung“

Die „Sonnenstrahlung“ als Klimaindikator basiert auf der Summe der Sonnenscheinstunden im Jahr, die ein Maß für die direkte Einstrahlung von der Sonne ist.

Es sei angemerkt, dass die Sonnenscheindauer eine komplex zu modellierende Größe ist. Dazu ist es erforderlich, die Wolkenbedeckung in mehreren Schichten der Atmosphäre realistisch zu reproduzieren, was eine Herausforderung für die Klimamodelle darstellt. Die Werte sind in den Klimaprojektionen daher mit geringer Zuverlässigkeit quantitativ verfügbar. Die Sonnenscheindauer wird zudem nur von einem Teil der Modelle simuliert.

Des Weiteren sei angemerkt, dass die Modelle bereits in der Gegenwart die Häufigkeitsverteilung der Sonnenscheindauer nicht zuverlässig simulieren.

5.1.8.3 Niederschlagsereignisse

Für die niederschlagsbezogenen Indikatoren in den nachstehenden Unterabschnitten gilt, dass es sich beim Niederschlag um eine besonders komplex zu modellierende Größe handelt.

Dazu ist erforderlich, die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse sowie das Vorhandensein von Kondensationskernen in mehreren Schichten der Atmosphäre realistisch zu reproduzieren, was eine Herausforderung für die Klimamodelle ist. Die Werte sind in den Klimaprojektionen daher mit guter bis geringer Zuverlässigkeit quantitativ verfügbar, insbesondere aber bei stärkeren Extremen problematisch.

Extreme Regenereignisse

Aussagen zu zukünftigen Veränderungen bei extremen Niederschlagsereignissen sind ebenfalls reduziert belastbar. Die Belastbarkeit ist etwas besser, wenn der „Extremitätsgrad“ (Seltenheit der Extremereignisse) nicht so hoch angesetzt wird.

Ein in mittleren Breiten häufig verwendeter Niederschlagsindikator ist die Zahl der Tage, an denen

eine feste Schwelle des täglichen Niederschlags, z. B. 20 mm übertroffen wird.

- Indikator „Starkniederschlag – Schwelle 20 mm“
  Anzahl der Tage im Jahr, an denen mehr als 20 mm Niederschlag fällt,
- Indikator „Veränderung Anzahl Starkniederschlagstage im Jahr“
  Prozentuale Veränderung der Anzahl der Tage im Jahr, an denen mehr als 20 mm Niederschlag fällt mit Bezug zum Klima in einer Referenzperiode (1971-2000),
- Indikator „Starkniederschlag im Winterhalbjahr“
  Anzahl der Tage im Winterhalbjahr (Oktober bis März) im Jahr, an denen mehr als 20 mm Niederschlag fällt,
- Indikator „Veränderung Anzahl Starkniederschlagstage im Winterhalbjahr“
  Prozentuale Veränderung der Anzahl der Tage im Winterhalbjahr (Oktober bis März) im Jahr, an denen mehr als 20 mm Niederschlag fällt mit Bezug zum Klima in einer Referenzperiode (1971-2000),
- Indikator „Starkniederschlag im Sommerhalbjahr“
  Anzahl der Tage im Sommerhalbjahr (April bis September) im Jahr, an denen mehr als 20 mm Niederschlag fällt,
- Indikator „Veränderung Anzahl Starkniederschlagstage im Sommerhalbjahr“
  Prozentuale Veränderung der Anzahl der Tage im Sommerhalbjahr (April bis September) im Jahr, an denen mehr als 20 mm Niederschlag fällt mit Bezug zum Klima in einer Referenzperiode (1971-2000),
- Indikator „Maximaler Fünftage-Niederschlag“
  Maximum der Niederschlagssumme innerhalb einer Periode von fünf aufeinanderfolgenden Tagen,
- Indikator „Starkniederschlag – Schwelle 10 mm“
  Anzahl der Tage im Jahr, an denen mehr als 10 mm Niederschlag fällt.

Durchschnittliche saisonale und jährliche Regenmenge

Mittelwert des gefallenen Niederschlags an einer Station bzw. für einen Gitterpunkt für verschiedene Perioden (Jahreszeit, Jahr).

- Indikator „Durchschnittlicher Jahresniederschlag“
  Mittelwert des gefallenen Niederschlags im Jahr an einer Station bzw. für einen Gitterpunkt in einer Periode,
- Indikator „Veränderung Jahresniederschlagsmenge“
  Prozentuale Veränderung des durchschnittlichen Jahresniederschlags mit Bezug zu einer Referenzperiode (1971-2000),
- Indikator „Durchschnittlicher Winterniederschlag“
  Mittelwert des gefallenen Niederschlags im Winterhalbjahr (Oktober bis März) an einer Station bzw. für einen Gitterpunkt in einer Periode,
- Indikator „Veränderung Winterniederschlagsmenge“
  Prozentuale Veränderung des durchschnittlichen Niederschlags im Winterhalbjahr (Oktober bis März) mit Bezug zu einer Referenzperiode (1971-2000),
- Indikator „Durchschnittlicher Sommerniederschlag“
  Mittelwert des gefallenen Niederschlags im Sommerhalbjahr (April bis September) an einer Station bzw. für einen Gitterpunkt in einer Periode,
- Indikator „Veränderung Sommerniederschlagsmenge“
  Prozentuale Veränderung des durchschnittlichen Niederschlags im Sommerhalbjahr (April bis September) mit Bezug zu einer Referenzperiode (1971-2000).

Schneefall

- Anzahl „Potenzielle Schneetage“
  Anzahl der Tage im Jahr mit Niederschlag und einer Tagesmitteltemperatur von ≤ 2 °C.

Der Terminus „potenziell“ ist zu verwenden, da es sich bei Schneefall um eine besonders komplex zu modellierende Größe handelt, noch komplexer als der Niederschlag allgemein.

Dazu ist es nicht nur erforderlich, die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse sowie das Vorhandensein von Kondensationskernen in mehreren Schichten der Atmosphäre realistisch zu reproduzieren, was bereits eine Herausforderung für die Klimamodelle ist. Darüber hinaus muss ein

bestimmter Wertebereich der Temperatur realistisch wiedergegeben werden, um Schnee und Regen trennen zu können.

Die Werte sind in den Klimaprojektionen mit geringer Zuverlässigkeit quantitativ verfügbar.

Trockenperioden

- Indikator „Anzahl Trockenperioden im Sommerhalbjahr“
  Anzahl der Ereignisse im Sommerhalbjahr (April bis September) im Jahr in denen eine Abfolge von mindestens 11 Tagen auftritt, an denen pro Tag unter 1 mm Niederschlag fällt,
- Indikator „Starkniederschlag nach Trockenperiode“
  Anzahl der Ereignisse im Jahr, in denen nach einer Abfolge von mindestens 11 Tagen mit Niederschlagsmengen unter 1 mm ein Starkregenereignis mit einer Niederschlagsmenge von mindestens 20 mm folgt.

Bezüglich der Ermittlung von Trockenperioden aus Modellierungen sei angemerkt, dass es hierbei um die Fähigkeit von Modellen, Wetter-Abläufe realistisch wiederzugeben geht. Die Werte sind in den Klimaprojektionen mit mittlerer Zuverlässigkeit quantitativ verfügbar. Bei numerischen Methoden (REMO und CCLM) besteht die Problematik, dass es einen Niederschlags-Bias gegenüber der durch Messungen belegten Gegenwart gibt (in den Modellen regnet es zu stark).

5.1.8.4 Klimaereignis „Starkwind (Sturm)“

- Indikator „Sturmtage“
  Anzahl der Tage im Jahr mit mehr als 20,8 m/s mittlerer Windgeschwindigkeit,
- Indikator „Windmaximum oder Winddruck“
  Maximale, an einem Tag auftretende Windgeschwindigkeit.

Bezüglich der Ermittlung von Windextremen sei angemerkt, dass der Wind ein physikalischer Faktor von sehr hoher kleinräumiger Variabilität ist. Lokale Einflussfaktoren wie Hindernisse, Veränderungen der Bodenrauhigkeit, Taleinschnitte etc. beeinflussen das Windfeld in hohem Maße und erzeugen komplexe Turbulenzeffekte. Dies gilt sowohl für Messungen als auch in besonderem Maße für Modellierungen. Einige Beispiele dazu: (i) Die Windexposition in einer „Straßenschlucht“ ist, bei gleichen großräumigen Windverhältnissen deutlich anders als in einer rechtwinklig dazu verlaufenden Nebenstraße; (ii) ein Windmessmast registriert wegen der jahreszeitlich unterschiedlichen Vegetation deutlich unterschiedliche Geschwindigkeitswerte bei vergleichbaren Gradienten des großräumigen Windfelds.

In Modellierungen, mit denen Klimaprojektionen erstellt werden, kann davon ausgegangen werden, dass großräumige Windfelder als Orientierung für die Disposition der Atmosphäre, starke oder weniger starke lokale Wirkungen zu erzeugen tauglich sind. Es ist jedoch außerhalb der Modellierbarkeit, zukünftige Entwicklungen der Bebauung oder der Bodennutzung vorherzusehen. Deren Einfluss auf den konkret lokal auftreten Wind und insbesondere die Windspitzen ist aber von beträchtlicher Größe.

Aus den oben genannten Gründen sind Winddaten (gemessen und projiziert) als gering belastbar zu bezeichnen und wurden daher im Rahmen dieses Forschungsvorhabens nicht verwendet.

5.2 Datengrundlagen zu den Merkmalen der Infrastruktur

Informationen zu den Merkmalen der Infrastruktur fließen für Indikatoren der Vulnerabilität, der technischen Wirkungsweise und der Kritikalität ein.

Die Indikatoren der technischen Wirkungsweise und der Kritikalität werden in Kapitel 4.3.3 erläutert. Die Darstellung der 76 SBK-spezifischen Vulnerabilitätsindikatoren, die für die Betrachtung der insgesamt 35 Schadensbildkategorien (für elf Risikoelemente) herangezogen wurden, erfolgt in Kapitel 5.3.

5.2.1 Zur Verfügung stehende Daten

Im Wesentlichen konnten für RIVA Daten aus der SIB-Bauwerke (für die Risikoelemente Ingenieurbauwerke) und Daten vom IT-ZEB-Server (Risikoelemente Fahrbahn) verwendet werden.

Im Zuge der Bearbeitung und der beispielhaften Anwendung der RIVA-Methodik zeigte sich, dass damit nicht für alle als relevant eingeschätzten Indikatoren netzweit auswertbare Datenquellen zur Verfügung standen.

In der Datenbank SIB-Bauwerke werden für die verschiedenen Ingenieurbauwerksgruppen (Brücken, Tunnel, Tröge etc.) zu den jeweiligen (Teil-)Bauwer-

ken Angaben zu Baujahr, Lage, Straße, Konstruktion, verwendete Materialien, die Ergebnisse der regelmäßig nach DIN 1076 durchzuführenden Prüfungen sowie verschiedene weitere Information dokumentiert. Jedoch sind die dort vorgehaltenen Daten nicht in jedem Fall für eine Nutzung zur Bewertung des Risikopotenzials aus Klimaereignissen geeignet.

Über den IT-ZEB-Server wurden Daten aus den Zustandserfassungen gemäß ZTV ZEB-StB (einschließlich Netz- und Geometriedaten, Streckenbilddaten und Visualisierungsdienste) für die befahrenen Streckenabschnitte zur Verfügung gestellt. Auch Angaben zu Längs- und Querneigungen waren hier entnehmbar. Aufbaudaten sind hingegen nicht Gegenstand des IT-ZEB-Servers.

Die Streckenaufbaudaten wurden für die Untersuchungsstrecken aus einem in den Jahren 2010/2011 durchgeführten Forschungsprojekt zum Datenmatching[48] von den Ländern vorgehaltene Aufbau- und Zustandsdaten im Auftrag des BMVI zur Verfügung gestellt. Während die Daten aus der SIB-Bauwerke oder dem IT-ZEB-Server jedoch weitestgehend aktuell waren, bezogen sich die Daten aus dem Forschungsprojekt zum Datenmatching meist auf den Stand von 2008/2009 und gaben somit nicht immer die aktuelle Situation vor Ort wieder.

Anlage 2 stellt dar, welche Daten für die in Kapitel 5.3 aufgeführten Vulnerabilitätsindikatoren auswertbar waren.

5.2.2 Umgang mit Datenlücken

Im Zeitraum der Projektbearbeitung standen nicht für alle als relevant identifizierten Indikatoren geeignete Datengrundlagen zur Verfügung.

Dies galt z. B. für Indikatoren der Lage und Trassierung, wie bspw. Lage und Ausrichtung der Streckenabschnitte, aber bspw. auch für einzelne Risikoelementen, z. B. Entwässerung (Ableitungs- und Behandlungssysteme).

Für die beispielhafte Anwendung der RIVA-Methodik (siehe Darstellung der Ergebnisse in im Kapitel 7) hatte dies zur Folge, dass nicht alle Schadensbildkategorien betrachtet werden konnten.

Für verschiedene Schadensbildkategorien waren nur für einzelne Indikatoren keine auswertbaren Daten vorhanden. Dennoch sollten für möglichst viele Schadensbildkategorien zumindest beispielhafte Ergebnisse generiert werden. Daher wurde in solchen Fällen der betroffene Indikator aus der Betrachtung ausgenommen. Dazu wurde seine Wichtung auf null gesetzt und die Gewichtung der anderen Indikatoren entsprechend ihrem Verhältnis zueinander erhöht.

Insgesamt konnte die entwickelte Methodik so für eine große Anzahl der Schadensbildkategorien beispielhaft angewendet werden, womit dem Hauptanliegen des Projektes Rechnung getragen wurde. Eine umfangreiche Validierung des identifizierten Indikatorensets konnte verständlicherweise jedoch nur sehr eingeschränkt erfolgen.

Für eine belastbare Bewertung und Einschätzung der Risiken für die Infrastruktur aus Klimaveränderungen wird daher empfohlen, die für die identifizierten Indikatoren erforderlichen Datenquellen zu generieren.

Tabelle 3 zeigt zusammenfassend die Einschätzung der Eignung der für die Projektbearbeitung zur Verfügung stehenden Daten je Schadensbildkategorie. Diese Einschätzung ist bei der Interpretation der in Kapitel 4 dargestellten Ergebnisse zu berücksichtigen.

[48] „Datenmatching für Bedarfsprognosen“ im Auftrag des BMVI im Zusammenhang mit der Erstellung des Bundesverkehrswegeplans.

SBK-NR.	Risikoelement	Beschreibung der Schadensbildkategorie	Datengüte
01a	Brücken	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken	85 %
01b	Brücken	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken	85 %
01c	Brücken	Schäden und Einschränkungen an Brücken infolge Frost-Tau-Wechsel	100 %
01d	Brücken	Schäden und Einschränkungen an Brücken durch Hochwasser [nur in Verbindung mit Hochwassergefährdungskarten]	20 %
01e	Brücken	Schäden und Einschränkungen an Brücken durch Starkwind [keine Klimaprojektionsdaten vorhanden – nicht betrachtet]	75 %

Tab. 3: Übersicht Datengüte nach Schadensbildkategorie

SBK-NR.	Risikoelement	Beschreibung der Schadensbildkategorie	Datengüte
02a	Durchlässe	Schäden und Einschränkungen an Durchlässen durch Hochwasser [nur in Verbindung mit Hochwassergefährdungskarten]	20 %
03a	Tunnel	Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln	80 %
03b	Tunnel	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln (Portalbereich)	100 %
03c	Tunnel	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln (Portalbereich)	100 %
03d	Trogbauwerke	Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen	80 %
03e	Trogbauwerke	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen	70 %
03f	Trogbauwerke	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen	70 %
04a	Stützbauwerke, Hang- und Felssicherungen	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen	100 %
04b	Stützbauwerke, Hang- und Felssicherungen	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen	100 %
04c	Stützbauwerke, Hang- und Felssicherungen	Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen	80 %
05a	Böschungen	Schäden und Einschränkungen durch witterungsbedingte Böschungs-rutschungen [Ergebnisse aus dem separatem Forschungsvorhaben]	0 %
06a	Fahrbahn – Asphalt	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen	75 %
06b	Fahrbahn – Asphalt	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen	83 %
06c	Fahrbahn – Asphalt	Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch Hochwasser [nur in Verbindung mit Hochwassergefährdungskarten]	20 %
06d	Fahrbahn – Asphalt	Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch ungenügenden Wasserabfluss (Aquaplaning)	55 %
06e	Fahrbahn – Asphalt	Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch Glätteereignisse	70 %
07a	Fahrbahn – Beton	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen	78 %
07b	Fahrbahn – Beton	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen	78 %
07c	Fahrbahn – Beton	Einschränkungen auf Betonfahrbahnen durch Hochwasser [nur in Verbindung mit Hochwassergefährdungskarten]	20 %
07d	Fahrbahn – Beton	Einschränkungen auf Betonfahrbahnen durch ungenügenden Wasserabfluss (Aquaplaning)	20 %
07e	Fahrbahn – Beton	Einschränkungen Betonfahrbahnen durch Glätteereignisse	30 %
08a	Ausstattung, Verkehrsz. -brücken., Lärmschutzw.	Schäden und Einschränkungen an Ausstattungselementen durch Starkwind [keine Klimaprojektionsdaten vorhanden – nicht betrachtet]	0 %
09a	Entwässerung (Ableitungssysteme)	Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Ableitungssysteme bei Starkregen (Aquaplaning)	0 %
09b	Entwässerung (Ableitungssysteme)	Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Entwässerung bei Schnee (Aquaplaning)	0 %
10a	Regenbecken	Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Becken bei Starkregen	0 %
10b	Regenbecken	Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Becken bei Trockenperioden	0 %
10c	Regenbecken	Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Becken bei Schnee- und Frostereignissen	0 %
11a	Verkehrsteilnehmer	Belastungen der Verkehrsteilnehmer durch Hitze (Hitzestress)	0 %
11b	Verkehrsteilnehmer	Sichtbehinderungen der Verkehrsteilnehmer durch Starkregen	30 %
11c	Verkehrsteilnehmer	Gefährdung der Verkehrsteilnehmer durch Starkwinde	60 %

Tab. 3: Fortsetzung

5.3 Auswahl und Beschreibung der Indikatoren für die einzelnen Schadensbildkategorien

In Kapitel 4.3 wurde das Vorgehen zur Herleitung sowie der grundlegende Aufbau von Indikatoren beschrieben. Im folgenden Kapitel werden die SBK-spezifischen Vulnerabilitätsindikatoren und Klimaindikatoren für die in Tabelle 1 aufgeführten Schadensbildkategorien erläutert.

Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, dass zentraler Gegenstand des RIVA-Projektes die Entwicklung der Methode und eines Pilotwerkzeuges zur Betrachtung von Risiken aus dem Klimawandel für die Straßeninfrastruktur war.

Wie in Kapitel 5.2.2 erläutert, mussten bei fehlenden geeigneten Daten bzw. Forschungsergebnissen Indikatoren im Rahmen des RIVA-Projektes hergeleitet werden. Vor diesem Hintergrund erhebt das in der Folge dargestellte Indikatorenset keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Zudem wurden Festlegungen zu einzelnen Ausprägungsstufen zum Teil intensiv zwischen den Experten diskutiert, wobei nicht immer ein gemeinsamer Konsens gefunden wurde. In diesem Fall schloss sich der Forschungsnehmer in einigen Punkten der Mehrheitsmeinung an.

Das Set der für das RIVA-Modell festgelegten Indikatoren soll daher nicht als endgültig verstanden werden. Es ist vielmehr ein Starterset, das auf der Basis weiterer Erkenntnisse und verbesserter Datengrundlagen angepasst und fortgeschrieben werden kann und muss.

5.3.1 SBK der Brücken

5.3.1.1 SBK 01a – Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken

Hitzebedingte Schäden an Brücken können beispielsweise sein:

- Überschreitung zulässiger Längsdehnung und Bemessungslasten von Brücken,
- Schäden an Lagerkonstruktionen und Überbau.

In Bild A - 1 (siehe Anhang) ist die Ursache-Wirkungskette für das Klimaereignis „Hohe Temperaturen“ dargestellt.

Hohe Temperaturen können auf Brückenbauwerke bzw. Unter- und Überbauten unterschiedlich wirken, damit Schäden verursachen und letztendlich die Lebensdauern verringern.

Hitzebedingte Schäden können zudem durch schnelle Temperaturstürze hervorgerufen werden. Die entsprechenden Ursache-Wirkungsketten sind in Bild A - 2 zu Tag-Nacht-Schwankungen (im Anhang) dargestellt.

Vulnerabilitätsindikatoren

- „DTV-SV“ (verkehrlicher Indikator)
  Der Schwerlastverkehr (SV) führt grundsätzlich zu einer Beanspruchung der Brückenbauwerke (Grundstress). Schädigungen infolge des Klimaereignisses „Hohe Temperaturen“ können dadurch verstärkt werden.

Zur Berücksichtigung des Schwerlastverkehrs wird die „Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärke“ (DTV) für den Schwerlastverkehr > 12 t (SV) verwendet. Die Kenngrößen der vier Ausprägungsstufen wurden von den an den Workshops beteiligten Experten unter Berücksichtigung der RStO sowie den Nachrechnungsrichtlinien für Straßenbrücken im Bestand festgelegt. Hieraus wurden die folgenden Stufen der Verkehrsstärke des Schwerverkehrs abgeleitet:

- Niedrig: $X < 4.000$,
- Mittel: $4.000 \leq X < 9.000$,
- Hoch: $9.000 \leq X < 12.000$,
- Sehr hoch: $12.000 \leq X$.

Der Indikator DTV-SV hat im Vergleich zu den anderen fünf identifizierten Indikatoren eine durchschnittliche Bedeutung (Wichtung 15 %).

- „Lage des Bauwerks“ (Indikator der Lage)
  Die Lage des Bauwerkes hat einen Einfluss auf die Vulnerabilität des Bauwerkes, da sie zu einer Verstärkung des Klimaereignisses „Hohe Temperaturen“ führen kann. So sind Bauwerke an einem Südhang einer längeren und intensiveren Sonneinstrahlung ausgesetzt, wodurch sich höhere Temperaturen am Bauwerk einstellen können, als bei Bauwerken an einem Nordhang. Flaches Land wird dabei genauso der Ausprägungsstufe „Sehr hoch“ zugeordnet, wie die Südhanglage.

Die Wichtung des Indikators beträgt 15 %.

- „Baustoffklasse“ (baulicher Indikator)
  Durch die Baustoffklasse ist das Verformungsverhalten infolge von Temperaturbeanspruchung bestimmt. Unter Berücksichtigung der derzeit gültigen Regelwerke[49] wurden die Ausprägungsstufen festgelegt.

Grundsätzlich gilt, dass Stahl empfindlicher auf Temperatureinwirkungen reagiert als Beton. Der Einfluss aus der Temperatur ist bei Stahl und Stahlverbundbauweisen somit am größten (LICHTE, 2004, S. 126). Dies wird bei der Bemessung der Tragwerke durch unterschiedliche Bemessungswerte in den Regelwerken berücksichtigt.

Dem Indikator ist ebenfalls eine durchschnittliche Bedeutung (15 %) zugewiesen.

- „Statisches System Längs“ (baulicher Indikator)
  Das statische System eines Brückenbauwerkes kann entweder statisch bestimmt oder unbestimmt sein. Die Systeme können unterschiedlich auf Temperatureinwirkungen reagieren. Maßgeblich für die Sensibilität des Bauwerkes sind verschiedene sich zum Teil gegenseitig bedingende und teilweise nur durch eine intensive Einzelfallbetrachtung zu beurteilende Randbindungen.

Im Rahmen der Workshops argumentierten die Experten mehrheitlich, dass in der Summe die statisch unbestimmten Systeme ungünstiger auf Temperaturbeanspruchung reagieren (Zwangsbeanspruchungen) als statisch bestimmte und zum anderen diese Genauigkeit für das hier entwickelte indikative Indikatorenmodell ausreichend ist.

Da für diesen Indikator lediglich das Merkmal Art des Statischen Systems mit den Attributen „statisch bestimmt“ oder „statisch unbestimmt“ abzuprüfen ist, werden hier nur die Ausprägungsstufen „Mittel“ und „Hoch“ betrachtet. Als „Hoch“ werden Bauwerke mit statisch unbestimmten Systemen eingeordnet.

Die Wichtung des Indikators beträgt 15 %.

- „Zustandsnote“ (baulicher Indikator)
  Je stärker ein Bauwerk vorgeschädigt ist, desto anfälliger reagiert es auf weitere Temperaturbelastungen. Über die Zustandsnote eines Bauwerkes können Rückschlüsse auf den Umfang der Vorschädigungen gezogen werden.

Bauwerke mit einer hohen Zustandsnote (Wertebereich 1-4) sind i. d. R. stärker vorgeschädigt. Die Festlegungen zu den Ausprägungsstufen orientiert sich dabei an den Vorgaben nach RI-EBW-PRÜF.[50]

Die Wichtung des Indikators wurde auf 15 % festgelegt.

- „Baujahr“ (baulicher Indikator)
  Bemessungsvorschriften unterliegen immer wieder Neuerungen bzw. der Anpassung von Bemessungswerten. Gerade im Bezug auf Temperaturbeanspruchungen wurden die Bemessungsvorschriften in den letzten 30 Jahren erweitert und angepasst.

Es wird davon ausgegangen, dass die Berücksichtigung neuer Bemessungsvorschriften im Ergebnis zu einer besseren Bemessung der Bauwerke gegenüber Temperaturbeanspruchungen und somit zu einer höheren Lebensdauer führen wird. Da in der Bestandsdokumentation die jeweils zur Bemessung verwendete Bemessungsvorschrift nicht bzw. nicht einheitlich auswertbar hinterlegt ist, wird zur Näherung als Indikator das Baujahr verwendet.

Die drei Ausprägungsstufen („Niedrig“, „Mittel“ und „Hoch“) wurden unter Berücksichtigung der Normengenerationen[51] festgelegt.

Diesem Indikator wird gegenüber den anderen Indikatoren eine höhere Bedeutung zugewiesen. Die Wichtung beträgt deshalb 25 % (siehe Tabelle 4).

Klimaindikatoren

Als relevante Gefahr erachtet wurden die Klimaereignisse „Hohe Temperaturen“ und „Tag-Nacht-Schwankungen bzw. Temperaturschwankungen“. Für diese Ereignisse wurden je zwei Indikatoren ausgewählt (siehe Tabelle 5).

- „Anzahl Heißer Tage“
  Grundsätzlich führen heiße Tage zu einer hitzebedingten Stresssituation für das Bauwerk. Als Indikator wird daher die „Anzahl Heißer Tage“

---

49 U. a. DIN EN 1991-1-5: 2010-12 – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen.

50 RI-EBW-PRÜF – Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076.

51 Vor 1985: DIN 1072 ohne linearen Temperaturunterschied, 1985-2003: DIN 1072 mit Temperatur, ab 2003: DIN-Fachberichte mit erhöhten Temperaturlasten.

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
DTV-SV in beiden Richtungen [Kfz/d]	15 %	X < 4.000	4.000 ≤ X < 9.000	9.000 ≤ X < 12.000	12.000 ≤ X
Lage des Bauwerkes	15 %	Bergregion und Nordhang	Bergregion und Osthang	Bergregion und Westhang	Flaches Land oder Bergregion und Südhang
Baustoffklasse	15 %	Holz	Beton/Spannbeton	Stahlverbund	Stahl
statisches System Längs	15 %		statisch bestimmt	statisch unbestimmt	
Zustandsnote	15 %	X < 2	2 ≤ X < 2,5	2,5 ≤ X < 3,5	3,5 ≤ X
Baujahr	25 %	X ≥ 2003	2003 > X ≥ 1985	X < 1985	

Tab. 4: SBK-01a) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-01.1 – Anzahl heißer Tage [d] im Jahr	aV	15 %	X < 0	0 ≤ X < 5	5 ≤ X < 10	10 ≤ X
K-01.5 – Höchsttemperatur in der Periode [T_{max} in ° C]	aW	45 %	X < 37 C	37 °C ≤ X < 40 °C	40 °C ≤ X < 43 °C	43 °C ≤ X
K-02.1 – Maximale Differenz [K] TX und TN im Jahr	pV	25 %	X < -25 %	-25 % ≤ X < 0 %	0 % ≤ X < 25 %	25 % ≤ X
K-02.2 – Anzahl der heißen Tage [d] mit PR > 20 mm (großer Temperatursturz)	aW	15 %	X < 0,1	0,1 ≤ X < 0,2	0,2 ≤ X < 0,3	0,3 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 5: SBK-01a) – Klimaindikatoren

verwendet. Für den Klimaindikator „Anzahl Heißer Tage“ sind die absoluten Veränderungen (aV) ausgedrückt in Tagen maßgebend (siehe Tabelle 5).

Im Vergleich zu den anderen drei Klimaindikatoren hat dieser Indikator eine geringe Bedeutung. Er geht deshalb mit einer Wichtung von 15 % ein.

- „Höchsttemperatur“
  Außer auf die „Anzahl Heißer Tage“ wird auch auf die „Höchsttemperatur“ abgestellt. Für die Ableitung der Ausprägungsstufen für den Indikator „Höchsttemperatur“ wurde Bezug zum Eurocode 1[52] genommen. Dort wird für die Temperaturbeanspruchung eine maximale Außenlufttemperatur von 37 °C zugrunde gelegt. Entsprechend wird für die Ausprägungsstufe „Niedrig“ der Wert 37 °C angenommen und für die Ausprägungsstufe „Sehr hoch“ eine Temperatur von größer 43 °C.

Mit einer Wichtung von 45 % hat dieser Indikator die größte Bedeutung unter den Klimaindikatoren für diese Schadensbildkategorie.

- „Maximale Temperaturdifferenz an einem Tag“
  Hitzebedingte Schäden an Brückenbauwerken können zudem als Folge eines schnellen Temperatursturzes hervorgerufen werden. Aus diesem Grund wird „Maximale Temperaturdifferenz an einem Tag" als Indikator verwendet.

Für die Ableitung der Ausprägungsstufen ist die Veränderung der maximalen Differenz (in Kelvin) zwischen T_{max} und T_{min} gegenüber den Beobachtungswerten relevant. Die Differenz kann im

52 DIN EN 1991-1-5: 2010-12 – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen, Kapitel V.6.3.1.2.

Vergleich zu den Beobachtungswerten zunehmen oder abnehmen. Aus diesem Grund wurden für die Ausprägungsstufe Intervalle mit einer Stufung von 25 % bestimmt. Für die Ausprägungsstufe „Niedrig“ bedeutet dies eine Verringerung der Differenz um mehr als 25 % (in Tabelle 5 als X < -25 % dargestellt) und für die Ausprägungsstufe „Sehr hoch“ eine Zunahme der Differenz um mehr als 25 % (in Tabelle 5 als 25 % ≤ X dargestellt).

Dieser Indikator hat mit 25 % eine durchschnittliche Bedeutung innerhalb dieser Schadensbildkategorie.

- „Kombination Heißer Tag und Starkregenereignis“
  Schnelle Temperaturstürze können zusätzlich durch ein Starkregenereignis an heißen Tagen hervorgerufen werden. Daher wird der Indikator „Anzahl Heiße Tage mit Starkregenereignis“ verwendet.

Ein solches Ereignis ist jedoch eher selten, was sich in den Ausprägungsstufen widerspiegelt. Durchschnittlich tritt ein solches Ereignis einmal in 10 Jahren auf. Aus diesem Grund wird für die Ausprägungsstufe „Niedrig“ der Wert 0,1 und für die Ausprägungsstufe „Sehr hoch“ der Wert 0,3 angesetzt (siehe auch Anlage 5).

Dieser Indikator hat gegenüber den anderen Klimaindikatoren eine geringere Bedeutung und geht deshalb mit einer Wichtung von 15 % ein.

5.3.1.2 SBK 01b – Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken

Niedrige Temperaturen können an Brückenbauwerken bzw. den Unter- und Überbauten Schädigungen verursachen. Diese können beispielsweise sein:

- Sprödbrüche an Brücken-Überbauten und Durchlässen,
- oberflächige Abplatzungen.

In Bild A - 4 (siehe Anhang) ist die Ursache-Wirkungskette für das Klimaereignis „Frosttage/ Eistage“ dargestellt.

Vulnerabilitätsindikatoren

Zur Betrachtung der Vulnerabilität von Brückenbauwerken gegenüber frostbedingten Schäden wird das gleiche Indikatorenset herangezogen wie für hitzebedingte Schäden (siehe Erläuterungen in Kapitel 5.3.1.1).

Mit Ausnahme des Indikators „Lage des Bauwerkes“ gelten die gleichen Annahmen zu Ausprägungsstufen und Wichtung wie für die Indikatoren der SBK 01a „Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken“.

Für den Indikator „Lage des Bauwerkes“ werden die Ausprägungsstufen umgekehrt (s. Tabelle 6). Es wird hier von der Annahme ausgegangen, dass eine sonnige Lage grundsätzlich begünstigend bzw. abmildernd in Bezug auf die Gefährdung durch niedrige Temperaturen wirkt. Dies ist auf die zusätzliche Wärmentwicklung im Bauwerk infolge der Sonneneinstrahlung zurückzuführen.

Klimaindikatoren

Als relevante Gefahr erachtet wurden die Klimaereignisse „Niedrige Temperaturen“ und „Tag-Nacht-Schwankungen bzw. Temperaturschwankungen“. Für diese Ereignisse wurden insgesamt drei Indikatoren ausgewählt (siehe Tabelle 5).

- „Tiefsttemperatur“
  Ebenso wie hohe Temperaturen können auch niedrige Temperaturen zu einer Stresssituation an Bauwerken führen. Der Tiefsttemperatur als Indikator wird dabei die höchste Bedeutung mit einer Wichtung von 50 % beigemessen.

Für die Ableitung der Ausprägungsstufen zum Indikator „Tiefsttemperatur“ wurde Bezug zum Eurocode 1 (s. Fußnote 52) genommen. Dort werden die minimalen konstanten Temperaturbereiche anhand der für Deutschland zugrunde gelegten minimalen Außenlufttemperatur von -24 °C angegeben. Dementsprechend wird für die Ausprägungsstufe „Mittel“ der Wert -24 °C angenommen und für die Ausprägungsstufe „Sehr hoch“ eine Temperatur von weniger als -28 °C. Für die Ausprägungsstufe „Niedrig“ werden Temperaturen über -20 °C verwendet (siehe auch Anlage 5). Dadurch soll die tendenziell erwartete und in den Projektionsdaten sich widerspiegelnde Abschwächung der Gefährdung aus niedrigen Temperaturen ausreichend Berücksichtigung finden.

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
DTV-SV in beiden Richtungen [Kfz/d]	15 %	X < 4.000	4.000 ≤ X < 9.000	9.000 ≤ X < 12.000	12.000 ≤ X
Lage des Bauwerkes	15 %	Flaches Land oder Bergregion und Südhang	Bergregion und Westhang	Bergregion und Osthang	Bergregion und Nordhang
Baustoffklasse	15 %	Holz	Beton/Spannbeton	Stahlverbund	Stahl
statisches System Längs	15 %		statisch bestimmt	statisch unbestimmt	
Zustandsnote	15 %	X < 2	2 ≤ X < 2,5	2,5 ≤ X < 3,5	3,5 ≤ X
Baujahr	15 %	X ≥ 2003	2003 > X ≥ 1985	X < 1985	

Tab. 6: SBK-01b) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-02.1 – Maximale Differenz [K] TX und TN im Jahr	pV	30 %	X < -25 %	-25 % ≤ X < 0 %	0 % ≤ X < 25 %	25 % ≤ X
K-04.1 – Tiefsttemperatur in der Periode [T_{min} in °C]	aW	50 %	X ≥ -20 °C	-20 °C > X ≥ -24 °C	-24 °C > X ≥ -28 °C	X < -28 °C
K-04.2 – Anzahl Frosttage [d] im Jahr	aV	20 %	X < -15	-15 ≤ X < 0	0 ≤ X < 15	15 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 7: SBK-01b) – Klimaindikatoren

- „Anzahl Frosttage“
  Die Ausprägungsstufen des Klimaindikators „Anzahl Frosttage“ wurden als Veränderungswerte gegenüber den Beobachtungswerten bestimmt. Ausgehend von einer durchschnittlichen Anzahl von ca. 60 Frosttagen pro Jahr im Beobachtungszeitraum wurde ein Veränderungsintervall von 15 Tagen angenommen (siehe auch Anlage 5). Zudem wird bei Bestandsbauwerken davon ausgegangen, dass eine mittlere Gefährdung von den Beobachtungswerten ausgeht, wodurch für die Ausprägungsstufe „Mittel“ der Veränderungsbereich von null Tagen bis zu einer Reduzierung von 15 Tagen angenommen wurde (siehe Tabelle 7).

Diesem Indikator wird gegenüber dem Indikator „Tiefsttemperatur“ eine untergeordnete Bedeutung und daher eine Wichtung von 20 % beigemessen.

- „Maximale Temperaturdifferenz an einem Tag“
  Als Klimaindikator relevant ist die „Maximale Temperaturdifferenz an einem Tag“. Es werden die gleichen Ausprägungsstufen herangezogen wie bei der SBK 01a „Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken“ (siehe Kapitel 5.3.1.1).

Dem Indikator werden eine mittlere Bedeutung und daher ein Wichtung von 30 % zugemessen.

5.3.1.3 SBK 01c – Schäden und Einschränkungen an Brücken infolge Frost-Tau-Wechsel

Schäden und Einschränkungen an Brücken infolge von Frost-Tau-Wechseln können beispielsweise sein:

- oberflächige Abplatzungen und
- (indirekt) Freilegung der Bewehrung.

Schädigungen an Bauwerken infolge von Frost-Tau-Wechseln werden aufgrund ihrer Eigenart als gesonderte Schadensbildkategorie betrachtet. Frost-Tau-Wechsel können während eines Tages

mehrmals auftreten und so besondere Stresssituation für Bauwerke darstellen.

In Bild A - 3 (siehe Anhang) ist die Ursache-Wirkungskette für das Klimaereignis „Frost-Tau-Wechsel“ dargestellt.

Vulnerabilitätsindikatoren

Für eine Gefährdung der Bauwerke in Zusammenhang mit Frost-Tau-Wechseln sind Zustand und Umfang der durch chloridhaltige Spritzwasser gefährdeten Bereiche maßgebend. Die Vulnerabilität leitet sich somit ausschließlich aus der Gruppe baulicher Indikatoren ab.

- „Bauwerksart“ (baulicher Indikator)
  Chloridhaltige Spritzwasser (bzw. Sprühnebel) stellen im Wesentlichen für Stahlteile oder Bewehrungen eine Gefahr dar. Der Sprühnebel wird durch fahrende Fahrzeuge erzeugt. Aus diesem Grund wurden für die Festlegung der Ausprägungsstufen folgende Aspekte herangezogen:

  – Führt die Brücke über eine Straße?
    Verkehrsbedingter Sprühnebel unter der Brücke bedeutet eine höhere Gefährdung als Sprühnebel von Verkehr auf einer Brücke.

  – Lichte Höhe und Spannweite
    Beide Größen bestimmen die Angriffsfläche für den Sprühnebel unter der Brücke. Je größer die Angriffsfläche, desto höher die diesbezügliche Gefährdung.

  Die Ausprägungsstufen wurden wie folgt festgelegt:

  – „Niedrig“: Brückenbauwerk führt nicht über eine Straße,

  – „Mittel“: Brückenbauwerk führt über eine Straße; jedoch keine relevant geringe Spannweite bzw. lichte Höhe,

  – „Hoch“: Brückenbauwerk führt über eine Straße und Spannweite der Brücke < 20 m oder lichte Höhe < 5 m,

  – „Sehr hoch“: Brückenbauwerk führt über eine Straße und Spannweite der Brücke < 20 m und lichte Höhe < 5 m.

Brücken mit kleiner Spannweite und geringer Durchfahrtshöhe sind demnach besonders durch chloridhaltige Sprühnebel gefährdet (siehe Tabelle 8).

Dieser Indikator wird als etwas bedeutender eingeschätzt als der Indikator Zustandsnote und daher mit einer Wichtung von 55 % berücksichtigt.

„Zustandsnote“ (baulicher Indikator): Schäden infolge Frost-Tau-Wechsel äußern sich vor allem als Folge des wiederkehrenden Prozesses von Eisbildung und Eisschmelze in kleinen Rissen und Poren und der daraus resultierenden Volumenvergrößerung bei der Eisbildung. Insofern sind Bauwerke mit Vorschädigungen (Risse) einer stärkeren Gefährdung durch Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt. Über den Indikator „Zustandsnote“ erfolgt die Berücksichtigung der Vorschädigungen aus Sicht der Experten in ausreichendem Maße. Die Ausprägungsstufen entsprechen denen der oben beschriebenen Schadensbildkategorien. Die Wichtung des Indikators beträgt 45 %.

Klimaindikatoren

Maßgebend ist die Auftrittshäufigkeit dieser Belastung. Aus diesem Grund wird als alleiniger Klimaindikator „Anzahl der Tage mit Frost-Tau-Wechsel“ verwendet. Ausgehend von der durchschnittlichen „Anzahl der Tage mit Frost-Tau-Wechsel“ in Höhe von 60 Tagen im Beobachtungszeitraum wurden 20 Tage als Intervallgröße angenommen (siehe auch Anlage 5). Die einzelnen Ausprägungsstufen sind in Tabelle 9 dargestellt.

In fachlichen Diskussionen zu den SBK 01b „Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken“ und SBK 01c „Schäden und Einschränkungen an Brücken infolge Frost-Tau-Wechsel“ konnten einzelne Zusammenhänge zwischen Frosttagen und Frost-Tau-Wechseln nicht aufgelöst werden.

So kann die Lage des Bauwerkes je nach Temperatur sowohl positiv als auch negativ auf den Frost-Tau-Wechsel wirken. Bei niedrigeren Temperaturen können Bauwerke in sonniger Lage einer erhöhten Gefährdung durch Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt sein, da der Frost-Tau-Wechsel nun durch Sonneneinstrahlung und nicht durch die Außenlufttemperatur verursacht werden. Auf der anderen Seite kann die sonnige Lage bei niedrigen Frosttemperaturen positiv bzw. mildernd auf die Gefährdung wirken. Das Bauwerk wäre dann einer Gefährdung aus Frost-Tau-Wechsel ggf. weniger oder gar nicht ausgesetzt. Die Lage (Exposition) des Bauwerkes wurde daher nicht als Indikator herangezogen.

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Zustandsnote	45 %	X < 2	2 ≤ X < 2,5	2,5 ≤ X < 3,5	3,5 ≤ X
Bauwerksart	55 %	unter dem BW keine Straße	unter dem BW eine Straße	unter dem BW eine Straße und BW-Länge ≤ 20 m oder BW-Höhe ≤ 5 m	unter dem BW eine Straße und BW-Länge ≤ 20 m und BW-Höhe ≤ 5 m

Tab. 8: SBK-01c) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-03.1 – Anzahl der FTW-Tage [d] im Jahr	aV	100 %	X < -20	-20 ≤ X < 0	0 ≤ X < 20	20 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 9: SBK-01c) – Klimaindikatoren

5.3.1.4 SBK 01d – Schäden und Einschränkungen an Brücken durch Hochwasser

Wie in Kapitel 3.2.2 dargestellt, handelt es sich bei Hochwasser nicht um ein Klimaereignis, sondern um ein Ereignis (Phänomen), bei dem Klima bzw. Wetter als Mit-Ursachen eine wesentliche Rolle spielen. Es unterliegt jedoch spezifischen und sehr komplexen Ursache-Wirkungs-Ketten, die weit über den Kontext Straßeninfrastruktur und Klimaprojektionen hinausgehen. Eine Projektion von Hochwasser konnte im Rahmen dieses Projektes daher nicht erfolgen. Für das RIVA-Projekt wurde für die Beurteilung des Gefährdungspotenzials ausschließlich auf die Vulnerabilität abgestellt.

Vulnerabilitätsindikatoren

Als Indikatoren der Vulnerabilität sind vor allem die Lage und der Zustand des Bauwerkes relevant.

- „Lage des Bauwerks in Hochwassergefährdungsbereichen“ (Indikator der Lage)
  Herangezogen werden die Informationen von Hochwassergefährdungskarten. Die Einordnung der Bauwerke in Ausprägungsstufen erfolgt anhand der angegebenen Wiederkehrhäufigkeiten für Hochwasserereignisse.

Bauwerke, die in einem nicht hochwassergefährdeten Gebiet liegen, werden der Ausprägungsstufe „Niedrig“ zugeordnet. Bauwerke in einem Gebiet mit einer 200jährigen Wiederkehrhäufigkeit (HQ200) werden der Ausprägungsstufe „Mittel“ zugeordnet. Für Bauwerke in einem HQ100-Gebiet gilt die Ausprägungsstufe „Hoch“ und für geringere Wiederkehrhäufigkeiten die Ausprägungsstufe „Sehr hoch“.

Dieser Indikator wurde als entscheidend erachtet und wird deshalb mit einer Wichtung von 80 % berücksichtigt.

Hochwassergefährdungskarten für die Bereiche der Untersuchungsstrecken standen für die Projektbearbeitung nicht zur Verfügung. Es konnten folglich keine Vulnerabilitätsbewertungen zum SBK 01d erfolgen.

- „Zustandsnote“ (baulicher Indikator)
  In Ergänzung zum Aspekt der Lage des Bauwerkes ist sein Zustand zu berücksichtigen. Je schlechter der Zustand, desto geringer die Widerstandsfähigkeit eines Bauwerkes.

Es werden die gleichen Ausprägungsstufen, wie bei den Schadensbildkategorien SBK 01a bis c herangezogen (siehe Tabelle 10).

Da der Indikator in seiner Bedeutung dem Indikator Lage deutlich nachgeordnet ist, wird eine Wichtung von 20 % angesetzt.

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Lage des Bauwerkes	80 %	keine Hochwasser-gefährdung	Gefährdung durch HQ200	Gefährdung durch HQ100	Gefährdung durch HQ50
Zustandsnote	20 %	X < 2	2 ≤ X < 2,5	2,5 ≤ X < 3,5	3,5 ≤ X

Tab. 10: SBK-01d) – Vulnerabilitätsindikatoren

5.3.1.5 SBK 01e – Schäden und Einschränkungen an Brücken durch Starkwind

Schäden und Einschränkungen an Brücken infolge von Starkwinden können indirekt infolge von Ermüdungserscheinungen auftreten.

Grundsätzlich musste für das RIVA-Projekt angenommen werden, das bestehende Brücken für die Windsituation an ihrem Standort entsprechend ausgelegt sind. Daten, die eine differenziertere Betrachtung erlauben, standen nicht zur Verfügung. Folglich bestünden formal betrachtet für die eigentlichen Bauwerke in der Gegenwart keine relevanten Gefährdungen in Zusammenhang mit Starkwinden.

Gegebenenfalls könnten Gefährdungen für Bestandsbrücken im Prinzip dann entstehen, wenn sich die Windsituation zukünftig in relevantem Ausmaß ändern würde. Für Starkwinde können derzeit jedoch keine verlässlichen Projektionsdaten generiert werden. Aus diesem Grund wurde im RIVA-Projekt keine Betrachtung des SBK 01e vorgenommen.

Dennoch wurden in den Expertenworkshops Vulnerabilitätsindikatoren diskutiert, die für eine spätere Auswertung herangezogen werden könnten.

Vulnerabilitätsindikatoren

- „DTV-SV“ (verkehrlicher Indikator)
  Der verkehrliche Indikator „DTV-SV“ bestimmt zum einen den Grundstress eines Bauwerkes (siehe hierzu die Erläuterung zu SBK 01a in Kapitel 5.3.1.1). Zum anderen führt der Schwerlastverkehr (SV) zu einer Erhöhung der Windangriffsfläche des Bauwerkes und somit zu einer höheren Gefährdung von Bauwerken gegen Starkwind. Für die Ausprägungsstufen wurden die gleichen Wertebereiche wie bei den SBK 01a und b festgelegt.

Der Indikator „DTV-SV“ hat mit einer Wichtung von 25 % innerhalb der Schadensbildkategorie eine durchschnittliche Bedeutung.

- „Zustandsnote“ (baulicher Indikator)
  Bauwerke mit Vorschädigungen sind grundsätzlich anfälliger. Dies gilt auch für die Gefährdung von Brücken gegenüber Starkwinden. Über den Indikator Zustandsnote wird dies berücksichtigt.

Die Wertebereiche der Ausprägungsstufen bleiben gegenüber den anderen Schadensbildkategorien unverändert. Mit einer Wichtung von 30 % hat dieser Indikator eine überdurchschnittliche Bedeutung für diese Schadensbildkategorie.

- „Lichte Höhe“ (baulicher Indikator)
  Grundsätzlich gilt, je höher ein Brückenbauwerk, desto größer ist die Windeinwirkung und die Gefährdung für das Bauwerk (insbesondere für Pfeiler und Gründung).

Für Bauwerke mit einer lichten Höhe kleiner 10 m wird von einer niedrigen Gefährdung ausgegangen.

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
DTV-SV in beiden Richtungen [Kfz/d]	25 %	X < 4.000	4.000 ≤ X < 9.000	9.000 ≤ X < 12.000	12.000 ≤ X
Zustandsnote	30 %	X < 2	2 ≤ X < 2,5	2,5 ≤ X < 3,5	3,5 ≤ X
Lichte Höhe [m]	20 %	X < 10	10 ≤ X < 25	25 ≤ X < 50	50 ≤ X
Vorhandene Aufbauten	25 %	keine	bei Bemessung berücksichtigt	nachträgliche Aufbauten mit geringer Reduzierung der statischen Reserven	nachträgliche Aufbauten mit mäßiger Reduzierung der statischen Reserven

Tab. 11: SBK-01e) – Vulnerabilitätsindikatoren

Die weiteren Ausprägungsstufen werden über die Stufen für die lichte Höhe von 25 m und 50 m gebildet (siehe Tabelle 11).

Insgesamt wird der Indikator „Lichte Höhe“ gegenüber den anderen Indikatoren mit einer geringen Bedeutung eingeschätzt (Wichtung von 20 %).

- „Vorhandene Aufbauten“ (baulicher Indikator)
  Neben dem auf dem Bauwerk befindlichen Schwerlastverkehr haben auch die auf dem Bauwerk befindlichen Aufbauten, wie bspw. Schallschutzwände, Einfluss auf die Windangriffsfläche. Sie erhöhen die Windangriffsfläche und somit die Anfälligkeit gegenüber Starkwinden.

Bei den Aufbauten ist zu unterscheiden, ob es sich um Aufbauten handelt, die bereits im Zuge der Bauwerksbemessung berücksichtigt wurden oder ob es sich um nachträglich angebrachte Aufbauten handelt.

Im Falle von nachträglich angebrachten Aufbauten wird die Vulnerabilität eines Bauwerks als hoch bis sehr hoch eingeschätzt. In diesem Falle ist zu beurteilen, in welchem Maße die Aufbauten zu einer Reduzierung der statischen Reserven führen. Ist die Reduzierung als gering einzuschätzen, erfolgt eine Zuordnung zur Ausprägungsstufe „Hoch“, wird die Reduzierung als mäßig eingeschätzt, eine Einstufung in „Sehr hoch“ (siehe Tabelle 11).

Dem Indikator „Vorhandene Aufbauten“ wurden eine durchschnittliche Bedeutung und daher eine Wichtung von 25 % beigemessen.

5.3.2 SBK der Durchlässe

5.3.2.1 SBK 02a – Schäden und Einschränkungen an Durchlässen durch Hochwasser

Für die Schadensbildkategorie „Schäden und Einschränkungen an Durchlässen durch Hochwasser“ gelten die in Kapitel 5.3.1.4 dargestellten Aussagen analog. Die Vulnerabilitätsindikatoren sind in Tabelle 12 dargestellt.

5.3.3 SBK der Tunnel und Tröge

5.3.3.1 SBK 03a – Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln

Die Schadensbildkategorie „Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln“ beinhaltet Schäden und Einschränkungen infolge des Eindringens von Sickerwasser hervorgerufen durch langanhaltende Niederschläge.

Vulnerabilitätsindikatoren

Für diese Schadensbildkategorie wurden Vulnerabilitätsindikatoren insbesondere im Bereich der baulichen Merkmale identifiziert. Zusätzlich wurde der Geologie als Merkmal der Lage Bedeutung zugemessen. Der Verkehr hat keinen relevanten Einfluss auf die Vulnerabilität eines Tunnelbauwerkes in Bezug auf niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen.

- „Zustandsnote“ (baulicher Indikator)
  Grundsätzlich gilt auch hier, dass für Bauwerke mit Vorschädigung eine stärkere Gefährdung besteht.

Wie bei Brücken erfolgt auch für Tunnel die Bestimmung der Zustandsnote nach den Vorschriften der RI-EBW-PRÜF. Aus diesem Grund werden die Wertebereiche der Ausprägungsstufen analog zu den SBK der Brücken festgelegt (siehe Erläuterungen in Kapitel 5.3.1.1).

Der Indikator hat eine durchschnittliche Bedeutung und wird daher mit einer Wichtung von 20 % berücksichtigt.

- „Länge des Tunnels“ (baulicher Indikator)
  Über diesen Indikator wird berücksichtigt, dass sich die Wahrscheinlichkeit eines Wassereintritts durch versickerndes Niederschlagswasser mit zunehmender Länge eines Tunnels

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Lage des Bauwerkes	80 %	keine Hochwassergefährdung	Gefährdung durch HQ200	Gefährdung durch HQ100	Gefährdung durch HQ50
Zustandsnote	20 %	X < 2	2 ≤ X < 2,5	2,5 ≤ X < 3,5	3,5 ≤ X

Tab. 12: SBK-02a) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Zustandsnote	20 %	X < 2	2 ≤ X < 2,5	2,5 ≤ X < 3,5	3,5 ≤ X
Länge des Bauwerkes [m]	10 %	X < 100	100 ≤ X < 300	300 ≤ X < 600	600 ≤ X
Breite des Bauwerkes [Anzahl der Fahrstreifen]	30 %	X = 1	X = 2	X = 3	3 < X
Alter der Abdichtung [Jahre]	20 %	X < 25	25 ≤ X < 40	40 ≤ X < 55	55 ≤ X
Geologie	20 %	als Indikator bestimmt, aber bislang keine Festlegungen von Ausprägungsstufen			

Tab. 13: SBK-03a) – Vulnerabilitätsindikatoren

erhöht. In Tabelle 13 sind die Wertebereiche der Ausprägungsstufen dargestellt. Die Abgrenzung der Stufen erfolgte indikativ anhand von Erfahrungswerten im Rahmen der Expertendiskussion.

Der Indikator hat gegenüber den anderen Indikatoren jedoch deutlich geringere Bedeutung und fließt deshalb nur mit 10 % Wichtung ein.

- „Breite des Bauwerks“ (baulicher Indikator)
  Die Breite des Bauwerks wird als maßgebender Indikator erachtet. Je breiter ein Tunnel, desto größer ist einerseits die Spannweite der Sohle und damit deren Belastung durch den Wasserdruck und andererseits die Bauwerksfläche und folglich die Wahrscheinlichkeit eines Wassereintritts. Darüber hinaus bestimmt die Breite des Tunnels die Art des Quertragsystems.

Der Indikator Tunnelbreite wird über die Fahrstreifenanzahl im Tunnelquerschnitt bestimmt. Tunnelquerschnitte mit nur einem Fahrstreifen werden der Ausprägungsstufe „Niedrig“ zugeordnet. Mit jedem zusätzlichen Fahrstreifen erfolgt die Zuordnung in die nächsthöhere Ausprägungsstufe. Ab vier Fahrstreifen in einer Tunnelröhre erfolgt die Zuordnung zur Ausprägungsstufe „Sehr hoch“.

Dieser Indikator weist gegenüber den anderen Indikatoren die höchste Bedeutung auf und wird daher mit einer Wichtung von 30 % berücksichtigt.

- „Alter der Abdichtung“ (baulicher Indikator)
  Die erdseitige Abdichtung eines Tunnels verhindert das Eindringen des (ggf. chemisch angreifenden) Grund- bzw. Oberflächenwassers in dessen Tragkonstruktion. Je höher das Alter der Abdichtung, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit von Schäden in der Abdichtungsebene und damit die Gefahr von Unterläufigkeit. Das Baujahr des Tunnels wurde als Anhaltspunkt zur Bestimmung des Alters der Abdichtung herangezogen. Die Ableitung der Ausprägungsstufen erfolgte anhand von Erfahrungswerten der an den Workshops beteiligten Experten.

Der Indikator hat eine durchschnittliche Bedeutung und geht deshalb mit einer Wichtung von 20 % ein.

- „Geologie“ (Indikator der Lage)
  Die Geologie der Tunnelumgebung, insbesondere der Bodenaufbau der oberen Bodenschichten, hat maßgeblichen Einfluss auf die Sickerfähigkeit des Bodens bei Niederschlagsereignissen. Bei gering sickerfähigen Bodenschichten kommt es temporär zu steigendem Schichtenwasser und damit zu einer Gefährdung aufgrund des Wasserdrucks.

In den Expertendiskussionen wurde bejaht, dass die Geologie grundsätzlich einen Einfluss auf die hier betrachtete Schadensbildkategorie hat. Im Rahmen des RIVA-Projektes konnte aufgrund der Vielzahl der gegebenenfalls zu berücksichtigenden Aspekte jedoch keine Festlegung von Ausprägungsstufen bzw. die Differenzierung in Teilindikatoren erfolgen.[53]

Der Indikator „Geologie“ wird aus Gründen der Vollständigkeit aufgeführt. Er konnte aber nicht bewertet werden.

Klimaindikatoren

- „Maximaler Fünftage-Niederschlag“
  Als alleiniger Klimaindikator wird die maximale Niederschlagsmenge innerhalb von fünf aufeinanderfolgenden Tagen verwendet.

[53] So kann sich bspw. die Geologie bei langen Tunneln mehrfach ändern. Zudem setzt sich das Erdreich aus verschiedenen Boden- oder Gesteinsschichten mit unterschiedlicher Wasserdurchlässigkeit zusammen.

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-06.7 – Summe Niederschlag [mm] innerhalb von 5 aufeinanderfolgenden Tagen, Maximum in der Periode	pV	100 %	X < 0 %	0 % ≤ X < 25 %	25 % ≤ X < 50 %	50 % ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 14: SBK-03a) – Klimaindikatoren

Kurzzeitige Regenereignisse haben nach Einschätzung der Experten hingegen keinen relevanten Einfluss, da das Regenwasser nicht in dem Maße in den Boden versickert und eher oberflächig abgeleitet wird.

Ausgehend von der Annahme, dass bei der Bemessung und Konstruktion eines Tunnels die jeweilige zum Bemessungszeitpunkt maßgebende Sickerfähigkeit des Bodens und daraus resultierende maximale Wasserstände berücksichtigt wurde, werden die Ausprägungsstufen als prozentuale Veränderung gegenüber den Beobachtungswerten dargestellt. Die Wertebereiche der Ausprägungsstufen sind in Tabelle 14 dargestellt (siehe auch Anlage 5).

5.3.3.2 SBK 03b – Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln (Portalbereich)

In Tunnelportalbereichen können durch Temperaturunterschiede verursachte Spannungen zu Schäden und Einschränkungen führen. Grundsätzlich gelten hier die gleichen Aussagen wie bei der SBK 01a „Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken“ (siehe Kapitel 5.3.1).

Vulnerabilitätsindikatoren

Es wurden drei bauliche Indikatoren als relevant erachtet.

- „Zustandsnote und Baujahr“ (bauliche Indikatoren)
  Die Ausführungen in Kapitel 5.3.1.1 (SBK 01a „Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken“) gelten analog. Es werden folglich die gleichen Ausprägungsstufen herangezogen.

Beide Indikatoren werden gegenüber dem dritten baulichen Indikator Tunnelbreite als bedeutender eingeschätzt und gehen deshalb jeweils mit einer Wichtung von 35 % ein (siehe Tabelle 15).

- „Tunnelbreite“ (baulicher Indikator)
  Der Indikator Tunnelbreite ist Ausdruck dafür, dass temperaturbedingte Spannungen im Protalbereich mit zunehmender Querschnittsbreite tendenziell zunehmen können. Die Tunnelbreite wird indirekt über die Anzahl der Fahrspuren je Tunnelröhre bestimmt (siehe Kapitel 5.3.3.1).

Die Wichtung des Indikators beträgt 30 %.

Klimaindikatoren

Für hitzebedingte Schäden an Bauwerken – hier das Tunnelportal – spielen hohe Temperaturen und der Umfang von Temperaturschwankungen als Gefährdungsursachen eine Rolle. Als relevant eingeschätzt wurden die Klimaindikatoren „Anzahl Heißer Tage“, „Höchsttemperatur“ und „Maximale Temperaturdifferenz an einem Tag“.

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Zustandsnote	35 %	X < 2	2 ≤ X < 2,5	2,5 ≤ X < 3,5	3,5 ≤ X
Breite des Bauwerkes [Anzahl der Fahrstreifen]	30 %	X = 1	X = 2	X = 3	3 < X
Baujahr	35 %	X ≥ 2003	2003 > X ≥ 1985	X < 1985	

Tab. 15: SBK-03b) und SBK-03c) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-01.1 – Anzahl Heißer Tage [d] im Jahr	aV	20 %	X < 0	0 ≤ X < 5	5 ≤ X < 10	10 ≤ X
K-01.5 – Höchsttemperatur in der Periode	aW	40 %	X < 37 °C	37 °C ≤ X < 40 °C	40 °C ≤ X < 43 °C	43 °C ≤ X
K-02.1 – Maximale Differenz [K] TX und TN im Jahr	pV	40 %	X < -25 %	-25 % ≤ X < 0 %	0 % ≤ X < 25 %	25 % ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 16: SBK-03b) – Klimaindikatoren

Für die Wertebereiche der Ausprägungsstufen gelten die Aussagen in Kapitel 5.3.1.1 (SBK01a „Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken“) analog.

Der Indikator „Anzahl Heißer Tage“ wurde gegenüber den anderen beiden Indikatoren als geringer bedeutend eingeschätzt und deshalb mit 20 % gewichtet.

Den beiden Indikatoren „Höchsttemperatur“ und „Maximale Temperaturdifferenz an einem Tag“ wurde eine hohe Bedeutung zugemessen. Sie gehen daher jeweils mit einer Wichtung von 40 % in die Bewertung ein (siehe Tabelle 16).

5.3.3.3 SBK 03c – Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln (Portalbereich)

Niedrige Temperaturen führen in ähnlicher Weise wie hohe Temperaturen zu temperaturbedingten Stresssituationen an Tunnelportalen.

Vulnerabilitätsindikatoren

Für die Bewertung der Vulnerabilität von Tunnelportalen gegenüber niedrigen Temperaturen werden die gleichen baulichen Indikatoren wie für die SBK03b „Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln (Portalbereich)“ verwendet, da es sich in beiden Fällen um temperaturbedingte Stresssituationen handelt. Die Angaben zu den Wertebereichen und den Wichtungen werden für diese Schadensbildkategorie übernommen (siehe Tabelle 15).

Klimaindikatoren

Für frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Tunnelportalen spielen zum einen niedrige Temperaturen und zum anderen Frost-Tau-Wechsel als Gefährdungsursachen eine Rolle. Als relevant eingeschätzt wurden die Klimaindikatoren „Anzahl der Tage mit Frost-Tau-Wechsel“, „Tiefsttemperatur“ und „Anzahl Frosttage“.

Für die Wertebereiche der Ausprägungsstufen gelten die Aussagen in den Kapiteln 5.3.1.2 und 5.3.1.3 analog.

Den Indikatoren „Anzahl der Tage mit Frost-Tau-Wechsel“ (als absolute Veränderungen gegenüber den Beobachtungswerten) und „Tiefsttemperatur“ (als absoluter Wert in °C) wird eine hohe Bedeutung zugemessen. Sie gehen jeweils mit einer Wichtung von 40 % in die Bewertung ein (siehe Tabelle 17).

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-03.1 – Anzahl der FTW-Tage [d] im Jahr	aV	40 %	X < -20	-20 ≤ X < 0	0 ≤ X < 20	20 ≤ X
K-04.1 – Tiefsttemperatur in der Periode [T_{min} in °C]	aW	40 %	X ≥ -20 °C	-20 °C > X ≥ -24 °C	-24 °C > X ≥ -28 °C	X < -28 °C
K-04.2 – Anzahl Frosttage [d] im Jahr	aV	20 %	X < -15	-15 ≤ X < 0	0 ≤ X < 15	15 ≤ X

Tab. 17: SBK-03c) – Klimaindikatoren

Die Anzahl der Frosttage wurde hingegen als geringer bedeutend eingeschätzt (siehe auch Anlage 5). Dies spiegelt sich in der Wichtung von 20 % wider.

5.3.3.4 SBK 03d – Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen

Mit dieser Schadensbildkategorie werden Schäden durch Eindringen von Wasser durch die Seitenwände eines Troges erfasst.

Aquaplaningsituationen aufgrund von Starkregenereignissen sind hingegen Gegenstand der SBK 09a „Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Entwässerung bei Starkregen (Aquaplaning)“.

Vulnerabilitätsindikatoren

Die für die SBK 03a „Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln“ getroffenen Einschätzungen zu relevanten Indikatoren und deren Ausprägungsstufen sind grundsätzlich auf Trogbauwerke übertragbar. Für die Bewertung werden deshalb die gleichen Indikatoren, Ausprägungsstufen und Wichtungen herangezogen (Tabelle 18).

Klimaindikatoren

- „Maximaler Fünftage-Niederschlag“
  Als maßgeblicher Klimaindikator wird nur die maximale Niederschlagsmenge innerhalb von fünf aufeinanderfolgenden Tagen verwendet (siehe auch Anlage 5).

Kurzzeitige Regenereignisse haben für diese Schadensbildkategorie keine Bedeutung, da das Regenwasser nicht in relevantem Maße in den Boden versickert und eher oberflächig abgeleitet wird.

Ausgehend von der Annahme, dass bei Bemessung und Konstruktion eines Troges die maßgebende Sickerwassermenge bzw. die Höhe der anstehenden Wassersäule (maßgebend für den Wasserdruck auf die Trogseitenwände) berücksichtigt wurde, werden die Ausprägungsstufen als prozentuale Veränderung gegenüber den Beobachtungswerten dargestellt. Die Wertebereiche der Ausprägungsstufen zeigt Tabelle 19.

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Zustandsnote	20 %	X < 2	2 ≤ X < 2,5	2,5 ≤ X < 3,5	3,5 ≤ X
Länge des Bauwerkes [m]	10 %	X < 100	100 ≤ X < 300	300 ≤ X < 600	600 ≤ X
Breite des Bauwerks [Anzahl der Fahrstreifen]	30 %	X = 1	X = 2	X = 3	3 < X
Alter der Abdichtung [Jahre]	20 %	X < 25	25 ≤ X < 40	40 ≤ X < 55	55 ≤ X
Geologie	20 %	Als Indikator bestimmt, aber bislang keine eindeutigen Festlegungen zu Ausprägungsstufen			

Tab. 18: SBK-03d) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-06.7 – Summe Niederschlag [mm] innerhalb von 5 aufeinanderfolgenden Tagen. Maximum in der Periode	pV	100 %	X < 0 %	0 % ≤ X < 25 %	25 % ≤ X < 50 %	50 % ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 19: SBK-03d) – Klimaindikatoren

5.3.3.5 SBK 03e – Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen

Während sich bei Tunneln hitzebedingte Schäden nur auf die Portale beziehen, können hohe Temperaturen am gesamten Trogbauwerk als Schadensursache eine Rolle spielen.

Vulnerabilitätsindikatoren

Die bereits für Tunnel in Kapitel 5.3.3.2 beschriebenen Indikatoren „Zustandsnote“, „Bauwerksbreite“ und „Baujahr“ sind auch auf Tröge übertragbar. Zusätzlich wurden die Merkmale „Baustoffklasse“ und „Blocklänge“ als zu berücksichtigende bauliche Indikatoren identifiziert.

Für die Indikatoren „Zustandsnote“, „Trogbreite“ (analog „Brückenbreite“) und „Baujahr“ finden die in Kapitel 5.3.3.2 dargestellten Wertebereiche der Ausprägungsstufen Anwendung.

Die Wichtung der Indikatoren wurde aufgrund der zusätzlich zu berücksichtigen Indikatoren angepasst. Die Indikatoren Baujahr (30 %) und Zustandsnote (25 %) sind jedoch auch hier maßgebend (siehe Tabelle 20).

- „Baustoffklasse“ (baulicher Indikator)
  Durch die Baustoffklasse ist das Verformungsverhalten infolge von Temperaturbeanspruchung bestimmt. Unter Berücksichtigung der derzeit gültigen Regelwerke[54] wurden die Ausprägungsstufen bestimmt. Grundsätzlich gilt, dass Stahl empfindlicher auf Temperatureinwirkungen reagiert als Beton oder Holz (LICHTE, 2004, S. 126). Dies wird bei der Bemessung der Tragwerke durch unterschiedliche Bemessungswerte in den Regelwerken berücksichtigt.

Der Indikator ist gegenüber den anderen Indikatoren geringer bedeutend und wird daher mit einer Wichtung von 15 % berücksichtigt.

- „Blocklänge“ (baulicher Indikator)
  Die Blocklänge bestimmt das statische System in Längsrichtung und damit auch die Verformungsfähigkeit bei Temperatureinwirkungen. Mit steigender Blocklänge wird die Gefahr des Auftretens von Zwangsbeanspruchung infolge von hohen Temperaturen erhöht.

Die Ableitung der Ausprägungsstufen erfolgte unter Berücksichtigung der anerkannten Regeln der Technik. Aus diesen geht eine empfohlene maximale Blocklänge von etwa 12 m hervor. Daher wird bei den Ausprägungsstufen auch nur unterschieden, ob diese Vorgabe eingehalten (Ausprägungsstufe „Mittel“) oder überschritten wurde („Hoch“).

Der Indikator ist gegenüber den anderen Indikatoren geringer bedeutend. Daraus resultiert seine Wichtung in Höhe von 15 %.

Klimaindikatoren

Auch für diese Schadensbildkategorie sind hohe Temperaturen und der Umfang von Temperaturschwankungen als Gefährdungsursachen ausschlaggebend. Analog zur Schadensbildkategorie SBK 03b „Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln (Portalbereich)“ werden deshalb die Klimaindikatoren „Anzahl Heißer Tage“, „Höchsttemperatur“ und „Maximale Temperaturdifferenz an einem Tag“ herangezogen.

Für die Wertebereiche der Ausprägungsstufen gelten die Aussagen in Kapitel 5.3.1.1 analog.

54 U. a. DIN EN 1991-1-5: 2010-12 – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen.

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Zustandsnote	25 %	X < 2	2 ≤ X < 2,5	2,5 ≤ X < 3,5	3,5 ≤ X
Trogbreite [Anzahl Fahrstreifen]	15 %	X = 1	X = 2	X = 3	3 < X
Baustoffklasse	15 %	Holz	Beton/Spannbeton	Stahlverbund	Stahl
Blocklänge [m]	15 %		X < 12	12 ≥ X	
Baujahr	30 %	X ≥ 2003	2003 > X ≥ 1985	X < 1985	

Tab. 20: SBK-03e) und SBK-03f) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-01.1 – Anzahl Heißer Tage [d] im Jahr	aV	20 %	X < 0	0 ≤ X < 5	5 ≤ X < 10	10 ≤ X
K-01.5 – Höchsttemperatur in der Periode [T_{max} in °C]	aW	40 %	X < 37 °C	37 °C ≤ X < 40 °C	40 °C ≤ X < 43 °C	43 °C ≤ X
K-02.1 – Maximale Differenz [K] TX und TN im Jahr	pV	40 %	X < -25 %	-25 % ≤ X < 0 %	0 % ≤ X < 25 %	25 % ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 21: SBK-03e) – Klimaindikatoren

Der Indikator „Anzahl Heißer Tage“ wurde gegenüber den anderen beiden Indikatoren als geringer bedeutend eingeschätzt und deshalb mit 20 % gewichtet.

Den beiden Indikatoren „Höchsttemperatur“ und „Maximale Temperaturdifferenz an einem Tag" wurde eine hohe Bedeutung zugemessen. Sie gehen daher jeweils mit einer Wichtung von 40 % in die Bewertung ein (siehe Tabelle 21).

5.3.3.6 SBK 03f – Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen

Niedrige Temperaturen führen in ähnlicher Weise wie hohe Temperaturen zu temperaturbedingten Stresssituationen an Trögen.

Vulnerabilitätsindikatoren

Für die Bewertung der Vulnerabilität von Trögen gegenüber niedrigen Temperaturen werden die gleichen baulichen Indikatoren wie für die SBK 03e „Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen“ verwendet, da es sich in beiden Fällen um temperaturbedingte Stresssituationen handelt.

Die Wertebereiche der Ausprägungsstufen sowie die Wichtungen gelten analog auch für diese SBK (siehe Tabelle 20).

Klimaindikatoren

Für frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen spielen als Gefährdungsursachen zum einen niedrige Temperaturen und zum anderen Frost-Tau-Wechsel eine Rolle. Als relevant eingeschätzt wurden die Klimaindikatoren „Anzahl der Tage mit Frost-Tau-Wechsel“, „Tiefsttemperatur“ und „Anzahl Frosttage“.

Für diese Indikatoren werden die in den Kapiteln 5.3.1.2 (SBK 01b „Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken“) und 5.3.1.3 (SBK 01c „Schäden und Einschränkungen an Brücken infolge Frost-Tau-Wechsel“) dargestellten Wertebereiche der Ausprägungsstufen herangezogen.

Den Indikatoren „Anzahl der Tage mit Frost-Tau-Wechsel“ (als absolute Veränderungen gegenüber den Beobachtungswerten) und „Tiefsttemperatur“ (als absoluter Wert in °C) wurde eine hohe Bedeutung zugemessen (siehe auch Anlage 5). Sie gehen deshalb jeweils mit einer Wichtung von 40 % in die Bewertung ein (siehe Tabelle 22).

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-03.1 – Anzahl der FTW-Tage [d] im Jahr	aV	40 %	X < -20	-20 ≤ X < 0	0 ≤ X < 20	20 ≤ X
K-04.1 – Tiefsttemperatur in der Periode [T_{min} in °C]	aW	40 %	X ≥ -20 °C	-20 °C > X ≥ -24 °C	-24 °C > X ≥ -28 °C	X < -28 °C
K-04.2 – Anzahl Frosttage [d] im Jahr	aV	20 %	X < -15	-15 ≤ X < 0	0 ≤ X < 15	15 ≤ X

Tab. 22: SBK-03f) – Klimaindikatoren

Die Anzahl der Frosttage wurde hingegen als geringer bedeutend eingeschätzt. Dies spiegelt sich in der Wichtung von 20 % wider.

5.3.4 SBK der Stützbauwerke sowie Hang- und Felssicherungen

5.3.4.1 SBK 04a – Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen

Schäden und Einschränkungen, die mit dieser Schadensbildkategorie berücksichtigt werden, re,sultieren aus durch Temperaturunterschiede verursachten Spannungen.

Vulnerabilitätsindikatoren

Für die Bewertung der Vulnerabilität von Hang- und Felssicherungen bzw. Stützbauwerken gegenüber dem Klimaereignis „Hohe Temperaturen“ wurden die drei baulichen Indikatoren „Baujahr“, „Baustoffklasse“ und „Zustandsnote“ als relevant für diese Schadenbildkategorie eingeschätzt.

Der Indikator „Baujahr“ hat aufgrund der in den Regelwerken der Dimensionierung über die Jahre eingeführten oder geänderten temperaturbedingten Nachweise mit einer Wichtung von 40 % eine gegenüber den anderen Indikatoren höhere Bedeutung.

Für die Ableitung der Ausprägungsstufen des Indikators „Baustoffklasse“ wurde an der Grunderkenntnis, dass Stahlbauteile stärker auf eine Beanspruchung durch hohe Temperaturen reagieren als Beton, festgehalten. Die abgeleiteten Ausprägungsstufen sind in Tabelle 23 dargestellt.

Für den Indikator „Zustandsnote“ wurden die oben in den SBK01a „Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken“ (Kapitel 5.3.1.1) dargestellten Ausprägungsstufen übernommen.

Die Indikatoren „Baustoffklasse“ und „Zustandsnote“ erhielten jeweils eine Wichtung von 30 %.

Klimaindikatoren

Für Bauwerke der Hang- und Felssicherung bzw. Stützbauwerke sind die gleichen Klimaindikatoren relevant wie für die SBK 03e (siehe Tabelle 24).

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Zustandsnote	30 %	X < 2	2 ≤ X < 2,5	2,5 ≤ X < 3,5	3,5 ≤ X
Baustoffklasse	30 %	Holz, Stein	Beton, Stahlbeton, k. A.	Stahlverbund	Stahl
Baujahr	40 %	X ≥ 2003	2003 > X ≥ 1985	X < 1985	

Tab. 23: SBK-04a) und SBK-04b) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-01.1 – Anzahl Heißer Tage [d] im Jahr	aV	20 %	X < 0	0 ≤ X < 5	5 ≤ X < 10	10 ≤ X
K-01.5 – Höchsttemperatur in der Periode [T_{max} in °C]	aW	40 %	X < 37 °C	37 °C ≤ X < 40 °C	40 °C ≤ X < 43 °C	43 °C ≤ X
K-02.1 – Maximale Differenz [K] TX und TN im Jahr	pV	40 %	X < -25 %	-25 % ≤ X < 0 %	0 % ≤ X < 25 %	25 % ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 24: SBK-04a) – Klimaindikatoren

5.3.4.2 SBK 04b – Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen

Vulnerabilitätsindikatoren

Es werden die gleichen Vulnerabilitätsindikatoren und Ausprägungsstufen wie bei der SBK 04a – Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen verwendet (siehe auch Tabelle 23).

Klimaindikatoren

Für Bauwerke der Hang- und Felssicherung bzw. Stützbauwerke sind die gleichen Klimaindikatoren relevant wie für die SBK 03f (siehe Tabelle 25).

5.3.4.3 SBK 04c – Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherung

Schäden, die mit dieser Schadensbildkategorie berücksichtigt werden, können beispielsweise Hinterspülungen, Abrutschungen bzw. Funktionsversagen der Stützbauwerke bzw. der Hang- und Felssicherung sein.

Vulnerabilitätsindikatoren

Für die Bewertung der Vulnerabilität von Hang- und Felssicherung bzw. Stützbauwerken gegenüber Starkregenereignissen wurden die baulichen Indikatoren „Zustandsnote“, „Länge des Bauwerkes“, „Alter der Abdichtung“ und „Geologie“ als relevant für diese Schadensbildkategorie eingeschätzt.

Für die Begründung der Auswahl der Indikatoren sowie deren Ausprägungsstufen wird auf die entsprechenden Ausführungen bspw. zu niederschlagsbedingen Schäden und Einschränkungen an Tunneln verwiesen (siehe u. a. Kapitel 5.3.3.1). Jedoch wird in dieser SBK kein Indikator „Breite“ herangezogen. In Tabelle 26 sind die Indikatoren mit ihrer jeweiligen Bedeutung und Ausprägungsstufe dargestellt.

Klimaindikatoren

Als maßgeblicher Klimaindikator wurde „Maximaler Fünftage-Niederschlag“ identifiziert (siehe auch Anlage 5). Kurzzeitige Regenereignisse haben auf diese Schadensbildkategorie keinen Einfluss, da das Regenwasser nicht in dem Maße in den Boden versickert und eher oberflächig abgeleitet wird. Ausgehend von der Annahme, dass bei Bemes-

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-03.1 – Anzahl der FTW-Tage [d] im Jahr	aV	40 %	X < -20	-20 ≤ X < 0	0 ≤ X < 20	20 ≤ X
K-04.1 – Tiefsttemperatur in der Periode [T_{min} in °C]	aW	40 %	X ≥ -20 °C	-20 °C > X ≥ -24 °C	-24 °C > X ≥ -28 °C	X < -28 °C
K-04.2 – Anzahl Frosttage [d] im Jahr	aV	20 %	X < -15	-15 ≤ X < 0	0 ≤ X < 15	15 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 25: SBK-04b) – Klimaindikatoren

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Zustandsnote	30 %	X < 2	2 ≤ X < 2,5	2,5 ≤ X < 3,5	3,5 ≤ X
Länge des Bauwerkes [m]	20 %	X < 100	100 ≤ X < 300	300 ≤ X < 600	600 ≤ X
Alter der Abdichtung [Jahre]	30 %	X < 25	25 ≤ X < 40	40 ≤ X < 55	55 ≤ X
Geologie	20 %	Als Indikator bestimmt, aber bislang keine eindeutigen Festlegungen zu Ausprägungsstufen			

Tab. 26: SBK-04c) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-06.7 – Summe Niederschlag [mm] innerhalb von 5 aufeinanderfolgenden Tagen. Maximum in der Periode.	pV	100 %	X < 0 %	0 % ≤ X < 25 %	25 % ≤ X < 50 %	50 % ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 27: SBK-04c) – Klimaindikatoren

sung und Konstruktion von Stützbauwerken die maßgebende Sickerwassermenge bzw. die Höhe der anstehenden Wassersäule berücksichtigt wurde, wurden die Ausprägungsstufen als prozentuale Veränderung gegenüber den Beobachtungswerten angesetzt (siehe Tabelle 27).

5.3.5 SBK der Böschungen

5.3.5.1 SBK 05a – Schäden und Einschränkungen durch witterungsbedingte Böschungsrutschungen

Im Rahmen des RIVA-Projektes erfolgte für diese Schadensbildkategorie keine Bestimmung von Vulnerabilitäts- und Klimaindikatoren, da durch die BASt ein separates Forschungsprojekt[55] zur Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf Böschungen und die Erstellung einer Gefahrenhinweiskarte in Auftrag gegeben wurde.

Zum Zeitpunkt der Bearbeitung des RIVA-Projektes lagen die Ergebnisse noch nicht vor. Es ist angedacht, dass die Ergebnisse aus diesem Forschungsvorhaben später in die Bewertung dieser SBK und damit in eine ganzheitliche Betrachtung von Streckenabschnitten mit der RIVA-Methodik einfließen können.

5.3.6 SBK der Asphaltfahrbahn

5.3.6.1 SBK 06a – Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen

Hohe Temperaturen führen zu einer verringerten Viskosität des Asphalts, wodurch Schäden und Einschränkungen bspw. in Form vermehrt auftretender Spurinnenbildung entstehen können.

Vulnerabilitätsindikatoren

Zur Bewertung der Vulnerabilität der Asphaltfahrbahn gegenüber dem Klimaereignis „Hohe Temperaturen“ wurden die in der Folge dargestellten Indikatoren bestimmt (siehe auch Tabelle 28).

- „DTV-SV“ (verkehrlicher Indikator):
  Schäden bzw. Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen werden insbesondere durch das gemeinsame Auftreten von hohen Temperaturen und hoher Belastung durch Schwerlastverkehr (SV) hervorgerufen. Das alleinige Auftreten des Klimaereignisses „Hohe Temperatur“ führt nicht zwangsläufig zu einer Schädigung an der Asphaltfahrbahn. Zwar verringert sich dadurch die Viskosität des Asphalts bzw. dieser wird weicher, eine Schädigung erfährt der Asphalt hierbei aber nicht. Erst durch eine gleichzeitige Belastung kann der aufgeweichte Asphalt verformt werden. Aus diesem Grund wurde dem verkehrlichen Indikator „DTV-SV“mit einer Wichtung von 25 % gegenüber den anderen Indikatoren eine höhere Bedeutung beigemessen. Die Festlegung zu den Ausprägungsstufen erfolgte im Rahmen der durchgeführten Expertenworkshops.[56]

- „Lage und Ausrichtung“ (Indikator der Lage)
  Im Rahmen der Expertenworkshops wurde herausgearbeitet, dass die Lage und die Trassierung des betrachteten Streckenabschnittes in Asphaltbauweise ebenfalls Einfluss auf die Vulnerabilität haben können. Denn das Klimaereignis „Hohe Temperaturen“ kann in der hier betrachteten Form (siehe nachfolgenden Abschnitt zu den Klimaindikatoren) nur an Tagen mit geringer bzw. keiner Bewölkung erreicht

55 Titel des BASt-Forschungsprojektes: Weiterentwicklung eines Modells zur Abschätzung rutschungsgefährdeter Gebiete entlang des Bundesfernstraßennetzes und Erstellung einer bundesweiten Gefahrenhinweiskarte.

56 Erster interdisziplinärer Expertenworkshop am 05.07.2012 sowie zweiter interdisziplinärer Expertenworkshop am 16.04.2013, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.

werden. Die Sonneneinstrahlung führt infolge der Absorption zu einer Verstärkung des Klimaereignisses „Hohe Temperaturen“ und somit zu höheren Temperaturen in der Asphaltfahrbahn. In diesem Zusammenhang wurde festgestellt, dass das Maß der Sonneneinstrahlung durch die Lage/Ausrichtung des Streckenabschnittes bestimmt wird. So sind Streckenabschnitte an einem Südhang einer längeren und intensiveren Sonneneinstrahlung ausgesetzt, wodurch sich höhere Oberflächentemperaturen einstellen können, als Streckenabschnitte an einem Nordhang. Flaches Land wird dabei genauso der Ausprägungsstufe „Sehr hoch“ zugeordnet, wie die Südhanglage.

Dem Indikator „Lage und Ausrichtung“ wurde eine untergeordnete Bedeutung innerhalb der Schadensbildkategorie mit einer Wichtung von 10 % zugemessen.

- „Längsneigung“ (baulicher Indikator)
  An Steigungstrecken ist insbesondere für den Schwerlastverkehr (SV) festzustellen, dass hier geringere Geschwindigkeiten gefahren werden. Dies führt zu einer länger anhaltenden Belastung der aufgeheizten Asphaltdecke. Mit zunehmender Längsneigung verringern sich die gefahrenen Geschwindigkeiten und die Dauer der Belastung aus dem SV nimmt zu, sodass für Streckenabschnitte mit einer hohen Längsneigung eine höhere Gefährdung eingeschätzt wurde (siehe Tabelle 28). Aufgrund des oben dargestellten Zusammenhangs des gleichzeitigen Auftretens von hohen Temperaturen und Belastung wurde dem Indikator „Längsneigung“ eine höhere Bedeutung (Wichtung von 20 %) beigemessen.
- „Deckschichtart“ (baulicher Indikator)
  Bei Asphaltdeckschichten werden unterschiedliche Bauweisen bzw. verschiedene Bitumenarten sowie unterschiedliche Schichtdicken verwendet. Die Wahl der Bitumenart hat Einfluss auf das Viskositätsverhalten der Asphalte bei Temperaturveränderungen (siehe u. a. THIENEL, 2011, S. 14; SCHINDLER, 2008, S. 57). Aus diesem Grund wurde der Indikator „Deckschichtart“ für die Bewertung der Vulnerabilität einbezogen.

Für die Ausprägungsstufen wurden die verschiedenen im Straßenbau angewandten Asphaltarten herangezogen. Durch die Experten wurde für die Ableitung der Ausprägungsstufen (siehe Tabelle 28) die verschiedenen Asphaltarten in zwei Gruppen unterteilt. Der ersten Gruppe (Ausprägungsstufe „Mittel“) wurden die Asphaltarten offenporiger Asphalt und Gussasphalt, der zweiten Gruppe (Ausprägungsstufe „Hoch“) der Splittmastixasphalt und der Asphaltbeton zugeordnet. Mit einer Wichtung von 15 % hat dieser Indikator eine mittlere Bedeutung innerhalb der SBK mit insgesamt sieben Indikatoren.

- „Schichtdicke“ (baulicher Indikator)
  In der Expertendiskussion wurde herausgearbeitet, dass ein Zusammenhang zwischen der Widerstandsfähigkeit des Straßenaufbaus gegenüber hohen Temperaturen und der Schichtdicke der Asphaltbauweise besteht. So kann ein dünnerer Asphaltoberbau bei zunehmenden Temperaturen deutlich größere Auswirkungen auf die Beanspruchungen der darunterliegenden Schichten ohne Bindemittel haben als ein dickerer Asphaltoberbau (bei gleicher Temperaturveränderung), da die Druckspannungen bei dickeren Schichten besser abgebaut werden. Die Festlegung der Ausprägungsstufen

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
DTV-SV [Kfz/d]	25 %	X < 4.000	4.000 ≤ X < 9.000	9.000 ≤ X < 12.000	12.000 ≤ X
Lage/Ausrichtung	10 %	Bergregion und Nordhang	Bergregion und Osthang	Bergregion und Westhang	Flaches Land oder Bergregion und Südhang
Längsneigung	20 %	X < 2 %	2 % ≤ X < 5 %	5 % ≤ X < 7 %	7 % ≤ X
Deckschichtart	15 %		PA (OPA), MA (GA)	SMA, AC (AB)	
Schichtdicken Asphaltschicht [cm]	15 %	X ≥ 30	30 > X ≥ 25	25 > X ≥ 22	X < 22
Risse [ZWRISS]	5 %	X < 2	2 ≤ X < 3	3 ≤ X < 4	4 ≤ X
Spurrinnentiefe [mm]	10 %	X < 4	4 ≤ X < 7	7 ≤ X < 10	10 ≤ X

Tab. 28: SBK-06a) – Vulnerabilitätsindikatoren

erfolgte im Wesentlichen auf Basis von Erfahrungswerten. Der Indikator „Schichtdicke“ wurde mir 15 % gewichtet.

- „Risse“ und „Spurrinnentiefe“ (bauliche Indikatoren)
  Der Zustand der Asphaltdecke bzw. bereits vorhandene Vorschädigungen können die Vulnerabilität gegenüber dem Klimaereignis „Hohe Temperaturen“ beeinflussen. Daher wurden die Indikatoren „Risse“ und „Spurrinnentiefe“ als relevante Indikatoren identifiziert.

Durch vorhandene Risse können Verunreinigungen (bspw. kleine Steine) in die obersten Schichten eingebracht werden, die zu einer Inhomogenität des Gesamtgefüges und bei anschließender Abkühlung zu Abplatzungen führen können. Für die Ableitung der Ausprägungsstufen wurde auf den Zustandswert ZWRISS nach ZTV ZEB-StB[57] abgestellt. Der Zustandswert ZWRISS kann im Ergebnis des Normierungsverfahrens nach ZTV ZEB-StB für die Zustandsgröße RISS Noten im Bereich von 1 bis 5 annehmen (siehe Tabelle 28). Grundsätzlich kann zwar im Ergebnis des Normierungsverfahrens der ZTV ZEB-StB zu den einzelnen Zustandswerten eine Unterteilung in vier Bereiche erfolgen (siehe Bild 14), es wurde sich aber im Rahmen der Expertenworkshops darauf verständigt, dass diese Einteilung der ZTV ZEB-StB mit dem Hintergrund der Planung von Erhaltungsmaßnahmen erfolgt und für die Bewertung der Vulnerabilität nicht geeignet und daher anzupassen ist. So wurde für RIVA festgelegt, das bereits ab einer Note von 4 eine Einordnung in die Ausprägungsstufe „Sehr hoch“ erfolgt. (siehe im Ergebnis Tabelle 28). Für diesen Indikator wurde eine Wichtung von 5 % abgeschätzt.

Vorhandene Spurrinnen zeugen von einer veränderten Stärke der Asphaltschichten und führen bei zusätzlich auftretenden hohen Temperaturen zu Rissen bzw. Brüchen der Oberfläche. Darüber hinaus bilden vorhandene Spurrinnen eine „Leitlinie“ für den Verkehr (schädlicher, spurfahrender Verkehr) und erhöhen somit die Belastung im schon geschädigten Querschnitt. Für die Ableitung der Wertebereiche in mm innerhalb der Ausprägungsstufen wurde sich an den Normierungskennwerten der ZTV ZEB-StB orientiert (siehe Tabelle 28). Die Wichtung für den Indikator „Spurrinnentiefe“ wurde mit 10 % bestimmt.

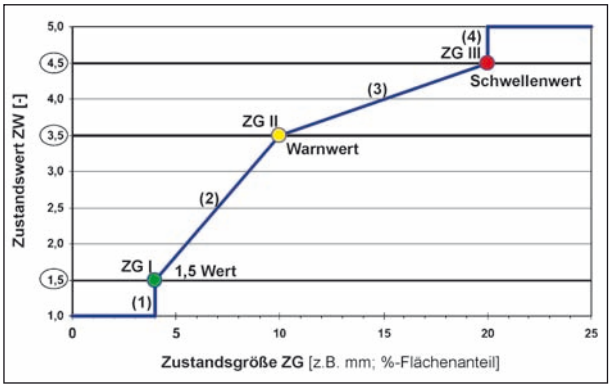


Bild 14: Generalisierter Verlauf der Normierungsfunktion mit den Fixpunkten gemäß ZTV ZEB-STB

Klimaindikatoren

Grundsätzlich führen Tage mit hohen Temperaturen zu einer Erhöhung der Asphalttemperatur und somit zu einer Verringerung der Viskosität.

Das Klimaereignis „Hohe Temperaturen“ kann über verschiedene Klimasignale beschrieben werden. Hierzu gehören „Anzahl Heißer Tage“, „Anzahl Sommertage“, „Anzahl Hitzeperioden“, „Anzahl Tropennächte“ und „Höchsttemperatur“:[58]

Im Rahmen der Expertenworkshops wurde herausgearbeitet, dass alle aufgeführten Klimasignale als Indikatoren zur Ableitung des Gefährdungspotenzials heranzuziehen sind.

Die Wertebereiche der Ausprägungsstufen sind in Tabelle 29 dargestellt. Dabei erfolgte die Festlegung der Ausprägungsstufe „Mittel“ in Orientierung an den Beobachtungswerten (siehe auch Anlage 5). Als maßgebend wurden mit einer Wichtung von 25 % die „Anzahl Heißer Tage“ sowie die „Anzahl der Hitzeperioden“ mit einer Wichtung von 30 % identifiziert.

Sommertage (T_{max} ≥ 25 °C) treten wesentlich häufiger auf als heiße Tage (T_{max} ≥ 30 °C) und können ebenfalls bereits zu einer Verringerung der Viskosität der Asphaltschichten führen. Aufgrund der starken Zunahme der Anzahl an Sommertagen in den Projektionsdaten wurde diesem Indikator mit einer Wichtung von 20 % eine durchschnittliche Bedeutung zugewiesen (siehe auch Anlage 5).

---

57 ZTV ZEB-StB – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Zustandserfassung und -bewertung von Straßen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe „Sonderaufgaben", Ausgabe 2006.

58 Weitergehende Informationen zu den Klimaindikatoren können dem Kapitel 5.1.8 entnommen werden.

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-01.1 – Anzahl heißer Tage [d] im Jahr	aW	25 %	X < 10	10 ≤ X < 20	20 ≤ X < 30	30 ≤ X
K-01.2 – Anzahl Sommertage [d] im Jahr	aW	20 %	X < 35	35 ≤ X < 50	50 ≤ X < 65	65 ≤ X
K-01.3 – Anzahl [n] der Hitzeperioden pro Jahr	aW	30 %	X < 1	1 ≤ X < 2	2 ≤ X < 3	3 ≤ X
K-01.4 – Anzahl der Tropennächte [d] im Jahr	aW	5 %	X < 1	1 ≤ X < 3	3 ≤ X < 5	5 ≤ X
K-01.5 – Höchsttemperatur in der Periode [T_{max} in °C]	aW	20 %	X < 33 °C	33 °C ≤ X < 37 °C	37 °C ≤ X < 41 °C	41 °C ≤ X

Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert
pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert
aW – absoluter Wert
Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet

Tab. 29: SBK-06a) – Klimaindikatoren

Das Auftreten von Tropennächten ist ein Indiz dafür, dass Elemente der Straßeninfrastruktur während der Nacht einer geringeren Abkühlung unterliegen und sich demnach am nachfolgenden Tag stärker erwärmen können. Aus diesem Grund wurde die „Anzahl der Tropennächte“ als weiterer Indikator festgelegt. Der Einfluss dieses Indikators wurde dennoch mit Wichtung von 5 % als gering betrachtet.

Neben der Anzahl von Tagen mit hohen Temperaturen im Jahr wurde die „Höchsttemperatur“ als weiterer relevanter Indikator für die Ableitung des Gefährdungspotenzials bestimmt (siehe auch Anlage 5).

5.3.6.2 SBK 06b – Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen

Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen entstehen beispielsweise als Folge von Eindringen von Wasser in kleine Risse und der Volumenzunahme des Wassers beim Gefrieren. Zusätzlich führen niedrige Temperaturen zu einer Erhöhung der Viskosität des Asphaltaufbaus wodurch aus der Volumenzunahme resultierende Druckspannungen im Asphaltgefüge nicht abgebaut werden können und Rissweitungen oder Abplatzungen entstehen können.

Vulnerabilitätsindikatoren

Frost- und hitzebedingte Schäden sowie Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen sind auf Gefährdungen aus Temperaturveränderungen und somit auf eine Veränderung der Viskosität und ggf. der Tragfähigkeit des Straßenaufbaus zurückzuführen. Aus diesem Grund wurde bestimmt, dass für die Bewertung der Vulnerabilität von Asphaltfahrbahnen gegenüber dem Klimaereignis „Niedrige Temperaturen“ größtenteils die gleichen Indikatoren gelten. Zu diesen zählen (siehe Tabelle 30) „DTV-SV“, „Lage und Ausrichtung“, „Risse“ und „Deckschichtart“.

Gleichzeitig wurde identifiziert, dass einzelne Indikatoren für die Bewertung der Vulnerabilität gegenüber frostbedingten Schäden und Einschränkungen weniger geeignet sind und weitere hinzugezogen werden müssen. Daher wurden die Indikatoren „Alter“, „Flickstellen“ und „Schichtdicken Oberbau“ zusätzlich aufgenommen.

Eine hohe Schwerlastverkehrsmenge (DTV-SV) verursacht grundsätzlich eine höhere Grundbelastung infolge dessen es zu Schädigungen an der Asphaltfahrbahn kommen kann. Der Indikator wurde mit einer Wichtung von 25 % bewertet.

Für den Indikator „Lage und Ausrichtung“ werden die Ausprägungsstufen gegenüber denen von hitzebedingten umgekehrt. Hier wurde die Annahme zugrundegelegt, dass eine sonnige Lage grundsätzlich begünstigend bzw. abmildernd in Bezug auf die Gefährdung durch niedrige Temperaturen wirkt, weil Sonneneinstrahlung eine zusätzliche Wärmentwicklung zur Folge hat.

Vorschädigungen beispielsweise in Form von Rissen können zu einer höheren Gefährdung ge-

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
DTV-SV [Kfz/d]	25 %	X < 4.000	4.000 ≤ X < 9.000	9.000 ≤ X < 12.000	12.000 ≤ X
Lage/Ausrichtung	5 %	Flaches Land oder Bergregion und Südhang	Bergregion und Westhang	Bergregion und Osthang	Bergregion und Nordhang
Risse [ZWRISS]	20 %	X < 2	2 ≤ X < 3	3 ≤ X < 4	4 ≤ X
Deckschichtart	5 %		PA (OPA), MA (GA)	SMA, AC (AB)	
Alter in Jahren	10 %	X < 5	5 ≤ X < 15	15 ≤ X < 25	25 ≤ X
Flickstellen	25 %	X < 2 %	2 % ≤ X < 6 %	6 % ≤ X < 10 %	10 % ≤ X
Schichtdicken Oberbau [cm]	10 %	X ≥ 60	60 > X ≥ 50	50 > X ≥ 40	X < 40

Tab. 30: SBK-06b) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-04.2 – Anzahl Frosttage [d] im Jahr	aW	40 %	X < 10	10 ≤ X < 20	20 ≤ X < 40	40 ≤ X
K-04.3 – Veränderung [%] Anzahl Frosttage im Jahr gegenüber 1971-2000	pV	15 %	X < 20 %	20 % ≤ X < 35 %	35 % ≤ X < 50 %	50 % ≤ X
K-04.4 – Anzahl Eistage [d] im Jahr	aW	45 %	X < 5	5 ≤ X < 10	10 ≤ X < 20	20 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 31: SBK-06b) – Klimaindikatoren

genüber niedrigen Temperaturen führen. So ermöglichen vorhandene Risse in der Oberfläche das Eindringen von Oberflächenwasser, welches anschließend beim Gefrieren zu Spannungen und somit Veränderung der Risse und Abplatzungen führen kann. Aus diesem Grund wurde der Indikator „Risse“ mit einer Wichtung von 20 % für diese Schadensbildkategorie als relevant eingestuft. Für die Ableitung der Ausprägungsstufen wurden die in Bezug auf die hitzebedingten Schäden getroffen Annahmen zum Zustandswert übernommen (siehe Kapitel 5.3.6.1).

Für den Indikator „Deckschichtart“ gelten die Ausführungen zu SBK 06a „Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen“ (siehe Kapitel 5.3.6.1) analog.

Der Indikator „Alter in Jahren“ wurde als Anhaltspunkt für Änderungen der Materialeigenschaften mit zunehmendem Alter, beispielweise Abnahme der Viskosität, herangezogen.

Als ein weiterer Indikator für Vorschädigungen der Asphaltdecke wurde der Umfang der „Flickstellen“ identifiziert. Flickstellen weisen häufig unterschiedliche Materialarten gegenüber dem Bestand auf. Durch den oft unzureichenden Verbund mit dem Bestand wird das Eindringen von Wasser erleichtert, sodass es hier vergleichbar mit Rissen ebenfalls zu Abplatzungen kommen kann. Die Ableitung der Ausprägungsstufen erfolgte in Orientierung an den Normierungskennwerten de ZTV ZEB-StB (siehe Tabelle 30). Im Rahmen der Expertenworkshops wurde diesen Indikator eine hohe Bedeutung innerhalb dieser Schadensbildkategorie zugemessen.

Die Gesamtschichtendicke des Oberbaus (Schichtdicken Oberbau) wurde ergänzend in das Indikatorenset aufgenommen. Ein stärkerer Oberbau gewährt eine höhere Frostbeständigkeit und erhöht somit die Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimaereignis „Niedrige Temperaturen“. Grundlage für die Ableitung der Ausprägungsstufen war die RStO[59]. Die Bedeutung dieses Indikators wurde allerdings als eher gering eingeschätzt.

59 Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2001.

Klimaindikatoren

Als maßgebende Indikatoren für diese Schadensbildkategorie in Bezug auf das Klimaereignis „Niedrige Temperaturen“ wurden „Anzahl Frosttage“ sowie „Anzahl Eistage“ bestimmt. Dabei wurde der Anzahl der Eistage (TX < 0 °C)[60] mit 45 % Wichtung eine hohe Bedeutung beigemessen.

Zusätzlich zur Betrachtung der absoluten Anzahl an Frosttagen wurde der Indikator „Veränderung Anzahl der Frosttage“ aufgenommen. Insgesamt wurde somit den Frosttagen mit einer Wichtung von zusammen 55 % eine höhere Bedeutung beigemessen. Die Ableitung der Ausprägungsstufen orientierte sich dabei an den Werten aus dem Beobachtungszeitraum (siehe Tabelle 31).

5.3.6.3 SBK 06c – Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch Hochwasser

Wie unter Kapitel 3.2.2 dargestellt, handelt es sich bei Hochwasser nicht um ein Klimaereignis, sondern um ein Ereignis (Phänomen), bei dem Klima bzw. Wetter als Mit-Ursachen zwar eine wesentliche Rolle spielen. Es unterliegt jedoch spezifischen und sehr komplexen Ursache-Wirkungs-Ketten, die weit über den Kontext Straßeninfrastruktur und Klimaprojektionen hinausgehen. Eine Projektion von Hochwasser konnte im Rahmen dieses Projektes daher nicht erfolgen. Für das RIVA-Projekt wurde für die Beurteilung des Gefährdungspotenzials ausschließlich auf die Vulnerabilität abgestellt.

Als Indikatoren der Vulnerabilität wurden in Bezug auf diese Schadensbildkategorie vor allem die Lage und der Zustand des Streckenabschnittes als relevant eingestuft.

Entscheidend ist der Indikator „Lage des Streckenabschnittes“. Auf Basis von Hochwassergefährdungskarten erfolgt eine Einordnung der Streckenabschnitte in den jeweiligen Ausprägungsstufen in Abhängigkeit der Wiederkehrhäufigkeit eines Hochwasserereignisses. Streckenabschnitte, die in einem nicht hochwassergefährdeten Gebiet liegen, werden der Ausprägungsstufe „Niedrig“ zugeordnet. Streckenabschnitte in einem Gebiet mit einer 200jährigen Wiederkehrhäufigkeit (HQ200) werden der Ausprägungsstufe „Mittel“ zugeordnet. Für Streckenabschnitte in einem HQ100-Gebiet gilt die Ausprägungsstufe „Hoch“ und für geringere Wiederkehrhäufigkeiten die Ausprägungsstufe „Sehr hoch“. Grundlage der Bewertung ist das Vorhandensein von Hochwassergefährdungskarten, die derzeit nicht flächendeckend vorliegen. Eine Auswertung konnte daher im Rahmen des Forschungsvorhabens auch nicht an den Untersuchungsstrecken erfolgen.

Neben der Lage wurde für die Vulnerabilitätsbewertung der Zustand des Streckenabschnittes als weiterer relevanter Indikator identifiziert. Abgebildet wird der Zustand hierbei über die „Zustandsnote“ des Streckenabschnittes. Für die Ableitung der Ausprägungsstufen wurde der 1,5-Wert (Zustandsnote 1,5), der Warnwert (Zustandsnote 3,5) und der Schwellenwert (Zustandsnote 4,5) nach ZTV ZEB-StB verwendet (siehe Tabelle 32).

5.3.6.4 SBK 06d – Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch ungenügenden Wasserabfluss (Aquaplaning)

Mit der Schadensbildkategorie „Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch ungenügenden Wasserabfluss“ werden Einschränkungen des Verkehrs als Folge von Aquaplaning betrachtet. Nach Einschätzung der Experten entstehen durch starke Regenereignisse keine relevanten Schäden an den Asphaltfahrbahnen.

Vulnerabilitätsindikatoren

Wesentliche Hinweise zur Bestimmung der Indikatoren wurden aus dem Forschungsbericht zum Vorhaben FE 89.240/2009 entnommen.[61] Als bauliche

60 Siehe hierzu auch Kapitel 5.1.8.

61 Ermittlung des Aquaplaningrisikos auf Bundesfernstraßen unter Berücksichtigung des Klimawandels und den damit verbundenen Niederschlagsereignissen FE 89.240/2009 (BARK et al., 2011).

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Lage des Streckenabschnittes	80 %	keine Hochwassergefährdung	Gefährdung durch HQ200	Gefährdung durch HQ100	Gefährdung durch HQ50
Zustandsnote	20 %	X < 1,5	1,5 ≤ X < 3,5	3,5 ≤ X < 4,5	4,5 ≤ X

Tab. 32: SBK-06c) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikatoren werden deshalb die „Anzahl Verwindungsbereiche je km mit Längsneigung ≤ 0,5 %“, die „Anzahl der Fahrstreifen (FS)“, die „Spurrinnentiefe“ und die „Art der Entwässerung“ (BARK et al., 2011) herangezogen.

„Anzahl der Verwindungsbereiche“ und die „Spurrinnentiefe“ wurden dabei als maßgebend eingestuft (siehe Tabelle 33). Verwindungsbereiche sind grundsätzlich gefährdete Bereiche in der Oberflächenentwässerung. Sie bieten die größte Gefahr von unzureichendem Quergefälle und erhöhen die Verweildauer (Fließdauer) des Wassers auf der Fahrbahn.

Mit zunehmender Fahrbahnbreite (Anzahl der Fahrstreifen) verringert sich die Aquaplaninggeschwindigkeit (BARK et al., 2011). Aus diesem Grund wurde zusätzlich der Indikator „Anzahl der Fahrstreifen (FS)“ aufgenommen.

Darüber hinaus verhindern Spurrinnen die geplante Entwässerung in Querrichtung. In den Spurrinnen sammelt sich zu dem das Wasser, wodurch die Aquaplaninggefahr erhöht wird. Für die Ableitung der Wertebereiche innerhalb der Ausprägungsstufen wurde sich an den Normierungskennwerten der ZTV ZEB-StB orientiert. Die Wichtung für den Indikator „Spurrinnentiefe“ wurde mit 40 % angesetzt.

Es wurde eingeschätzt, dass die „Art der Entwässerung“ – offen oder geschlossen – Einfluss auf das Gefährdungspotenzial durch Aquaplaning haben kann. Offene Entwässerung über die Bankette ermöglicht eher ein ungehindertes Abfließen, während ungenügend gewartete, geschlossene Entwässerungsanlagen zu vermindertem Abflussverhalten der Straßeneinläufe führen können. Dies wurde in der Festlegung der Ausprägungsstufen berücksichtigt (siehe Tabelle 33).

Klimaindikatoren

Nach Experteneinschätzung sind für Aquaplaningereignisse im Wesentlichen extreme Regenereignisse maßgebend. Aus dem zur Verfügung stehenden Katalog an Klimaindikatoren zur Abbildung und Beschreibung extremer Regenereignisse wurden die Indikatoren „Starkniederschlag – Schwelle 20 mm“, „Maximaler Fünftage-Niederschlag“ und „Starkniederschlag – Schwelle 10 mm“ als relevant angesehen.

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Anzahl Verwindungsbereiche je km mit Längsneigung ≤ 0,5 %	30 %	X < 1 %	1 % ≤ X < 2 %	2 % ≤ X < 3 %	3 % ≤ X
Anzahl FS	15 %	X = 1	X = 2	X = 3	X > 3
Spurrinnentiefe [mm]	40 %	X < 4	4 ≤ X < 7	7 ≤ X < 10	10 ≤ X
Art der Entwässerung	15 %		offen	geschlossen	

Tab. 33: SBK-06d) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-06.1 – Anzahl der Tage [d] mit PR > 20 mm Niederschlag im Jahr	aW	45 %	X < 5	5 ≤ X < 10	10 ≤ X < 15	15 ≤ X
K-06.7 – Summe Niederschlag [mm] innerhalb von 5 aufeinanderfolgenden Tagen. Maximum in der Periode	aW	30 %	X < 75	75 ≤ X < 100	100 ≤ X < 125	125 ≤ X
K-06.8 – Anzahl der Tage [d] mit PR > 10 mm Niederschlag im Jahr	aW	25 %	X < 20	20 ≤ X < 30	30 ≤ X < 40	40 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 34: SBK-06d) – Klimaindikatoren

Als ausschlaggebender Indikator wurde „Starkniederschlag – Schwelle 20 mm“ bestimmt, der mit einer Wichtung von 45 % in die Bewertung eingeht. Die Ableitung der Ausprägungsstufen erfolgte unter Berücksichtigung der Beobachtungswerte (siehe auch Anlage 5). Es wurde angenommen, dass die vorhandene Infrastruktur für die durchschnittlichen Regenmengen der Beobachtungsperiode ausgelegt ist und somit der jeweilige Durchschnitt des Indikators Grundlage für den Wertebereich der Ausprägungsstufe „Niedrig“ darstellte. In gleicher Weise erfolgte die Festlegung für die beiden anderen Indikatoren „Maximaler Fünftage-Niederschlag“ und „Starkniederschlag – Schwelle 10 mm“.

5.3.6.5 SBK 06e – Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch Glätteereignisse

Innerhalb der Schadensbildkategorie „Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch Glätteereignisse“ werden Einschränkungen des Verkehrs von Glätte auf der Fahrbahn bspw. durch Eisbildung betrachtet. Schäden durch Eisbildung am Asphaltaufbau werden hier nicht betrachtet und sind Gegenstand der Schadensbildkategorie SBK 06b „Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen“ (siehe Kapitel 5.3.6.2).

Vulnerabilitätsindikatoren

Als maßgebender baulicher Indikator wurde die „Spurinnentiefe“ erachtet. Denn vorhandene Spurrinnen können dazu führen, dass einerseits hier stehendes Wasser gefriert und andererseits die Schneeräumung in den Spurinnen eingeschränkt erfolgt. Die Ausprägungsstufen orientieren sich an den Normierungskennwerten der ZTV ZEB-StB.

Lage und Trassierung des Streckenabschnittes können ebenfalls Einfluss auf das Gefährdungspotenzial haben. Daher wurden als Indikatoren „Lage/Ausrichtung“ sowie „Damm-/Troglage“ herangezogen.

In „Troglagen“ kommt es zum einen häufiger zu Schneeverwehungen auf der Fahrbahn. Zum anderen begünstigen sie, dass von der Fahrbahn geschobene Schneemaßen länger im Straßenraum verbleiben und auf die Fahrbahn fließendes Schmelzwasser gefriert.

Für den Indikator „Lage/Ausrichtung“ wurde von der Annahme ausgegangen, dass eine sonnige Lage grundsätzlich begünstigend bzw. abmildernd in Bezug auf die Gefährdung durch niedrige Temperaturen wirkt, weil die Sonneneinstrahlung eine zusätzliche Wärmentwicklung zur Folge hat (siehe hierzu Kapitel 5.3.1.2 und Kapitel 5.3.1.1).

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Anzahl FS	10 %	X = 1	X = 2	X = 3	X > 3
Lage (Möglichkeiten der Schneeablagerungen)	15 %	Dammlage	niedrige Troglage	mittlere Troglage	tiefe Troglage
Lage/Ausrichtung	15 %	Flaches Land oder Bergregion und Südhang	Bergregion und Westhang	Bergregion und Osthang	Bergregion und Nordhang
Spurrinnentiefe [mm]	60 %	X < 4	4 ≤ X < 7	7 ≤ X < 10	10 ≤ X

Tab. 35: SBK-06e) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-09.1 – Anzahl potenzieller Schneetage [d] (Tage mit Niederschlag und einer Tagesmitteltemperatur von ≤ 2 °C) im Jahr	aW	100 %	X < 20	20 ≤ X < 40	40 ≤ X < 60	60 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 36: SBK-06e) – Klimaindikatoren

Beide Indikatoren der Lage wurden mit 15 % gewichtet.

Ergänzend wird die Fahrbahnbreite („Anzahl der Fahrstreifen (FS)“) als baulicher Indikator berücksichtigt, da die Anzahl der Fahrstreifen die zu räumende Schneemenge bestimmt. Dies kann insbesondere in Verbindung mit Troglagen vulnerabilitätserhöhend wirken. Zudem steigt mit zunehmender Fahrstreifenanzahl die Verweildauer des Wassers auf der Fahrbahn, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass Wasser auf der Fahrbahn gefriert. Mit einer Wichtung von 10 % wird diesem Indikator insgesamt jedoch eine untergeordnete Bedeutung beigemessen.

Klimaindikatoren

Maßgebender Indikator für die Ableitung der Gefährdung aus Glätteereignissen ist die „Anzahl potenzieller Schneetage“. Die Ableitung der Wertebereiche zu den einzelnen Ausprägungsstufen erfolgte ausgehend von den Beobachtungswerten (siehe auch Anlage 5).

5.3.7 SBK der Betonfahrbahn

5.3.7.1 SBK 07a – Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen

Hohe Temperaturen führen an Betonfahrbahnen zu Zwangsspannungen infolge von Ausdehnungsprozessen. Die Ausdehnung kann so groß sein, dass es zu sogenannten Blow-Ups kommt. Blow-Ups entstehen dann, wenn zwei Betonplatten aufgrund ihrer jeweiligen Ausdehnung so stark gegeneinander drücken, dass diese im Fugenbereich aufbrechen.

Vulnerabilitätsindikatoren

Im Rahmen der Expertenworkshops wurde eingeschätzt, dass für die Bewertung der Vulnerabilität sowohl verkehrliche und bauliche Indikatoren als auch Indikatoren der Lage und Trassierung relevant sind.

Eine hohe Schwerlastverkehrsmenge (DTV-SV) führt zu einer erhöhten Grundbelastung für die Betondecke. Hitzebedingt ausgedehnte Platten werden durch erhöhte Achsübergange zudem zusätzlich belastet. Entsprechend erfolgte eine Zuordnung in die Ausprägungsstufen „Niedrig“ bis „Sehr hoch“ mit zunehmender Verkehrsbelastung (siehe Tabelle 37). Für diesen Indikator wurde innerhalb der SBK eine Wichtung von 20 % festgelegt.

Das Klimaereignis „Hohe Temperaturen“ kann in der hier betrachteten Form nur an Tagen mit geringer bzw. keiner Bewölkung erreicht werden. Die Sonneneinstrahlung führt infolge der Absorption zu einer Verstärkung des Klimaereignisses „Hohe Temperaturen“ und somit zu höheren Temperaturen in der Betonfahrbahn. In diesem Zusammenhang wurde eingeschätzt, dass das Maß der Sonneneinstrahlung durch die „Lage/Ausrichtung“ des Streckenabschnittes beeinflusst wird. So sind Streckenabschnitte an einem Südhang oder in einer Ebene einer längeren und intensiveren Sonneinstrahlung ausgesetzt, wodurch sich höhere Oberflächentemperaturen einstellen können, als Streckenabschnitte an einem Nordhang. Flaches Land und Südhanglage wurden daher gleichermaßen der Ausprägungsstufe „Sehr hoch“ zugeordnet. Dem Indikator „Lage/Ausrichtung“ wurde eine untergeordnete Bedeutung innerhalb der SBK mit einer Wichtung von 10 % zugeordnet.

An Steigungstrecken ist insbesondere für den Schwerlastverkehr (SV) festzustellen, dass hier geringere Geschwindigkeiten gefahren werden. Dies führt zu einer länger anhaltenden Belastung der aufgeheizten Betondecke. Als ein weiterer Indikator wurde daher die „Längsneigung“ festgelegt. Mit zunehmender Längsneigung verringern sich die gefahrenen Geschwindigkeiten und die Belastung aus dem SV nimmt zu, sodass Streckenabschnitte mit einer hohen Längsneigung als tendenziell vulnerabler eingeschätzt wurden (siehe Tabelle 37). Im Rahmen der Workshops wurde diesem Indikator mit einer Wichtung von 5 % eine geringe Bedeutung innerhalb dieser SBK beigemessen.

Als geeigneter Indikator wurde zudem die Gesamtschichtendicke des Oberbaus (Schichtdicken Oberbau) eingeschätzt, denn geringe Schichtdicken sind bei hitzebedingten Ausdehnungen anfälliger für Verformungen und Spannungen. Zur Bestimmung der Wertebereiche der Ausprägungsstufen wurde die RStO herangezogen. Die Bedeutung des Indikators wurde mit 15 % festgelegt.

Die Experten gingen in ihrer Einschätzung davon aus, dass der Zustand der Betonfahrbahn einen wesentlichen Einfluss auf deren Vulnerabilität gegenüber hohen Temperaturen hat. Es wurde festgestellt, dass Vorschädigungen grundsätzlich die Vulnerabilität erhöhen. Zur Beschreibung des Zustandes wurden als maßgebende Indikatoren erachtet „Risse (Längs- und Querrisse)“, „Eckabbrüche“, „Kantenschäden“, „Nester/Abplatzungen“ und „Flickstellen“.

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
DTV-SV [Kfz/d]	20 %	X < 4.000	4.000 ≤ X < 9.000	9.000 ≤ X < 12.000	12.000 ≤ X
Längsneigung	5 %	X < 2 %	2 % ≤ X < 5 %	5 % ≤ X < 7 %	7 % ≤ X
Lage/Ausrichtung	10 %	Bergregion und Nordhang	Bergregion und Osthang	Bergregion und Westhang	Flaches Land oder Bergregion und Südhang
Schichtdicken Oberbau [cm]	15 %	X ≥ 60	60 > X ≥ 50	50 > X ≥ 40	X < 40
Flickstellen	10 %	X ≥ 5 %	5 % > X ≥ 10 %	10 % ≤ X < 15 %	X < 15 %
Nester/Abplatzungen	10 %	X ≥ 5 %	5 % > X ≥ 10 %	10 % ≤ X < 15 %	X < 15 %
Substanzwert	30 %	X < 2	2 ≤ X < 3	3 ≤ X < 4	4 ≤ X

Tab. 37: SBK-07a) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-01.1 – Anzahl Heißer Tage [d] im Jahr	aW	25 %	X < 10	10 ≤ X < 20	20 ≤ X < 30	30 ≤ X
K-01.2 – Anzahl Sommertage [d] im Jahr	aW	20 %	X < 35	35 ≤ X < 50	50 ≤ X < 65	65 ≤ X
K-01.3 – Anzahl [n] der Hitzeperioden pro Jahr	aW	30 %	X < 1	1 ≤ X < 2	2 ≤ X < 3	3 ≤ X
K-01.4 – Anzahl der Tropennächte [d] im Jahr	aW	5 %	X < 1	1 ≤ X < 3	3 ≤ X < 5	5 ≤ X
K-01.5 – Höchsttemperatur in der Periode [T_{max} in °C]	aW	20 %	X < 33	33 ≤ X < 37	37 ≤ X < 41	41 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 38: SBK-07a) – Klimaindikatoren

Bei vorhandenen Rissen in der Oberfläche können bspw. mögliche Einschlüsse zu Abplatzungen bei Temperaturveränderungen in der Oberfläche führen. „Flickstellen“ und „Nester/Abplatzungen“ weisen häufig unterschiedliche Materialeigenschaften gegenüber dem Bestand auf und haben einen unzureichenden Verbund. Das unterschiedliche Ausdehnungsverhalten der unterschiedlich verwendeten Materialien begünstigt Abplatzungen. Die Festlegung der Ausprägungsstufen der Indikatoren „Flickstellen“ und „Nester/Abplatzungen“ erfolgte in Abhängigkeit des Umfangs der betroffenen Stellen des Abschnittes in Prozent. Unter Anwendung der ZTV ZEB-StB werden die Indikatoren „Risse (Längs- und Querrisse)“, „Eckabbrüche“, „Kantenschäden“ über das Normierungsverfahren der ZTV ZEB-StB zum „Substanzwert“ zusammengeführt. In Tabelle 37 ist deshalb nur der Indikator „Substanzwert“ aufgeführt.

Grundsätzlich kann zwar im Ergebnis des Normierungsverfahrens der ZTV ZEB-StB zu den einzelnen Zustandswerten eine Unterteilung in vier Bereiche erfolgen (siehe Bild 14), es wurde sich aber im Rahmen der Expertenworkshops darauf verständigt, dass diese Einteilung der ZTV ZEB-StB mit dem Hintergrund der Planung von Erhaltungsmaßnahmen erfolgt und für die Bewertung der Vulnerabilität nicht geeignet und daher anzupassen ist. So wurde für RIVA festgelegt, das bereits ab einer Note von 4 eine Einordnung in die Ausprägungsstufe „Sehr hoch“ erfolgt.

Klimaindikatoren

In den Expertenworkshops wurde entschieden, dass für die SBK 07a „Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen“ zunächst die gleichen Klimaindikatoren wie für die entsprechende SBK an Asphaltfahrbahnen angewendet

werden sollen. Es wird insoweit auf die Ausführungen unter Kapitel 5.3.6.1 verwiesen.

5.3.7.2 SBK 07b – Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen

Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen zeigen sich beispielsweise durch Abplatzung in Zusammenhang mit gefrierendem Wasser.

Vulnerabilitätsindikatoren

Frost- und hitzebedingte Schäden sowie Einschränkungen an Betonfahrbahnen entstehen beide in Zusammengang mit Temperaturveränderungen und sind auf temperaturbedingte Zwangsspannungen zurückzuführen. Aus diesem Grund wurde entschieden, dass für die Bewertung der Vulnerabilität von Betonfahrbahnen gegenüber dem Klimaereignis „Niedrige Temperaturen“ zunächst die gleichen Indikatoren angewendet werden wie bei SBK 07a. Im Unterschied zur SBK 07a erfolgte die Festlegung der Ausprägungsstufen für den Indikator „Lage/Ausrichtung“ in umgekehrter Reihung.

Klimaindikatoren

Für die Abbildung des Klimaereignisses „Niedrige Temperaturen“ werden die Klimaindikatoren „Anzahl Frosttage“, „Veränderung Anzahl Frosttage“, „Anzahl Eistage“ und „Dauer der längsten ununterbrochenen Frostperiode“ herangezogen.

Insgesamt gehen diese vier Klimaindikatoren mit einer Wichtung von 60 % in die Bewertung ein. Als maßgebend wurden die Anzahl der Frost- und Eistage mit jeweils 20 % eingestuft.

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
DTV-SV [Kfz/d]	20 %	X < 4.000	4.000 ≤ X < 9.000	9.000 ≤ X < 12.000	12.000 ≤ X
Längsneigung	5 %	X < 2 %	2 % ≤ X < 5 %	5 % ≤ X < 7 %	7 % ≤ X
Lage/Ausrichtung	10 %	Flaches Land oder Bergregion und Südhang	Bergregion und Westhang	Bergregion und Osthang	Bergregion und Nordhang
Schichtdicken Oberbau [cm]	15 %	X ≥ 60	60 > X ≥ 50	50 > X ≥ 40	X < 40
Flickstellen	10 %	X ≥ 5 %	5 % > X ≥ 10 %	10 % ≤ X < 15 %	X < 15 %
Nester/Abplatzungen	10 %	X ≥ 5 %	5 % > X ≥ 10 %	10 % ≤ X < 15 %	X < 15 %
Substanzwert	30 %	X < 2	2 ≤ X < 3	3 ≤ X < 4	4 ≤ X

Tab. 39: SBK-07b) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-03.1 – Anzahl der FTW-Tage [d] im Jahr	aW	40 %	X < 30	30 ≤ X < 40	40 ≤ X < 50	50 ≤ X
K-04.2 – Anzahl Frosttage [d] im Jahr	aW	20 %	X < 10	10 ≤ X < 20	20 ≤ X < 40	40 ≤ X
K-04.3 – Veränderung [%] Anzahl Frosttage im Jahr gegenüber 1971-2000	pV	10 %	X < 20 %	20 % ≤ X < 35 %	35 % ≤ X < 50 %	50 % ≤ X
K-04.4 – Anzahl Eistage [d] im Jahr	aW	20 %	X < 5	5 ≤ X < 10	10 ≤ X < 20	20 ≤ X
K-04.5 – Anzahl der Tage [d] der längsten ununterbrochenen Frostperiode (TM < -5 °C) im Jahr	aW	10 %	X < 4	4 ≤ X < 8	8 ≤ X < 12	12 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 40: SBK-07b) – Klimaindikatoren

Außer durch niedrige Temperaturen entstehen frostbedingte Schäden und Einschränkungen insbesondere auch durch Frost-Tau-Wechselereignisse. Der Indikator „Anzahl der Tage mit Frost-Tau-Wechsel“ wird mit 40 % gewichtet.

5.3.7.3 SBK 07c – Einschränkungen auf Betonfahrbahnen durch Hochwasser

Wie unter Kapitel 3.2.2 dargestellt, handelt es sich bei Hochwasser nicht um ein Klimaereignis, sondern um ein Ereignis (Phänomen), bei dem Klima bzw. Wetter als Mit-Ursachen zwar eine wesentliche Rolle spielen. Es unterliegt jedoch spezifischen und sehr komplexen Ursache-Wirkungs-Ketten, die weit über den Kontext Straßeninfrastruktur und Klimaprojektionen hinausgehen. Eine Projektion von Hochwasser konnte im Rahmen dieses Projektes daher nicht erfolgen. Für das RIVA-Projekt wurde für die Beurteilung des Gefährdungspotenzials ausschließlich auf die Vulnerabilität abgestellt.

Als Indikatoren der Vulnerabilität wurden in Bezug auf diese Schadensbildkategorie vor allem Lage und Zustand des Streckenabschnittes als relevant eingestuft.

Entscheidend, und daher mit einer Wichtung von 80 % berücksichtigt, ist hierbei der Indikator „Lage des Streckenabschnittes“ (detailliert beschrieben u. a. in Kapitel 5.3.6.3 zu SBK 06c „Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch Hochwasser“).

Der Zustand des Streckenabschnittes wird über den ergänzenden Indikator „Zustandsnote“ abgebildet (siehe hierzu auch Kapitel 5.3.6.3).

5.3.7.4 SBK 07d – Einschränkungen auf Betonfahrbahnen durch ungenügenden Wasserabfluss (Aquaplaning)

Mit dieser Schadensbildkategorie werden Einschränkungen des Verkehrs durch Aquaplaning betrachtet. Nach Einschätzung der Experten entstehen durch starke Regenereignisse keine relevanten Schäden an der Betonfahrbahn.

Vulnerabilitätsindikatoren

Als relevante Indikatoren zur Bewertung der Vulnerabilität von Betonfahrbahnen gegenüber extremen Regenereignissen wurden „Anzahl der Verwindungsbereiche“, „Anzahl der Fahrtstreifen“ und „Art der Entwässerung“ festgelegt.

Diese Indikatoren wurden bereits für die SBK 06d „Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch ungenügenden Wasserabfluss“ dargestellt (siehe Kapitel 5.3.6.4). Die Wichtung der Indikatoren zeigt Tabelle 42.

Klimaindikatoren

Nach Einschätzung der Experten sind die gleichen Klimaindikatoren relevant wie bei der entsprechenden Schadensbildkategorie an Asphaltfahrbahnen. Die in Kapitel 5.3.6.4 getroffenen Aussagen sind auch für die hier betrachtete Schadensbildkategorie gültig (siehe Tabelle 43).

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Lage des Streckenabschnittes	80 %	keine Hochwassergefährdung	Gefährdung durch HQ200	Gefährdung durch HQ100	Gefährdung durch HQ50
Zustandsnote	20 %	X < 2	2 ≤ X < 3	3 ≤ X < 4	4 ≤ X

Tab. 41: SBK-07c) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Anzahl Verwindungsbereiche je km mit Längsneigung ≤ 0,5 %	60 %	X < 1 %	1 % ≤ X < 2 %	2 % ≤ X < 3 %	3 % ≤ X
Anzahl FS	20 %	X = 1	X = 2	X = 3	X > 3
Art der Entwässerung	20 %		offen	geschlossen	

Tab. 42: SBK-07d) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-06.1 – Anzahl der Tage [d] mit PR > 20 mm Niederschlag im Jahr	aW	45 %	X < 5	5 ≤ X < 10	10 ≤ X < 15	15 ≤ X
K-06.7 – Summe Niederschlag [mm] innerhalb von 5 aufeinanderfolgenden Tagen. Maximum in der Periode.	aW	30 %	X < 75	75 ≤ X < 100	100 ≤ X < 125	125 ≤ X
K-06.8 – Anzahl der Tage [d] mit PR > 10 mm Niederschlag im Jahr	aW	25 %	X < 20	20 ≤ X < 30	30 ≤ X < 40	40 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 43: SBK-07d) – Klimaindikatoren

5.3.7.5 SBK 07e – Einschränkungen auf Betonfahrbahnen durch Glätteereignisse

Die Schadensbildkategorie betrachtet Einschränkungen des Verkehrs durch Glätte auf der Fahrbahn bspw. durch Eisbildung.

Vulnerabilitätsindikatoren

Lage und Trassierung des Streckenabschnittes sind vulnerabilitätsbestimmend. Daher wurden als Indikatoren „Lage/Ausrichtung“ sowie „Damm-/Troglage“ herangezogen. In Troglagen kommt es zum einen häufiger zu Schneeverwehungen auf der Fahrbahn. Zum anderen begünstigen sie, dass von der Fahrbahn geschobene Schneemaßen länger im Straßenraum verbleiben und auf die Fahrbahn fließendes Schmelzwasser gefriert.

Für den Indikator „Lage/Ausrichtung“ wurde von der Annahme ausgegangen, dass eine sonnige Lage grundsätzlich begünstigend bzw. abmildernd in Bezug auf die Gefährdung durch niedrige Temperaturen wirkt, weil die Sonneneinstrahlung eine zusätzliche Wärmentwicklung zur Folge hat (siehe hierzu ausführlicher Kapitel 5.3.1.2 und 5.3.1.1).

Für beide Indikatoren der Lage wurde jeweils eine Wichtung von 35 % angesetzt.

Ergänzend wird die „Fahrbahnbreite“ als baulicher Indikator berücksichtigt, da die Anzahl der Fahrstreifen die zu räumende Schneemenge bestimmt. Dies kann insbesondere in Verbindung mit Troglagen vulnerabilitätserhöhend wirken. Zudem steigt mit zunehmender Fahrstreifenanzahl die Verweildauer des Wassers auf der Fahrbahn, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass Wasser auf der Fahrbahn gefriert. Dem Indikator wird eine Wichtung in Höhe von 30 % beigemessen.

Klimaindikatoren

Maßgebender Indikator für die Ableitung der Gefährdung aus Glätteereignissen ist die „Anzahl potenzieller Schneetage“. Die Ableitung der Wertebereiche zu den einzelnen Ausprägungsstufen erfolgte ausgehend von den Beobachtungswerten (siehe auch Anlage 5).

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Anzahl FS	30 %	X = 1	X = 2	X = 3	X > 3
Damm-/Troglage	35 %	Dammlage	niedrige Troglage	mittlere Troglage	tiefe Troglage
Lage/Ausrichtung	35 %	Flaches Land oder Bergregion und Südhang	Bergregion und Westhang	Bergregion und Osthang	Bergregion und Nordhang

Tab. 44: SBK-07e) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-09.1 – Anzahl potenzieller Schneetage [d] (Tage mit Niederschlag und einer Tagesmitteltemperatur von ≤ 2 °C) im Jahr	aW	100 %	X < 20	20 ≤ X < 40	40 ≤ X < 60	60 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 45: SBK-07e) – Klimaindikatoren

5.3.8 SBK der Ausstattung

5.3.8.1 SBK 08a – Schäden und Einschränkungen an Ausstattungselementen durch Starkwind

Für Starkwinde liegen derzeit keine verlässlichen Projektionsdaten vor. Aus diesem Grund kann eine Bewertung innerhalb dieses Forschungsvorhabens nicht erfolgen. Dennoch wurden in den Expertenworkshops Vulnerabilitätsindikatoren für eine spätere Anwendung und Auswertung identifiziert.

Im Zuge der Expertenworkshops wurde als maßgebender Vulnerabilitätsindikator der Zustand des jeweiligen Elementes eingeschätzt.

Darüber hinaus wurde die Lage der Ausstattungselemente in Bezug auf die Windexponiertheit diskutiert. Aufgrund verschiedener Rahmenbedingungen, wie bspw. der Windrichtung, konnte eine Festlegung der Ausprägungsstufen nicht erfolgen. Daher wurde auf die Verwendung dieses Indikators verzichtet wurde.

5.3.9 SBK der Entwässerung

Im Rahmen der Entwässerung erfolgt eine getrennte Betrachtung von Schäden und Einschränkungen infolge von hydraulischer Überlastung oder von Trockenstress bei Einrichtungen für Ableitung, Behandlung, Rückhaltung und Versickerung.

5.3.9.1 SBK 09a – Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Ableitungssysteme bei Starkregen (Aquaplaning)

Nach Einschätzung der Experten führen Starkregenereignisse nicht zu einer Schädigung der Ableitungssysteme. Stattdessen kann es jedoch zu einem Funktionsversagen kommen, wenn Wassermengen nur unzureichend abgeführt werden. Dementsprechend wurden als relevante Indikatoren Lage „Damm-/Troglage“ und „Art der Entwässerung“ eingestuft.

- „Damm-/Troglage“
  In Einschnitts- bzw- Trogbereichen können rückgestaute Wassermengen nicht in das angrenzende Gelände abgeleitet werden. Hieraus folgt eine höhere Vulnerabilität von Streckenabschnitten in Einschnitts- bzw. Trogbereichen. Relevant für die Einordnung in die Ausprägungsstufen ist dabei lediglich die Unterscheidung in Streckenabschnitte in Dammlage und Streckenabschnitte in Einschnitts- bzw. Trogbereichen. Hieraus leiteten sich die beiden Ausprägungsstufen „Mittel“ und „Hoch“ ab (siehe Tabelle 46).
- „Art der Entwässerung“
  Störanfälliger sind insbesondere geschlossene Systeme. Eine unzureichende Wasserableitung kann dabei sowohl auf verdreckte oder ver-

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Damm-/Troglage	25 %		Damm	Einschnitt/Trog	
Art der Entwässerung	75 %		offen	geschlossen	

Tab. 46: SBK-09a) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-06.2 – Veränderung [%] Anzahl Tage mit PR > 20 mm NS im Jahr gegenüber 1971-2000	pV	60 %	X < 25 %	25 % ≤ X < 50 %	50 % ≤ X < 75 %	75 % ≤ X
K-06.7 – Summe Niederschlag [mm] innerhalb von 5 aufeinanderfolgenden Tagen, Maximum in der Periode.	aW	15 %	X < 100	100 ≤ X < 130	130 ≤ X < 160	160 ≤ X
K-06.8 – Anzahl der Tage [d] mit PR>10mm Niederschlag im Jahr	aW	10 %	X < 20	20 ≤ X < 30	30 ≤ X < 40	40 ≤ X
K-07.1 – Summe [mm] PR Niederschlagshöhe hN pro Jahr	aW	5 %	X < 600	600 ≤ X < 950	950 ≤ X < 1.300	1.300 ≤ X
K-07.2 – Veränderung [%] Summe PR Niederschlagshöhe hN pro Jahr gegenüber 1971-2000	pV	10 %	X < 25 %	25 % ≤ X < 50 %	50 % ≤ X < 75 %	75 % ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 47: SBK-09a) – Klimaindikatoren

stopfte Abläufe und Rohrzuläufe als auch auf zu geringe Kapazität zurückzuführen sein. Grundsätzlich wurde eingeschätzt, dass offene Systeme baulich bedingt weniger störanfällig sind und größere Wassermengen abführen können als geschlossene Systeme. Aus diesem Grund wurde für die Ausprägungsstufen die Unterscheidung in diese zwei Systemarten festgelegt (siehe Tabelle 46). Die Bedeutung der Art des Entwässerungs- bzw. Ableitungssystems wurde als deutlich höher gegenüber der Lage des Streckenabschnittes eingeschätzt.

Klimaindikatoren

Nach Expertenmeinung sind für ein Funktionsversagen im Wesentlichen extreme Regenereignisse maßgebend. Die Klimaprojektionen können die für die Dimensionierung ausschlaggebenden Niederschlagsgrößen (bspw. 15 Minuten Regen) nicht abbilden. Daher werden aus dem zur Verfügung stehenden Katalog an Klimaindikatoren zur Beschreibung extremer Regenereignisse die Indikatoren „Veränderung Anzahl Starkniederschlagstage“, „Maximum Fünftage-Niederschlag“, „Starkniederschlag – Schwelle 20 mm“, „Durchschnittlicher Jahresniederschlag“ und „Veränderung Jahresniederschlagsmenge“ herangezogen (siehe auch Anlage 5).

Als maßgebender Indikator wurde „Veränderung Anzahl Starkniederschlagstage“ angesehen. Dabei wurde unterstellt, dass die vorhandene Infrastruktur für die durchschnittlichen Regenmengen der Beobachtungsperiode ausgelegt ist, sodass die Veränderung gegenüber den regionalen Beobachtungswerten maßgebend ist. Die Ableitung der Wertebereiche der Ausprägungsstufen orientiert sich folglich an den Regelwerken für die Bemessung (bspw. RAS-Ew.[62]). Im Ergebnis werden hier hinreichende Reserven berücksichtigt, sodass erst eine signifikante Steigerung der Regenintensität und -menge zu einem Funktionsversagen führt. In ähnlicher Weise wurden die Wertebereiche der anderen Indikatoren bestimmt (siehe Tabelle 47).

5.3.9.2 SBK 09b – Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Entwässerung bei Schnee (Aquaplaning)

Gegenstand dieser Schadensbildkategorie sind insbesondere Einschränkungen infolge mangelnden Wasserabflusses aufgrund von Schneemengen, die ein Abfließen des Wassers von der Fahrbahn verhindern.

Vulnerabilitätsindikatoren

Als relevante Indikatoren gelten auch hier die Lage des Streckenabschnittes (Damm-/Troglage) und

62 Richtlinie für die Anlage von Straßen (RAS) Teil: Entwässerung (RAS-Ew) Ausgabe 2005.

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Damm-/Troglage	20 %		Damm	Einschnitt/Trog	
Art der Entwässerung	80 %		offen	geschlossen	

Tab. 48: SBK-09b) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-09.1 – Anzahl potenzieller Schneetage [d] (Tage mit Niederschlag und einer Tagesmitteltemperatur von ≤ 2 °C) im Jahr	aW	100 %	X < 20	20 ≤ X < 40	40 ≤ X < 60	60 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 49: SBK-09b) – Klimaindikatoren

„Art der Entwässerung“. Allerdings nimmt hier die Art der Entwässerung mit einer Wichtung von 80 % eine sehr große Bedeutung ein. Insbesondere bei geschlossenen Systemen werden die ohnehin schon beschränkten Zulaufquerschnitte durch Frost und Schnee zusätzlich eingeengt und der Abfluss erschwert bzw. verhindert. Bei offenen Systemen können zudem durch Schneeräumfahrzeuge aufgehäufte Schneewälle am Fahrbahnrand bzw. Bankett das Abfließen des Oberflächenwassers in die Mulden bzw. Böschungen verhindern. Die Experten schätzten das eingeschränkte Abfließen des Oberflächenwassers im Falle der geschlossenen Systeme als wahrscheinlicher und schwerwiegender ein. Demnach sind geschlossene Systeme vulnerabler als offene Systeme (siehe Tabelle 48).

Eine Troglage kann zusätzlich vulnerabilitätserhöhend wirken. Daher wurde der Indikator „Damm-/Troglage“ ebenfalls herangezogen. In Troglagen kommt es zum einen häufiger zu Schneeverwehungen auf der Fahrbahn. Zum anderen begünstigen sie, dass von der Fahrbahn geschobene Schneemaßen länger im Straßenraum verbleiben und auf die Fahrbahn fließendes Schmelzwasser gefriert.

Klimaindikator

Maßgebender Indikator für die Ableitung der Gefährdung aus Glätteereignissen ist die „Anzahl potenzieller Schneetage“. Die Ableitung der Wertebereiche zu den einzelnen Ausprägungsstufen erfolgte ausgehend von den Beobachtungswerten (siehe Tabelle 49 und Anlage 5).

5.3.9.3 SBK 10a – Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Becken bei Starkregen

Große Starkregenmengen können zu einem Funktionsversagen der Regenbehandlungs- oder Regenrückhalteanlagen führen (Überlauf der Becken). Darüber hinaus können Beschädigungen bspw. durch mit dem Wasser transportierte Gegenstände entstehen.

Vulnerabilitätsindikatoren

Als maßgebende bauliche Indikatoren wurden im Rahmen der Workshops die Art der Entwässerung als „Art der Ableitung von der Strecke“, die „Art der Behandlung“ und die „Art des Beckens“ herausgearbeitet.

Die Art der Wasserableitung von der Fahrbahn hat insoweit Einfluss auf die Vulnerabilität des Regenwasserbehandlungs- und Rückhaltesystems, als dass bei geschlossenen Systemen die Wasserzulaufmengen durch die Rohrdurchmesser in ihrem Maximum definiert sind. Der Zulauf in das Becken kann somit klar bestimmt werden. Offene Systeme können mehr Wasser als geplant über einen kürzeren Zeitraum zuführen, wodurch die Sohle des Beckens beschädigt und die Funktion gestört

werden kann (z. B. Remobilisierung abgesetzter Stoffe). Darüber hinaus können über offene Systeme Gegenstände (Treibgut) mitgeführt werden, die das Behandlungssystem einschränken bzw. dieses je nach Art des Behandlungssystems schädigen können. Aus diesem Grund wurde eingeschätzt, dass offene Systeme die Vulnerabilität der Behandlungssysteme erhöhen können. Offene Systeme wurden daher der Ausprägungsstufe „Hoch“, geschlossene Systeme der Ausprägungsstufe „Mittel“ zugeordnet. Mit einer Wichtung von 30 % hat dieser Indikator eine durchschnittliche Bedeutung.

Erfolgt eine Behandlung des Oberflächenwassers über einen Bodenfilter, sind insbesondere die naturnahen Gestaltungen (z. B. Schilf) im Zulaufbereich durch Überlastung der Becken bei Starkregen gefährdet (Ausspülen, Wegschwemmen). Für einfache Absetzbecken wurde eine geringe Gefährdung eingeschätzt (siehe Tabelle 50).

Die Art des Regenbeckens wurde ebenfalls als relevant für die Bewertung der Vulnerabilität eingeschätzt. So sind nach Starkregenereignissen Versickerungsbecken zu warten und die Funktion zu überprüfen. Die Wartung nach Starkregenereignissen ist dabei ausschlaggebend für die Funktion nachfolgender Ereignisse. Reine Rückhaltebecken sind hingegen periodisch zu säubern. Somit besteht für Versickerungsbecken ein höheres Gefährdungspotenzial (siehe Tabelle 50).

Klimaindikatoren

Als maßgebend wurden aus den zur Verfügung stehenden (weil belastbar projizierbaren) Klimaindikatoren zum einen der Indikator „Maximaler Fünftage-Niederschlag“ und zum anderen der Indikator „Veränderung Anzahl Starkniederschlagstage“ herangezogen. Ausgehend von der Annahme, dass die vorhandene Infrastruktur für die heutigen Regenwassermengen (Beobachtungswerte) ausgelegt ist, wurden die Ausprägungsstufen festgelegt (siehe Tabelle 51 und Anlage 5).

Als zusätzlicher Indikator wurde „Veränderung der Jahresniederschlagsmenge“ festgelegt. Dieser hat mit einer Wichtung von 10 % gegenüber den anderen beiden Indikatoren mit 50 % bzw. 40 % eine untergeordnete Bedeutung.

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Art der Ableitung von der Strecke	30 %		geschlossen	offene	3,5 ≤ X
Art der Behandlung	30 %		einfaches Absetzbecken	Bodenfilterbecken	Stahl
Art des Beckens	40 %		Rückhaltebecken	Versickerungsbecken	

Tab. 50: SBK-10a) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-06.2 – Veränderung [%] Anzahl Tage mit PR > 20 mm NS im Jahr gegenüber 1971-2000	pV	40 %	X < 25 %	25 % ≤ X < 50 %	50 % ≤ X < 75 %	75 % ≤ X
K-06.7 – Summe Niederschlag [mm] innerhalb von 5 aufeinanderfolgenden Tagen, Maximum in der Periode.	aW	50 %	X < 100	100 ≤ X < 130	130 ≤ X < 160	160 ≤ X
K-07.2 – Veränderung [%] Summe PR Niederschlagshöhe hN pro Jahr gegenüber 1971-2000	pV	10 %	X < 25 %	25 % ≤ X < 50 %	50 % ≤ X < 75 %	75 % ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 51: SBK-10a) – Klimaindikatoren

5.3.9.4 SBK 10b – Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Becken bei Trockenperioden

Lange Trockenperioden können vor allem an Bodenfilter- und Versickerungsbecken zu Schäden und Funktionseinschränkungen durch Austrocknung und demzufolge zum Absterben der Vegetation führen (siehe auch Bild A - 7 im Anhang). Darüber hinaus ist bei Behandlungssystemen auch die Freisetzung von Schwimmstoffen durch Absinken des Wasserspiegels unterhalb der Tauchwand denkbar.

Vulnerabilitätsindikatoren

Für die Bewertung der Vulnerabilität wurde eingeschätzt, dass die Gefährdung gegenüber Trockenperioden von der „Art des Beckens“ abhängt und insbesondere für geschlossene bzw. unterirdische Regenbecken gering ist, da hier eine Austrocknung nicht erfolgen kann. In offenen Systemen hingegen kann es zur Absenkung des Wasserspiegels und zum Austrocken der Sohle und somit zu einem Funktionsversagen kommen. Für Bodenfilter- und Versickerungsbecken wurde eine hohe Gefährdung identifiziert, da als Folge der Austrocknung zudem die Vegetation Schaden nehmen kann (bspw. Schilf in den Randbereichen ist durch lange Trockenheit gefährdet – siehe Tabelle 52). In beiden letztgenannten Fällen kann anschließend das Oberflächenwasser der Fahrbahnen nicht oder zumindest nicht im vorgesehenen Maße behandelt werden.

Klimaindikatoren

Das für diese Schadensbildkategorie maßgebende Klimaereignis sind lange Trockenperioden. Es wurde eingeschätzt, dass die beiden Klimaindikatoren „Anzahl Trockenperioden im Sommerhalbjahr“ und „Anzahl Ereignisse Starkniederschlag nach Trockenperiode“ relevant sind. Maßgebend ist hierbei die Anzahl der Trockenperioden im Sommer (siehe Tabelle 53).

5.3.9.5 SBK 10c – Schäden und Einschränkungen durch Funktionsversagen der Becken bei Schnee- und Frostereignissen

Durch Frost- und Schneeereignisse kann die Funktionsfähigkeit von Behandlungs- und Rückhaltebecken eingeschränkt werden oder diese Schaden nehmen (siehe auch Bild A - 6 und Bild A - 4 im Anhang).

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Art des Beckens	100 %	geschlossenes/ unterirdisches Rückhaltebecken	offenes Rückhaltebecken	offenes Sedimentationsbecken	Bodenfilterbecken/ Versickerungsbecken

Tab. 52: SBK-10b) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-10.1 – Anzahl [n] Trockenperioden im Sommerhalbjahr mit mindestens 11 aufeinanderfolgenden Tagen mit ≤ 1 mm NS/Tag	aW	80 %	X < 1	1 ≤ X < 2	2 ≤ X < 3	3 ≤ X
K-10.2 – Anzahl [n] Ereignisse pro Jahr, bei denen auf eine Trockenperiode ein Starkregenereignis folgt (siehe Regenereignisse)	aW	20 %	X < 0,5	0,5 ≤ X < 1	1 ≤ X < 1,5	1,5 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 53: SBK-10b) – Klimaindikatoren

Vulnerabilitätsindikatoren

Es wurde eingeschätzt, dass die Vulnerabilität der Behandlungs- und Rückhaltebecken im Wesentlichen durch die „Art des Beckens“ und etwaige „Einbauten im Becken“ beeinflusst wird. Daher wurden die folgenden Indikatoren zur Bewertung der Vulnerabilität solcher Becken gegenüber Frost- und Schneeereignissen festgelegt: „Art des Beckens“ und „Einbauten im Becken“.

Die Funktionsfähigkeit offener Behandlungssysteme kann durch Schneeablagerungen beeinträchtigt sein. Frostereignisse können dazu führen, dass durch das Gefrieren der Bodenschichten insbesondere bei Versickerungsbecken die Funktionsfähigkeit vollständig oder teilweise versagt.

Es wurde eingeschätzt, dass Einbauten in Form von (schwimmenden) Tauchwänden bei gefrorenem Wasser ebenfalls in ihrer Funktion eingeschränkt sein können.

Klimaindikatoren

Nach Einschätzung der Experten wird die Funktionsfähigkeit der Behandlungsbecken sowohl durch das Klimaereignis „Schneefall“ als auch durch „Niedrige Temperaturen“ beeinflusst. Maßgebend ist dabei neben Schnee in den Becken auch die Möglichkeit der Eisbildung bzw. des Gefrierens des Beckenbodens. Aus dem Katalog der zur Verfügung stehenden Klimaindikatoren wurden die Indikatoren „Potenzielle Schneetage“, „Anzahl Frosttage“, „Anzahl Eistage“ und „Dauer der längsten ununterbrochenen Frostperiode“ herangezogen.

Die Ableitung der Ausprägungsstufen erfolgte unter Berücksichtigung der Beobachtungswerte (siehe auch Anlage 5).

5.3.10 SBK der Verkehrsteilnehmer

5.3.10.1 SBK 11a – Belastungen der Verkehrsteilnehmer durch Hitze (Hitzestress)

Hohe Temperaturen stellen für Verkehrsteilnehmer, aber auch für die Fahrzeuge eine besondere Belastung dar. Als Indikatoren der Vulnerabilität könnten folglich einbezogen werden „Alter der Verkehrsteilnehmer“, „Alter der Fahrzeuge“, „Vorhandensein

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Art des Beckens	55 %	geschlossenes/ unterirdisches Rückhaltebecken	offenes Rückhaltebecken	offenes Sedimentationsbecken	Bodenfilterbecken/ Versickerungsbecken
Einbauten im Becken	45 %		keine Tauchwand	Tauchwand vorhanden	

Tab. 54: SBK-10c) – Vulnerabilitätsindikatoren

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-09.1 – Anzahl potenzieller Schneetage [d] (Tage mit Niederschlag und einer Tagesmitteltemperatur von ≤ 2 °C) im Jahr	aW	20 %	X < 20	20 ≤ X < 40	40 ≤ X < 60	60 ≤ X
K-04.2 – Anzahl Frosttage [d] im Jahr	aW	25 %	X < 10	10 ≤ X < 20	20 ≤ X < 40	40 ≤ X
K-04.4 – Anzahl Eistage [d] im Jahr	aW	30 %	X < 5	5 ≤ X < 10	10 ≤ X < 20	20 ≤ X
K-04.5 – Anzahl der Tage [d] der längsten ununterbrochenen Frostperiode (TM < -5 °C) im Jahr	aW	25 %	X < 4	4 ≤ X < 8	8 ≤ X < 12	12 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 55: SBK-10c) – Klimaindikatoren

von Klimaanlagen und Fahrerassistenzsystemen in den Fahrzeugen“ sowie „Verkehrsdichte und Verkehrszusammensetzung (Pendler oder Gelegenheitsfahrer)“. Hierfür lagen jedoch keine auswertbaren Statistiken vor. Zudem konnte kein Streckenbezug hergestellt werden.

Grundsätzlich könnten zwar für alle Streckenabschnitte die gleichen Vulnerabilitätswerte angenommen und so Aussagen für das Gesamtnetz abgeleitet werden. Allerdings ist die Festlegung von Ausprägungsstufen aufgrund mangelnder Statistiken ebenfalls nicht möglich. Aus diesem Grund wurden für diese Schadensbildkategorie keine Vulnerabilitätsindikatoren bestimmt.

Als Klimaindikatoren wurden aus den für das Klimaereignis „Hohe Temperaturen“ zur Verfügung stehenden Klimaindikatoren die Werte „Anzahl Heißer Tage“, „Anzahl der Hitzeperioden“, „Anzahl der Tropennächte“ und die „Höchsttemperatur“ als geeignet angesehen (siehe Tabelle 56).

5.3.10.2 SBK 11b – Sichtbehinderungen der Verkehrsteilnehmer durch Starkregen

Bei auf den Fahrbahnen durch Starkregenereignisse entstehendem Wasserfilm können fahrende Fahrzeuge eine Gischtfahne erzeugen und so die Sicht für die Verkehrsteilnehmer stark einschränken. In Kombination mit nicht angepasster Fahrweise kann dies unfallbegünstigend wirken.

Vulnerabilitätsindikatoren

Gegenstand der Betrachtung der Vulnerabilitätsindikatoren war in erster Linie, durch welche Rahmenbedingungen die Intensität der Gischtfahne beeinflusst wird. Hierzu gehören „Verkehrsmenge (DTV)“, „zulässige Höchstgeschwindigkeit“, „Art der Fahrbahndecke“ und „Spurrinnentiefe“.

Darüber hinaus wurde identifiziert, dass Auswertungen von „Unfallhäufigkeiten“ bzw. der Unfallschwerpunkte ein maßgebender Indikator für diese Schadensbildkategor ie sein können (siehe Tabelle 57). Zusätzlich können weitere Indikatoren, die den Fahrzeugteilnehmer oder das Fahrzeug selber

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-01.1 – Anzahl heißer Tage [d] im Jahr	aW	30 %	X < 10	10 ≤ X < 15	15 ≤ X < 20	20 ≤ X
K-01.3 – Anzahl [n] der Hitzeperioden pro Jahr	aW	25 %	X < 1	1 ≤ X < 2	2 ≤ X < 3	3 ≤ X
K-01.4 – Anzahl der Tropennächte im Jahr	aW	15 %	X < 10	10 ≤ X < 15	15 ≤ X < 20	20 ≤ X
K-01.5 – Höchsttemperatur in der Periode [T_{max} in °C]	aW	30 %	X < 30 °C	30 °C ≤ X < 35 °C	35 °C ≤ X < 40 °C	40 °C ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 56: SBK-11a) – Klimaindikatoren

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Unfallhäufung	30 %	Bislang keine Ausprägungsstufen festgelegt			
zulässige Höchstgeschwindigkeit [km/h]	20 %	X < 80	80 ≤ X < 100	100 ≤ X < 130	130 ≤ X
Art der Fahrbahndecke	10 %	offenporiger Asphalt	offenporiger Beton	Beton	Asphalt
Spurrinnentiefe [mm]	20 %	X < 4	4 ≤ X < 7	7 ≤ X < 10	10 ≤ X

Tab. 57: SBK-11b) – Vulnerabilitätsindikatoren

betreffen, einen Einfluss haben. Konkrete Indikatoren und Ausprägungsstufen konnten aufgrund fehlender Datengrundlagen hierfür allerdings nicht bestimmt werden.

Klimaindikatoren

Nach Expertenmeinung, sind für eine Gefährdung durch Sichtbehinderung als Folge der Gischtfahnen im Wesentlichen extreme Regenereignisse maßgebend. Aus dem zur Verfügung stehenden Katalog an Klimaindikatoren zur Abbildung und Beschreibung extremer Regenereignisse wurden die Indikatoren „Starkniederschlag – Schwelle 20 mm“ und „Starkniederschlag – Schwelle 10 mm“ als relevant angesehen. Beide Indikatoren wurden gleichgewichtet. Die Ableitung der Ausprägungsstufen erfolgte unter Berücksichtigung der Beobachtungswerte (siehe Tabelle 58 und Anlage 5).

5.3.10.3 SBK 11c – Gefährdung der Verkehrsteilnehmer durch Starkwinde

Für Starkwinde liegen derzeit keine verlässlichen Projektionsdaten vor.

Im Zuge der Expertenworkshops wurden mögliche Vulnerabilitätsindikatoren aus den Bereichen Verkehrsmenge und -zusammensetzung sowie Indikatoren der Lage vorgeschlagen. Insbesondere an langen Brücken besteht demnach ein erhöhtes Angriffspotenzial durch fehlenden Windschatten bspw. durch Bäume oder Gelände. Aus diesem Grund wurde der Indikator „Anteil Brückenfläche“ im Verhältnis zur Fahrbahnfläche des Streckenabschnittes als wichtig eingeschätzt.

Zudem kann die „Geländetopographie“ Windgeschwindigkeiten beeinflussen, weil ohne natürliche oder künstliche Windbarrieren (Wald, Gebäude, etc.) höhere Windgeschwindigkeiten entstehen können. Es wurde eingeschätzt, dass in urbanem Gelände eine geringe Gefährdung besteht (siehe Tabelle 59).

Der Anteil des Schwerlastverkehrs („DTV-SV“) ist hier ebenfalls von Bedeutung. Zum einen resultiert infolge der großen Angriffsflächen eine höhere Windanfälligkeit (Schlingerns der Fahrzeuge). Zum anderen kann der Schwerlastverkehr an sich eine Gefährdung für andere Verkehrsteilnehmer darstellen, weil beim Überholvorgang für andere Verkehrsteilnehmer ein Windschatten entsteht. Dies kann dazu führen, dass das Überholfahrzeug nicht in der Spur bleibt und andere Verkehrsteilnehmer gefährdet. Aus diesem Grund wurde neben

Indikator	Art der Veränderung	Wichtung	Ausprägungsstufen			
			Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
K-06.1 – Anzahl der Tage [d] mit PR > 20 mm Niederschlag im Jahr	aW	50 %	X < 5	10 ≤ X < 15	10 ≤ X < 15	15 ≤ X
K-06.8 – Anzahl der Tage [d] mit PR > 10 mm Niederschlag im Jahr	aW	50 %	X < 20	30 ≤ X < 40	30 ≤ X < 40	40 ≤ X
Legende: aV – absolute Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert pV – prozentuale Veränderung gegenüber dem Beobachtungswert aW – absoluter Wert Der Begriff Periode wird in den Bezeichnungen der Klimaindikatoren als Synonym für Betrachtungszeitraum verwendet						

Tab. 58: SBK-11b – Klimaindikatoren

Indikator	Wichtung	Ausprägungsstufen			
		Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
DTV-SV in beiden Richtungen [Kfz/d]	20 %	X < 4.000	4.000 ≤ X < 9.000	9.000 ≤ X < 12.000	12.000 ≤ X
DTV in beiden Richtungen [Kfz/d]	20 %	X < 20.000	20.000 ≤ X < 50.000	50.000 ≤ X < 80.000	80.000 ≤ X
Geländetopografie	20 %	urban und hügeliges Land	urban und flaches Land	nicht urban und hügeliges Land	nicht urban und flaches Land
Anteil Brückenfläche	40 %	X < 5 %	5 % ≤ X < 15 %	15 % ≤ X < 25 %	25 % ≤ X

Tab. 59: SBK-11c) – Vulnerabilitätsindikatoren

dem Schwerverkehrsanteil auch das „Gesamtverkehrsaufkommen“ auf dem Streckenabschnitt als zu berücksichtigen eingeschätzt (siehe Tabelle 59).

6 Umsetzung der RIVA-Methodik in ein Pilotwerkzeug

Für die Betrachtung der vom Forschungsgeber vorgegebenen Untersuchungsstrecken (nähere Beschreibung hierzu in Kapitel 7.1) wurde anhand der im Rahmen des Forschungsprojektes erarbeiteten RIVA-Methodik ein Pilotwerkzeug auf MS-EXCEL-Basis entwickelt.

So konnten für konkrete Netzausschnitte (271 Streckenabschnitte) die RIVA-Methodik erprobt, die zur Verfügung stehenden Datengrundlagen systematisch ausgewertet und Bewertungsergebnisse automatisch generiert werden.

Das Pilotwerkzeug erfüllt damit nicht nur die Aufgabe der Betrachtung der Beispiel-Untersuchungsstrecken. Vielmehr veranschaulicht es auch, wie eine systematische Risikobetrachtung von Straßen auf Netzebene unter Nutzung netzweit erhobener Daten grundsätzlich erfolgen kann.

Anhand des Pilotwerkzeuges lässt sich also zeigen, welche funktionalen und methodischen Anforderungen eine zukünftige tatsächlich netzweit nutzbare Anwenderlösung (mindestens) erfüllen sollte.

Das im Rahmen des RIVA-Projektes entwickelte Pilotwerkzeug besteht aus fünf Modulen; vier Grundmodulen und einem Kernmodul.

Die Grundmodule spiegeln die vier Indikator-Dimensionen wider:

- Grundmodul Klima,
- Grundmodul Vulnerabilität,
- Grundmodul Technische Wirkungsweisen,
- Grundmodul Kritikalität.

In den Grundmodulen werden technische Datengrundlagen und Klimaprojektionsdaten so aufbereitet und teilweise bereits aggregiert, dass im Ergebnis Indikatorwerte als Eingangsgrößen für die im Kernmodul stattfindende eigentliche Risikobetrachtung zur Verfügung stehen.

Das Kernmodul liefert Werte für die drei zentralen Ergebnisgrößen Gefährdungs-, Wirkungs- und Risikopotenzial.

In Bild 15 ist der Aufbau des Pilot-Anwendermoduls mit den Grundmodulen und dem Kernmodul schematisch dargestellt.

6.1 Grundmodule

6.1.1 Klima

Das Grundmodul Klima bereitet die Klimaprojektionsdaten für die Risikobetrachtung auf.

Zum einen ist im Grundmodul Klima die Information hinterlegt, für welche Schadensbildkategorie welche Klimaindikatoren mit welchen Ausprägungsstufen-Skalen herangezogen werden. Zum anderen erfolgt eine dem Bewertungszweck entsprechende systematische Strukturierung der durch die Klimaexperten bereitgestellten Datensätze, da diese noch nicht unmittelbar für eine systematische Auswertung geeignet sind. Dies beinhaltet auch die Ableitung von Veränderungswerten je Klimaregion und Klimaindikator gegenüber der Beobachtungsperiode.

Durch die Bereitstellung von Minimalwert, Mittelwert und Maximalwert der Indikatorwerte können die durch die Klimaexperten erarbeiteten Bandbreiten der Klimaprojektionen als Ausdruck der Projektionsunsicherheiten auch in die Risikobetrachtung einfließen.

Die Aufbereitung der Klimadaten erfolgt deshalb für alle Klimaindikatoren (31 Indikatoren):

- je Klimaregion;
  elf Regionen; eine bzw. zwei Regionen je Untersuchungsstrecke (abhängig von der Eigenart der Untersuchungsstrecke),
- je Betrachtungszeitraum;
  1971 bis 2000, 2011 bis 2040, 2041 bis 2070, 2071 bis 2100,
- jeweils als Mittelwert für den Beobachtungszeitraum 1971 bis 2000 bzw. jeweils für Minimalwert, Mittelwert, Maximalwert für die Betrachtungszeiträume 2011 bis 2040, 2041 bis 2070, 2071 bis 2100.

Im Grundmodul Klima findet keine Aggregation von Indikatorwerten statt. Die aufbereiteten Klimaindikatorwerte sowie Wichtung und Ausprägungsstufe der jeweils für die Schadensbildkategorie herangezogenen Indikatorwerte fließen als Eingangsgrößen in das Kernmodul ein (siehe Bild 15).

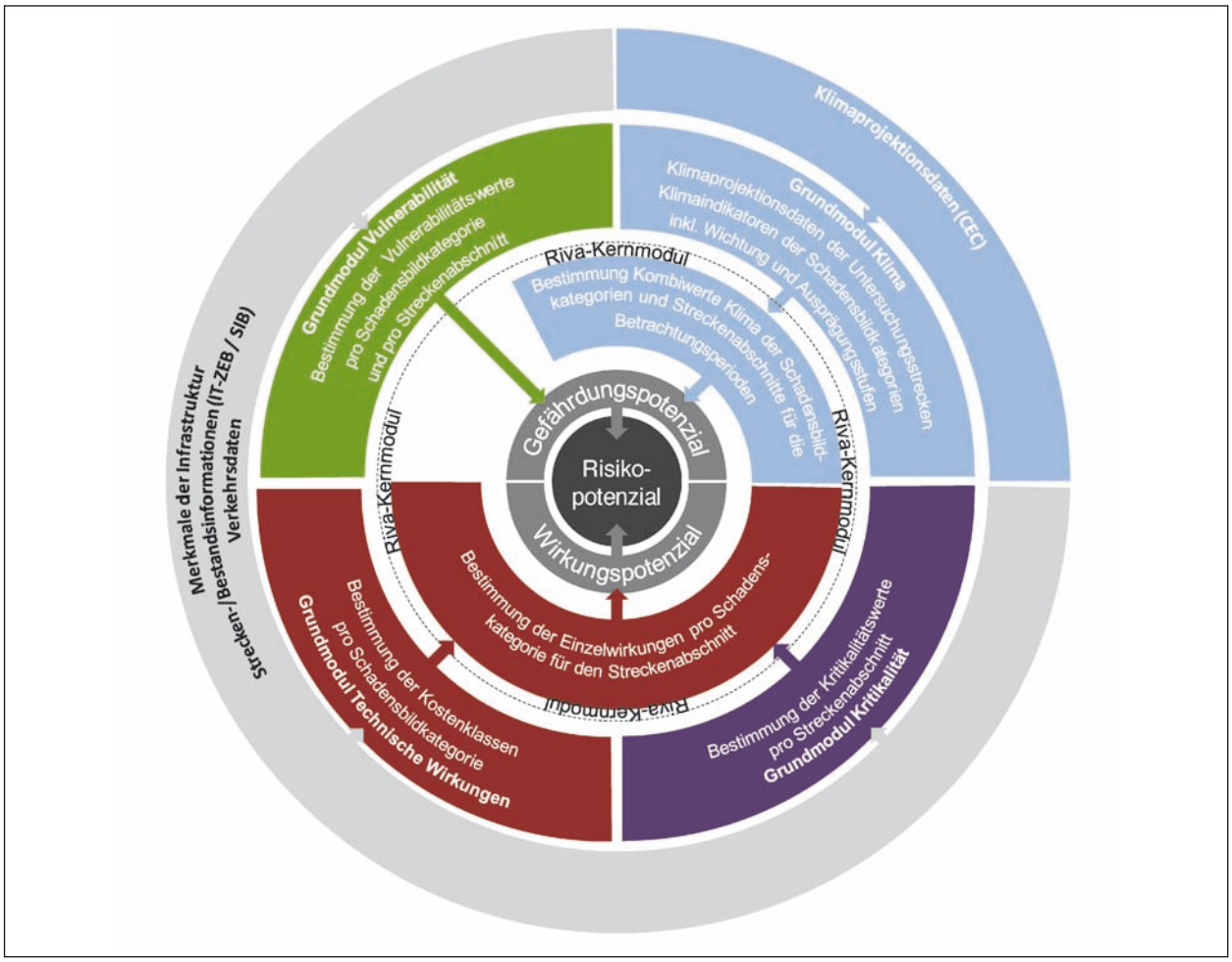


Bild 15: Aufbau und Grundstruktur des RIVA-Pilot-Anwendermoduls

6.1.2 Vulnerabilität

Das Grundmodul Vulnerabilität bereitet die Daten auf, die für die Bildung eines Vulnerabilitätswertes für jede Schadensbildkategorie benötigt werden.

Die als Indikatorwerte benötigten Streckenparameter werden aus den zur Verfügung stehenden Datenbanken für jeden Streckenabschnitt in das Grundmodul importiert.[63]

Aufgrund des Pilotcharakters des Werkzeuges erfolgt der Datenimport statisch, also ohne automatische Verknüpfung zwischen Datenbank und Excel. Für die Auswertung der Datenbanken wurden jedoch weitgehend automatische Routinen erarbeitet, sodass Anpassungen von Ausprägungsstufen und Wichtung entsprechend den Anforderungen des Anwenders angepasst werden können.

Das Grundmodul stellt außerdem dar, für welche Schadensbildkategorie welche Vulnerabilitätsindikatoren mit welchen Ausprägungsstufen-Skalen herangezogen und wie sie aggregiert werden.

Anhand dieser Vorgaben werden die Indikatorwerte aggregiert und so Vulnerabilitätswerte für alle Schadensbildkategorien in jedem Streckenabschnitt generiert (siehe hierzu Ausführungen in Kapitel 4.4.1.2).

Da die für die Betrachtung der Untersuchungsstrecken zur Verfügung stehenden Datengrundlagen nicht für alle als relevant identifizierten Vulnerabilitätsindikatoren Informationen liefern, konnten nicht alle Indikatoren mit Werten hinterlegt werden.

Ist nur ein Teil der für eine Schadensbildkategorie benötigten Indikatoren mit Werten hinterlegt, fließen nur diese in die Bildung des Vulnerabilitäts-

63 Würden für Schadensbildkategorien aus anderen Forschungsvorhaben/Datenquellen ggf. bereits Vulnerabilitätsbewertungen vorliegen, könnten diese genutzt werden, indem diese Vulnerabilitätswerte als Indikatorwerte importiert und den vier RIVA-Ausprägungsstufen zugeordnet würden.

wertes ein. Die Gewichtungsanteile der nicht mit Werten besetzten Indikatoren werden in diesem Fall anteilsmäßig auf die in die Bewertung einfließenden Indikatoren aufgeteilt. Beispiele hierfür sind die Schadensbildkategorien SBK 01a oder auch SBK 07a. Der generierte Vulnerabilitätswert berücksichtigt in diesen Fällen also nicht alle als relevant identifizierten Indikatoren. Lücken in den Datengrundlagen sind deshalb bei der Interpretation der Bewertungsergebnisse zu berücksichtigen (siehe hierzu auch Tabelle 70 und Tabelle 71 im Anhang).[64]

Die im Grundmodul Vulnerabilität generierten Vulnerabilitätswerte fließen als Eingangsgrößen in das Kernmodul ein (siehe Bild 15).

6.1.3 Technische Wirkungen

Das Grundmodul Technische Wirkungen bereitet die Daten auf, die für die Bewertung der sechs Unterindikatoren 1. Ordnung der technischen Art und Weise der Wirkungen je Schadensbildkategorie bzw. je Streckenabschnitt benötigt werden (siehe Erläuterung der Indikatoren in Kapitel 4.3.3).

Das Grundmodul legt fest, wie die Unterindikatoren 2. bzw. 3. Ordnung aggregiert und welche Ausprägungsstufen-Skalen zugrunde gelegt werden. Für alle Schadensbildkategorien und Streckenabschnitte werden die gleichen Indikatorensets herangezogen.

Die Werte der Unterindikatoren 2. bzw. 3. Ordnung fließen als Eingangsdaten ein. Sie resultieren entweder aus den im Rahmen der Expertendiskussion vorgenommenen Einschätzungen (schadensbildkategorieabhängige Bewertungen nach Ausprägungsstufen) oder fließen als Zahlenwerte (Streckenparameter, Bsp. Verkehrsmenge) ein.

Im Ergebnis liefert das Grundmodul „Technische Wirkungen“ Indikatorwerte je Schadensbildkategorie für die fünf Unterindikatoren 1. Ordnung:

1. Ersatzinvestitionskostenklasse,
2. Erhaltungskostenklasse,
3. Betriebskostenklasse,
4. Unfallkostenklasse,
5. Behinderungskostenklasse

und je Streckenabschnitt für den Unterindikator 1. Ordnung Herstellungskostenklasse.

Diese Indikatorwerte fließen als Eingangsgrößen in das Kernmodul ein (siehe Bild 15).

6.1.4 Kritikalität

Das Grundmodul Kritikalität bereitet die Daten auf, die für die Herleitung von Kritikalitätswerten je Streckenabschnitt benötigt werden (siehe Erläuterung der Indikatoren in Kapitel 4.3.3).

Der Kritikalitätswert eines Streckenabschnitts wird aus den Bewertungen der vier Unterindikatoren (Gesamtverkehrsmenge, Auslastungsgrad, Verkehrsmenge des Schwerverkehrs, Bedeutung im TEN-Netz) gebildet.

Das Grundmodul legt fest, wie diese vier Unterindikatoren aggregiert und welche Ausprägungsstufen-Skalen angewendet werden.

Für die Werte der Unterindikatoren je Streckenabschnitt werden die verkehrsbezogenen Streckenparameter aus den zur Verfügung stehenden Datengrundlagen genutzt.[65]

Die generierten Kritikalitätswerte der Streckenabschnitte fließen als Eingangsgrößen in das Kernmodul ein (siehe Bild 16).

6.2 Kernmodul

Im Kernmodul erfolgen die Berechnung der Zwischenwerte und deren Verdichtung zu den Ergebnisgrößen Gefährdungspotenzial, Wirkungspotenzial und Risikopotenzial.

Im Kernmodul werden grundsätzlich die folgenden Gruppen von Tabellenblättern unterschieden:

- Eingangswerte,
- Eingabewerte,

---

64 Alternativ wäre denkbar gewesen, die Schadensbildkategorien, für die im Rahmen der Projektbearbeitung nicht alle Indikatoren mit Werten besetzt werden können, aus der Vulnerabilitätsbetrachtung auszunehmen. Dies hätte jedoch bedeutet, dass nur fünf der 35 Schadensbildkategorien in die beispielhafte Risikobewertung der Untersuchungsstrecken hätten einfließen können.

65 Würden die zu betrachtenden Streckenabschnitte Kritikalitätswerte als Datengrundlagen vorliegen, z. B. aus Engpassanalysen, könnten diese anstelle der im Grundmodul Kritikalität erzeugten Kritikalitätswerte in das Kernmodul einfließen.

- Berechnungen,
- Ausgabewerte,

Die in den Grundmodulen Klima, Vulnerabilität, technische Wirkung und Kritikalität bestimmten oder aufbereiteten Werte sind die Eingangswerte in das Kernmodul (siehe Bild 15 und Bild 16). Der Übertrag in das Kernmodul erfolgt auf den entsprechenden Tabellenblättern:

- Aus dem Grundmodul Klima
  - Import der Klimaprojektionsdaten für die Betrachtungszeiträume jeweils als Minimal-, Mittel- und Maximalwert,[66]
  - Import der Ausprägungsstufen,
  - Import der Wichtung.
- Aus dem Grundmodul Vulnerabilität
  - Vulnerabilitätswerte (je Schadensbildkategorie und Streckenabschnitt).
- Aus dem Grundmodul Technische Wirkung
  - Werte der Unterindikatoren 1. Ordnung (je Schadensbildkategorie bzw. je Streckenabschnitt).
- Aus dem Grundmodul Kritikalität
  - Kritikalität je Streckenabschnitt (Unterindikator 1. Ordnung technische Wirkung).

Eingabewerte innerhalb des Kernmoduls sind die Auswahl der zu betrachtenden Schadensbildkategorie(n), die Auswahl des zu betrachtenden Streckenabschnittes und die Eingabe zur Wichtung der Unterindikatoren der 1. Ordnung und der Hauptindikatoren der technischen Wirkungsdimension.

Ausgabewerte sind die Ergebnisgrößen Gefährdungspotenzial, Wirkungspotenzial und Risikopotenzial sowie die zur Bestimmung der Ergebnisgrößen erforderlichen Zwischenwerte.

Auf den Berechnungstabellenblättern erfolgen die Berechnung der Zwischenwerte sowie die Zusammenführung und Aggregation dieser zu den Ergebnisgrößen. Zu den wesentlichen Berechnungstabellenblättern innerhalb des Kernmoduls zählen:

- Kombinationswerte Klima Beobachtungszeitraum 1971-2000,
- Kombinationswerte Klima Projektionszeitraum 2011-2040,
- Kombinationswerte Klima Projektionszeitraum 2041-2070,
- Kombinationswerte Klima Projektionszeitraum 2071-2100,
- Vulnerabilitätswert,
- Wichtung der betrachteten Schadensbild - kategorien,
- Gefährdungspotenzial,
- Wirkungspotenzial inkl. der Berechnung der Hauptindikatoren,
- Risikopotenzial.

6.2.1 Berechnung und Aggregation der Zwischenwerte

6.2.1.1 Kombinationswert Klima

Im Kernmodul werden für die verschiedenen Betrachtungszeiträume für die jeweils betrachteten Schadensbildkategorien und für den jeweils ausgewählten Streckenabschnitt (Klimaregion) die Kombinationswerte Klima als Minimal-, Mittel- und Maximalwerte bestimmt (siehe hierzu auch Kapitel 4.4.1.1 und Bild 16). Für die Aggregation des schadensbildkategoriespezifischen Kombinationswertes werden Wichtung und Ausprägungsstufen der relevanten Klimaindikatoren berücksichtigt. Die klimaregionsspezifischen Beobachtungs- und Projektionswerte werden den jeweiligen Ausprägungsstufen des Klimaindikators zugeordnet und dementsprechend mit den ganzzahligen Werten eins bis vier versehen. Diese werden mit der jeweiligen Wichtung verknüpft und zum Kombinationswert Klima aufaddiert.

6.2.1.2 Vulnerabilitätswert

Die Ermittlung der SBK-spezifischen Vulnerabilitätswerte jedes Streckenabschnittes der in Kapitel 7.1 beschriebenen Untersuchungsstrecken erfolgt im Grundmodul Vulnerabilität. Im Kernmodul erfolgt der Abgriff des relevanten Vulnerabilitätswertes (in Abhängigkeit von Streckenabschnitt und Schadensbildkategorie) zur weiteren Berechnung innerhalb des Kernmoduls.

---

66 Im Kernmodul wird zusätzlich unterschieden in den Import von absoluten Projektionsdaten und relativen Projektionsdaten (Veränderungswerte gegenüber dem Beobachtungszeitraum (1971-2000) für die Betrachtungszeiträume 2011-2040, 2041-2070 und 2071-2100.

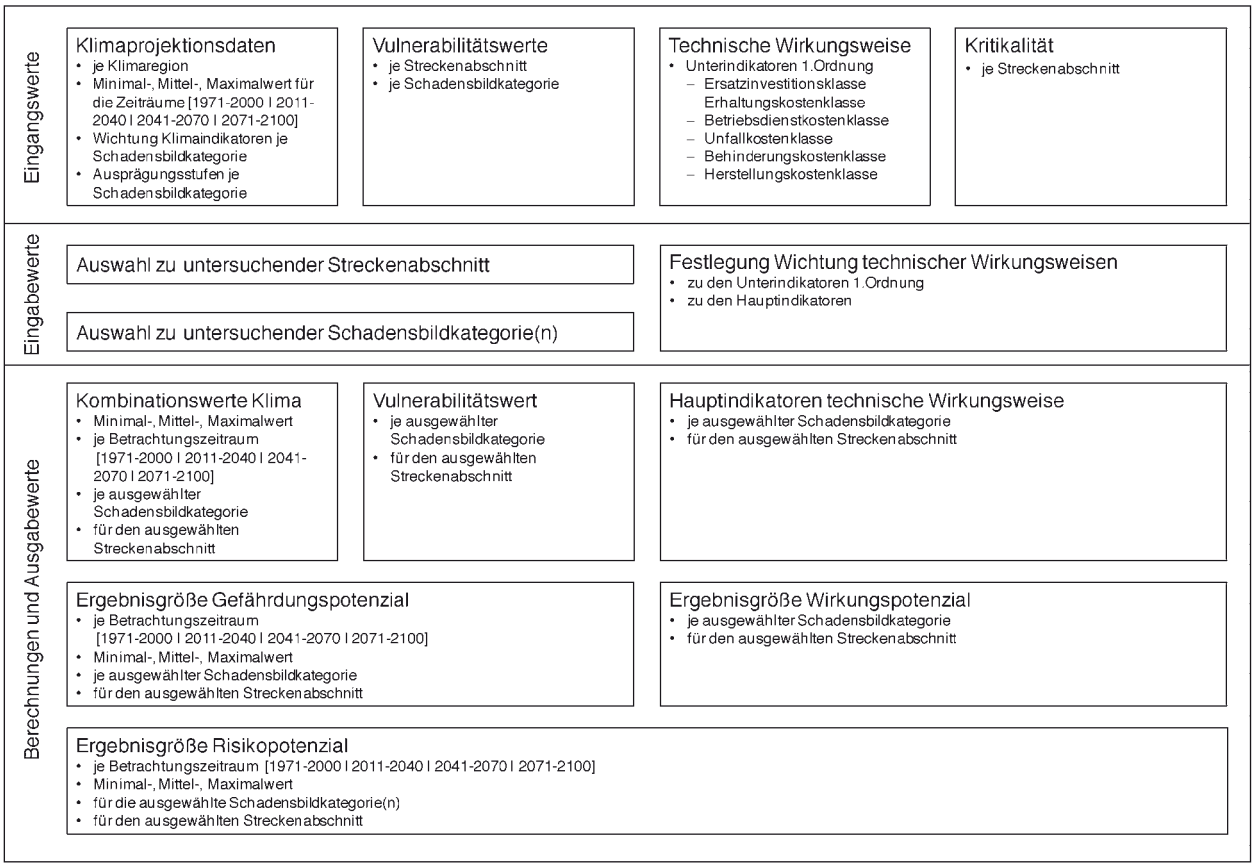


Bild 16: Aufbau und Grundstruktur des RIVA-Kernmoduls

6.2.1.3 Werte der fünf Wirkungsweisen

Die fünf Wirkungsweisen stellen die Hauptindikatoren zur Bestimmung des Wirkungspotenzials dar. Innerhalb des RIVA-Kernmoduls erfolgt unter Berücksichtigung der jeweiligen Wichtung der Unterindikatoren 1. Ordnung die Ermittlung der Werte der Hauptindikatoren:

- Ersatzinvestitionsaufwand,
- Erhaltungsaufwand,
- Betriebsdienstaufwand,
- Unfallkosten,
- Verkehrsbehinderungen.

Die im Grundmodul technische Wirkung bestimmten Werte der Unterindikatoren 1. Ordnung werden mit ihrer jeweiligen Wichtung multipliziert und zum jeweiligen Hauptindikator aufsummiert (siehe auch Kapitel 4.4.1.3). Die Wichtung der Unterindikatoren 1. Ordnung kann im Kernmodul variiert werden. Dies gilt auch für die Wichtung der Hauptindikatoren zur Bestimmung des Wirkungspotenzials.

6.2.2 Berechnung und Aggregation der Ergebnisgrößen

6.2.2.1 Gefährdungspotenzial

Das Gefährdungspotenzial wird über die Zusammenführung des Kombinationswertes Klima und des Vulnerabilitätswertes bestimmt (siehe Kapitel 4.4.2). Innerhalb des Kernmoduls wird der Kombinationswert Klima für den Beobachtungszeitraum als Mittelwert und für die Projektionszeiträume als Minimal-, Mittel- und Maximalwert gebildet. Dementsprechend wird das Gefährdungspotenzial für die Projektionszeiträume jeweils als Minimal-, Mittel- und Maximalwert pro Schadensbildkategorie bestimmt. Für die jeweils betrachtete Schadensbildkategorie werden somit zehn unterschiedliche Gefährdungspotenziale ermittelt. Durch die Ausweisung des Gefährdungspotenzials jeweils als Minimal-, Mittel- und Maximalwert können die Unsicherheiten durch Bandbreiten der Klimaprojektionen abgebildet werden.

Werden mehrere Schadensbildkategorien für die Analyse ausgewählt, so erfolgt die Aggregation der Einzelgefährdungspotenziale je Schadensbildkate-

gorie zu einem Gesamtgefährdungspotenzial durch die n-te Wurzel des Produktes der Einzelgefährdungspotenziale der betrachteten Schadensbildkategorien i bis n [(i = 1 bis n) siehe hierzu auch Kapitel 4.4.2]. Das Gesamtgefährdungspotenzial wird anschließend für die Ableitung des Risikopotenzials weiterverwendet.

Im Kernmodul ist zudem eine separate Darstellung des Gefährdungspotenzials möglich. Für die Darstellung mehrerer gleichzeitig betrachteter Schadensbildkategorien wird hierfür das Gesamtgefährdungspotenzial unter Berücksichtigung der Wichtung der Schadensbildkategorien (siehe Tabelle 2 auf Seite 44) gebildet.

Das bestimmte Gefährdungspotenzial kann Werte im Bereich von eins bis vier annehmen. Im Kernmodul ist zur separaten Darstellung eine Farbskala mit den in Bild 17 dargestellten Farbbereichen hinterlegt.

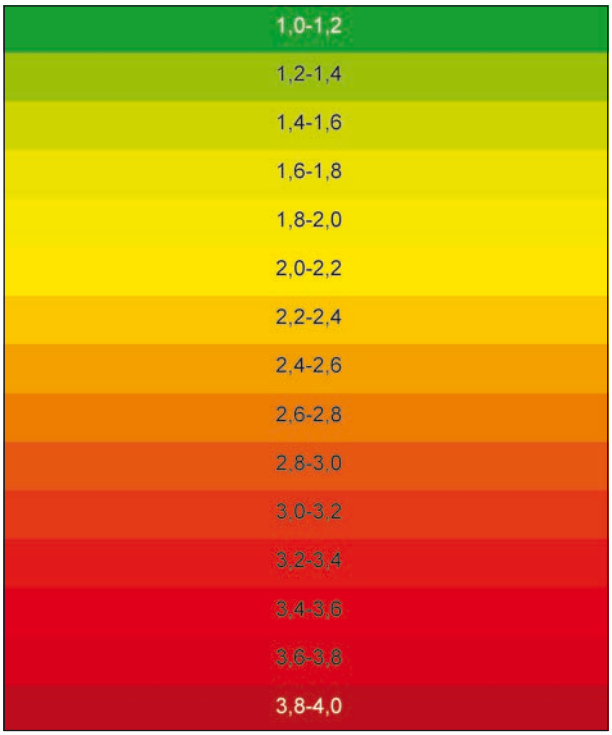


Bild 17: Wertebereiche und Farbskala zur grafischen Darstellung im Kernmodul

6.2.2.2 Wirkungspotenzial

Durch die Aggregation der Einzelwerte (Hauptindikatoren) der technischen Wirkung (siehe Kapitel 6.2.1.3) wird das Wirkungspotenzial bestimmt. Dabei wird die jeweilige Wichtung der Hauptindikatoren berücksichtigt (siehe Kapitel 4.4.3). Durch die Multiplikation der Wichtung mit den Werten der Hauptindikatoren und der anschließenden Aufsummierung der gewichteten Hauptindikatoren wird das Wirkungspotenzial ermittelt. Im Kernmodul ist eine Variation der Wichtung der Haupt- und Unterindikatoren 1. Ordnung für Sensitivitätsbetrachtungen möglich.

Werden gleichzeitig verschiedene Schadensbildkategorien in die Auswertung einbezogen, so erfolgt die Bildung des Wirkungspotenzials unter Berücksichtigung der jeweiligen Wichtung der betrachteten Schadensbildkategorie (siehe hierzu auch Kapitel 4.4.3).

Darüber hinaus kann im Kernmodul eine separate Darstellung der Wirkungsweisen aus Betreiber- und Nutzersicht erfolgen. Zur Ableitung des Wirkungspotenzials Betreiberkosten werden die Wirkungsweisen Ersatzinvestitionsaufwand, Erhaltungsaufwand und Betriebsdienstaufwand herangezogen und zur Ableitung des Wirkungspotenzials Nutzerkosten die Wirkungsweisen Unfallkosten und Verkehrsbehinderungen (siehe auch Kapitel 4.4.3).

Für die Darstellung des Wirkungspotenzials im Kernmodul wird die in Bild 17 dargestellte Farbskala verwendet.

6.2.2.3 Risikopotenzial

Das Risikopotenzial ist die zentrale Ergebnisgröße der RIVA-Bewertungsmethodik. Es leitet sich aus den aggregierten Ergebnisgrößen Gefährdungspotenzial und Wirkungspotenzial ab (siehe Kapitel 4.4.40).

Da das Gefährdungspotenzial im Beobachtungszeitraum als Mittelwert und in den Projektionszeiträumen jeweils als Minimal-, Mittel- und Maximalwert ausgewiesen wird, erfolgt die Ausweisung des Risikopotenzials im Kernmodul in gleicher Weise als Minimal-, Mittel- und Maximalwerte.

Für die Darstellung des Risikopotenzials im Kernmodul wird ebenfalls die in Bild 17 dargestellte Farbskala verwendet.

7 Beispielhafte Anwendung der RIVA-Methodik

7.1 Beschreibung der Untersuchungsstrecken und ihrer Klimaregionen

7.1.1 Bildung der Klimaregionen

Für die neun beispielhaften RIVA-Untersuchungsstrecken erfolgte zunächst die Identifikation von Messstationen, die in der Umgebung der Untersuchungsstrecken liegen. Das Design des Netzes von Messstationen folgt neben ökonomischen Aspekten auch den Grundsätzen der Repräsentativität für relativ große Areale. Zudem sollen spezielle Klimate, beispielsweise auf Höhenzügen, durch die Messungen abgebildet werden. Bezüglich der RIVA-Untersuchungsstrecken ergibt sich bei der Stationsauswahl daher die Problematik, dass in der unmittelbaren Umgebung der Verkehrswege nur sehr wenige Stationen liegen. Des Weiteren befinden sich die Stationen in unterschiedlichen Höhenlagen. Es müssen also, unter Beachtung der Datenverfügbarkeit, Stationen, die nicht aus der unmittelbaren Nähe der RIVA-Streckenabschnitte stammen, hinzugezogen werden, wobei es gilt, eine Balance zwischen Fokussierung und Repräsentativität zu finden. Die Lage von Klimastationen in Deutschland ist in Bild 18 ersichtlich.

Für das Flachland [Regionen 2, 3 (Nordteil), 5 und 8] ist die Zuordnung verhältnismäßig unproblematisch. Die Bedingungen sind dort relativ homogen, was sich aber auch in einer relativ geringen Stationsdichte widerspiegelt. Ausnahmen bilden die Ballungsräume wie Hamburg (Region 2) oder Berlin (Regionen 5 und 8), in denen, primär wegen der klimatologischen Stadt-Spezifika, mehrere Stationen installiert sind.

In den Mittelgebirgen sind in der Regel mehr Stationen vorhanden, aber die klimatische Vielfalt ist auch größer. Es sei ergänzt, dass in einigen Bundesländern mit Mittelgebirgsanteil das Messnetz generell nicht sehr dicht ist. De facto erfolgt die Definition einer RIVA-Region empirisch unter Beachtung der oben genannten Fokussierung/ Repräsentativität-Balance. Die Datenverfügbarkeit selbst ist für alle Regionen gut. Auch bezüglich Region 1, die an Frankreich grenzt, würden Stationen von der westlichen Rheinseite und den Vogesen das Bild nur wenig verändern, da die A 5

Nr.	Untersuchungsstrecke	Teilstrecken	Klimaregion
1	A5 Karlsruhe - Basel	A5: 46 AD Karlsruhe - A5: 70 BGR Weil am Rhein	1
2	A1/B207 Hamburg - Puttgarden	B207: 1 AS Fährhafen Puttgarden - A1: 36 AD Hamburg Süd	2
3	A3 Köln - Arnheim	A3: 1 BG Elten-Autobahn - A3: 28 AD Köln-Heumar	3
4	A4/A13/A17 Dresden mit 60 km Umkreis	A4: 74 AS Berbersdorf - A4: 86 AS Ohorn;	4
		A13: 18 AS Ortrand - A13: 23 AD Dresden -Nord;	
		A17: 1 AD Dresden-West - A17: BGR D/CZ Grenzübergang	
5	A13/A15 AD Spreewald mit 60 km Umkreis	A13: 6 AS Staakow - A13: 15 AS Klettwitz;	5
		A15: 1 AD Spreewald - A15: 4 AS Cottbus-West	
6	A71/A73 Erfurt -Bamberg	A71: 12 AK Erfurt - A71: 20 AD Suhl;	6 (mit 61 nördlich und 62 südlich des Rennsteiges)
		A73: 1 AD Suhl - A73: 21 AK Bamberg	
7	B9 Bonn - Wiesbaden	B9: Bonn Potsdamer Platz - B9/A60: 13 AS Bingen - Ost	7
8	A12 um Frankfurt (Oder)	A12: 5 AS Fürstenwalde-Ost - A12: 10 BGR Frankfurt (Oder)/Swiecke	8
9	B10 Stuttgart - Ulm	B10: Stuttgart, Kreuzung B10/B14 - B10: Ulm, Kreuzung B10/B19/B28	9 (mit 91 unterhalb und 92 oben auf der Hochebene)

Bild 18: Lage der Klimastationen in Deutschland und Untersuchungsstrecken

überwiegend in der Nähe des klimatisch prägenden Schwarzwalds verläuft und die Stationsdichte auf der deutschen Seite verhältnismäßig hoch ist.

Zur Grobübersicht der Klimazonen in Deutschland kann die Einteilung u. a. in Naturräume zu Rate gezogen werden. Die meisten RIVA-Regionen befinden sich in derselben Klimazone, d. h. das Klima in diesen ist hinreichend homogen. Ausnahmen sind die Regionen 6 (Thüringer Wald) und 9 (Schwäbische Alb), bei denen die Homogenität, z. B. durch Luv-Lee-Effekte geringer ist (siehe auch Bild 18).

7.1.2 Untersuchungsstrecke 1 – A 5 Karlsruhe bis Basel (Region 1)

Der zu untersuchende Abschnitt der A 5 verläuft im Rheintal (siehe Bild 18). Von Norden kommend steigt das Terrain allmählich von rund 120 m ü. NN bei Karlsruhe bis rund 240 m ü. NN bei Weil am Rhein (gegenüber von Basel) an.

Die Untersuchungsstrecke 1 besteht aus 27 Streckenabschnitten auf einer Gesamtlänge von ca. 190 km entlang der BAB A 5. Es ist somit die längste Untersuchungsstrecke im Rahmen der beispielhaften Anwendung der RIVA-Methodik. Laut den zur Verfügung gestellten Bestandsinformationen wurde der überwiegende Teil in Asphaltbauweise gefertigt. In diesem Abschnitt befindet sich eine Vielzahl kleinerer Ingenieurbauwerke (Brücken).

Beginnend im Ufgau (Karlsruhe) ist der nördliche Abschnitt charakterisiert durch eine komplexe Berandung. Auf der Ostseite befindet sich der Schwarzwald und auf der Westseite befindet sich zunächst der Lothringer Ausläufer des Pfälzer Waldes, etwas weiter südlich beginnen die Ausläufer der Vogesen. Zwischen beiden liegt bei etwa 48,75 °N ein Landschaftseinschnitt. Diese spezielle Höhenstruktur der Erdoberfläche (Orografie) verursacht ein komplexes Luftströmungssystem.

Im mittleren Abschnitt, etwa ab dem Hanauer Land (Offenburg) bis zum Breisgau (Freiburg i. Br.) ist das Rheintal eine Rinne mit breitem Talboden zwischen Schwarzwald und Vogesen.

Der südliche Abschnitt bis Basel ist erneut charakterisiert durch eine sehr komplexe Orografie. Auf der Westseite befindet sich der Hochschwarzwald. Im Rheintal selbst hat der Kaiserstuhl einen Einfluss auf das Luftströmungssystem. Auf der Westseite bilden zunächst die Vogesen die Berandung; ab etwa 47,75 °N beginnt sich das Tal zu weiten, auf französischer Seite liegt Mulhouse und auf schweizer Seite liegt Basel im deutlich flacheren Sundgau. Das Rheintal knickt stromauf bei Basel und Lörrach scharf nach Osten ab und verengt sich stark.

Im Einzugsbereich der Region 1 liegen 24 Klimastationen (siehe Bild 18) und 53 Niederschlagsstationen.

Im Verlauf der BAB A 5 im Rheintal wird eine Jahrestemperatur von rund 9 bis 11 °C registriert. Das Jahresmittel der Temperatur in den Hochschwarzwaldlagen ist mit rund 4 bis 6 °C besonders niedrig.

Die Niederschlagsverhältnisse der Region 1 zeigen im nördlichen BAB-A5-Abschnitt Mengen im Bereich von 800 bis 900 mm/Jahr. Im mittleren BAB-A5-Abschnitt treten verhältnismäßig geringere Jahresmengen von 700 bis 750 mm auf. Im südlichen Teil der Region 1 werden entlang der BAB A 5 erneut Jahresniederschlagsmengen zwischen 800 und 900 mm registriert. Es sei darauf hingewiesen, dass durch die Nähe des Schwarzwalds, wo deutlich über 1.000 mm/Jahr erreicht werden, durchaus erhöhte Abflussmengen auftreten können.

7.1.3 Untersuchungsstrecke 2 – A 1 Hamburg bis Puttgarden (Region 2)

Dieser Abschnitt der BAB A 1 verläuft in einer Region mit wenig orthografischer Konturierung. Vom Stormarn (nördlicher Hamburger Raum) führt sie am Rande des Lauenburger Landes nach Lübeck und dann durch das Wagrien nach Fehmarn.

Die Untersuchungsstrecke 2 besteht aus 38 Streckenabschnitten auf einer Gesamtlänge von ca. 153 km. Der überwiegende Teil dieser Untersuchungsstrecke ist entlang der BAB A 1 in Schleswig-Holstein und Hamburg. Ein kleiner Teil befindet sich auf der Bundesstraße B 207.

Die Auswertung der Bestandsdokumentationen zeigt, dass die Untersuchungsstrecke sowohl in Asphaltbauweise als auch in Betonbauweise gefertigt wurde, wobei der Anteil in Betonbauweise leicht überwiegt. In diesem Abschnitt befindet sich eine Vielzahl kleinerer Ingenieurbauwerke (Brücken) sowie ein kleiner Tunnel.

Prägender Faktor ist hier im Wesentlichen die Küste. Besonderes Augenmerk sollte diesbezüglich auf die Region nördlich von Lübeck gerichtet werden. Lokale Wettererscheinungen sind dort besonders stark von der Windrichtung abhängig.

Im Einzugsbereich der Region 2 liegen elf Klimastationen (siehe Bild 18) und 41 Niederschlagsstationen.

Auffällig in dieser Region ist die städtische Überwärmung des Ballungsraums Hamburg.

Die Niederschlagsverhältnisse weisen auf erhöhte Jahresmengen nördlich von Hamburg hin, die sich

bis in den Großraum Hamburg erstrecken (dort werden 750 bis 800 mm/Jahr erreicht). Ab Lübeck verläuft die BAB A 1 durch einen Bereich mit relativ geringen Jahresniederschlagsmengen (zwischen 550 und 650 mm).

7.1.4 Untersuchungsstrecke 3 – A 3 Köln bis Arnheim (Region 3)

In der Region 3 verläuft der BAB-A3-Abschnitt in Rhein-Nähe von der Kölner Bucht zum Angerland (Düsseldorf) und weiter durch das Niederrheinische Tiefland entlang des Ruhrgebiets und entlang der Münsterländer Tieflandsbucht in die südöstlichen Niederlande (Station an der Grenze von Nordrhein-Westfalen: Emmerich).

Die Untersuchungsstrecke 3 besteht aus 29 Streckenabschnitten auf einer Gesamtlänge von ca. 153 km entlang der BAB A 3. Die Untersuchungsstrecke ist überwiegend in Asphaltbauweise errichtet, nur einzelne Abschnitte in Betonbauweise. Auf der Strecke befindet sich eine Vielzahl kleinerer Ingenieurbauwerke (Brücken) sowie ein kleiner Tunnel.

Im südlichen Teil der Region ist die Orografie durch die Nähe zum Bergischen Land geprägt. Im weiteren Verlauf, ab etwa 51,25 °N ist die Höhengliederung der Landschaft in der Umgebung der BAB A 3 nur sehr gering.

Im Einzugsbereich der Region 3 liegen neun Klimastationen (siehe Bild 18) und 42 Niederschlagsstationen.

Entlang des Rheins wurde im Beobachtungszeitraum 1971-2000 eine Jahresmitteltemperatur von rund 9 bis 10 °C registriert. Wird der Temperaturbereich von 9 bis 11 °C gesondert betrachtet, so ist zunächst die städtische Überwärmung des Ballungsraums Köln sichtbar. Weiter in Richtung Niederlande nimmt die Mitteltemperatur graduell ab.

Bezüglich des Niederschlags ist anzumerken, dass im Abschnitt der BAB A 3 ein mittlerer Wertebereich von 700 bis 750 mm/Jahr gemessen wird. Allerdings verläuft der südliche Abschnitt im Einzugsbereich des Bergischen Lands, wo verbreitet Jahresniederschlagsmengen deutlich über 1.000 mm auftreten.

7.1.5 Untersuchungsstrecke – 4 A 4/A 13/A 17 Dresden mit 60 km Umkreis (Region 4)

Diese Region ist durch komplexe Orografie entlang der gewählten Strecken von BAB A 4, BAB A 13 und BAB A 17 charakterisiert.

In der Untersuchungsstrecke 4 werden ca. 69 km auf der BAB A 4, ca. 22 km auf der BAB A 13 und ca. 45 km auf der BAB A 17 betrachtet. Die Untersuchungsstrecke weist eine Gesamtlänge von ca. 136 km auf und besteht aus 28 Streckenabschnitten.

Die Auswertung der Bestandsdokumentation zeigt, dass der überwiegende Teil der Autobahnabschnitte in Betonbauweise gefertigt wurde. Auf dem Autobahnabschnitt der BAB A 17 mit einer Gesamtlänge von ca. 4,2 km befinden sich eine Vielzahl kleinerer Brückenbauwerke und fünf Tunnel. Längster Tunnel ist der zweiröhrige Tunnel Coschütz mit einer Länge von ca. 2,3 km.

Im Einzugsbereich der Region 4 liegen acht Klimastationen (siehe Bild 18) und 154 Niederschlagsstationen.

Der relevante Abschnitt der BAB A 4 verläuft von der Oberlausitz (Bautzen) über das Elbtal (Dresden) zum Erzgebirgsvorland und Vogtland (Chemnitz) in etwa parallel zum Erzgebirgskamm. Der Beginn liegt bei rund 200 m ü. NN. In den Ausläufern des Lausitzer Berglands steigt das Terrain auf rund 350 m ü. NN an. Der tiefste Punkt des Abschnitts wird bei der Elbeüberquerung in Dresden mit 120 m ü. NN erreicht. Danach steigt das Gelände in den Ausläufern des Osterzgebirges auf ein Niveau zwischen 280 und 320 m ü. NN an.

Der relevante Abschnitt der BAB A 13 verläuft vom Elbtal (Dresden) nördlich durch Niederschlesien und die Niederlausitz (Klettwitz) in Richtung Lausitzer Grenzwall. Nördlich von Dresden wird eine Höhe von 200 m ü. NN erreicht. Danach fällt das Terrain zur Lausitz hin kontinuierlich auf eine Höhenlage um 80 m ü. NN ab.

Der relevante Abschnitt der BAB A 17 verläuft von der Dresdener Heide in Richtung Osterzgebirge (Glashütte) und weiter zur Grenze mit Tschechien. Die BAB A 17 beginnt in Dresden-West auf einem Niveau von rund 300 m ü. NN, also rund 180 m über dem Niveau der Elbe. Danach führt sie in einer Höhe von rund 200 m ü. NN von Dresden-Süd nach Pirna und von dort innerhalb von 15 km in einen Höhenbereich um 600 m an der Grenze zu Tschechien.

Entlang der BAB A 4 werden Jahresmitteltemperatur in einem Bereich von rund 9 bis 10 °C für die Oberlausitz und das Elbtal erreicht. Zwischen Bautzen und Dresden liegt im Bereich des Lausitzer Berglands die Jahresmitteltemperatur ein Grad niedriger. Zwischen Dresden und Chemnitz durchquert die BAB A 4 das Erzgebirgsvorland in dem die Jahrestemperatur, ähnlich wie im Lausitzer Bergland, in einem Wertebereich zwischen 8 und 9 °C liegt. Im Vogtland liegen die Mittelwerte dann erneut leicht über 9 °C.

Die Niederschlagsverhältnisse entlang der BAB A 4 sind ebenfalls stark von der Orografie geprägt. Bautzen, Dresden und Chemnitz liegen jeweils in Bereichen mit einem mittleren Jahresniederschlag von 550 bis 650 mm. Im Bereich der beiden durchquerten Höhenzüge liegt der mittlere Jahresniederschlag in einer Größenordnung von 700 bis 850 mm.

Die BAB A 13 verläuft durch ein Terrain, in dem deutlich homogenere Klimaverhältnisse als in dem von der BAB A 4 durchzogenen Teil der Region 4 herrschen. Die Jahresmitteltemperatur des Beobachtungszeitraums 1971-2000 hat entlang des relevanten Teilstücks der BAB A 13 eine Größenordnung von 9 bis 10 °C.

In den Ausläufern des Lausitzer Berglands steigt der mittlere Jahresniederschlag auf 600 bis 650 mm/Jahr an. Mit zunehmender Annäherung an die Niederlausitz erreicht der Jahresniederschlag ein Niveau von 500 bis 550 mm.

Die BAB A 17 verläuft durch einen klimatisch besonders stark differenzierten Teil der Region 4. Hat die Jahresmitteltemperatur in Dresden noch einen Wert von 9 bis 10 °C, so führt die steigungs- und tunnelreiche Strecke im Osterzgebirge durch eine Teilregion, in der die Jahresmitteltemperatur verbreitet zwischen 5 und 7 °C liegt.

Auch der mittlere Jahresniederschlag des Beobachtungszeitraums 1971-2000 weist auf extreme Verhältnisse hin. Ein Wertebereich von 550 bis 600 mm/Jahr charakterisiert das Elbtal, während die Streckenführung im weiteren Verlauf Regionen durchquert, in denen 800 bis 900 mm Niederschlag im Jahr fallen.

7.1.6 Untersuchungsstrecke 5 – A 13/A 15 AD Spreewald mit 60 km Umkreis (Region 5)

Die Region 5 ist um das Autobahndreieck (AD) Spreewald zentriert (siehe Bild 18). Hier werden zwei Autobahnabschnitte betrachtet: (i) Nördlicher Teil der BAB A 13 vom AD Spreewald bis zum Kreuz Schönefeld und (ii) die BAB A 15 vom AD Spreewald nach Cottbus.

Die Gesamtlänge der Untersuchungsstrecke beträgt ca. 96 km. Der überwiegende Teil von ca. 65 km befindet sich auf den Abschnitten der BAB A 13. Insgesamt werden 12 Streckenabschnitte betrachtet.

Entsprechend den Bestandsdokumentationen wurde die Untersuchungsstrecke sowohl in Asphalt- als auch in Betonbauweise errichtet. Der Anteil der Asphaltbauweise überwiegt hier leicht. Innerhalb der Untersuchungstrecke sind vergleichsweise wenige Brückenbauwerke und keine Tunnel oder Tröge vorhanden.

Im Einzugsbereich der Region 5 liegen sieben Klimastationen (davon 4 im Berliner Raum, d. h. im Randbereich der Region) und 118 Niederschlagsstationen.

Sowohl das Höhen-Niveau als auch Höhenunterschiede entlang der Strecke sind gering. Das gesamte Niveau liegt um 40 m ü. NN.

Der Abschnitt der BAB A 13 verläuft vom AD Spreewald entlang des Unterspreewalds zu den Flächen des Teltow in den Berliner Raum. Der Abschnitt BAB A 15 verläuft vom AD Spreewald durch das Baruther Urstromtal, entlang der Niederlausitz im Süden und dem Oberspreewald im Norden.

Für den Beobachtungszeitraum 1971-2000 wird für die Region 5 ein Temperaturniveau um 9 °C ausgewiesen. Der Großraum Berlin ist gekennzeichnet durch eine städtische Überwärmung. Auch die Region um Cottbus weist leicht über der Umgebung liegende Mitteltemperaturwerte auf.

Entlang der zu untersuchenden Autobahnabschnitte wurde im Beobachtungszeitraum 1971-2000 eine jährliche Niederschlagsmenge um 550 mm/Jahr registriert. Dies bestätigt den aus der Klimatologie bekannten Charakter der Region als relativ trocken.

7.1.7 Untersuchungsstrecke 6 – A 71/A 73 Erfurt bis Bamberg (Region 6)

Die Region 6 liegt im Bereich der Querung des Thüringer Waldes durch die BAB A 71 vom Thüringer Becken (Erfurt) über Ilmenau bis zum Westrich-Becken (Schweinfurt) zwischen Spessart und Steigerwald. Sie ist durch eine komplexe Orografie mit dem Thüringer Becken im Norden, dem quer durch die Region verlaufendem Kamm des Thüringer Waldes sowie dem breiten, von Mittelgebirgen begrenzten Maintal im Süden charakterisiert.

Die Untersuchungsstrecke 6 hat eine Gesamtlänge von ca. 148 km auf den Autobahnen BAB A 71 (50 km) und BAB A 73 (98 km). Es werden hier 27 Streckenabschnitte untersucht.

Im Verlauf finden sich eine Vielzahl großer Brücken und Tunnel. Mit einer Gesamttunnellänge von über 13 km – wovon ca. 8 km auf den Rennsteigtunnel entfallen – beinhaltet diese Untersuchungsstrecke den größten Anteil an Tunnelbauwerken aller Untersuchungsstrecken.

Entsprechend der Bestandsdokumentation ist der überwiegende Teil der Untersuchungsstrecke in Asphaltbauweise errichtet worden und nur ein geringer Teil in Betonbauweise.

Im Einzugsbereich der Region 6 liegen 18 Klimastationen und 219 Niederschlagsstationen.

Der Höhenverlauf der BAB A 71 weist darauf hin, dass mehrere auch klimatisch unterschiedliche Regionen durchquert werden. Vom Thüringer Becken mit rund 170 m ü. NN geht es über das Stadtgebiet von Erfurt (rund 280 m ü. NN) in nahezu kontinuierlichem Anstieg zum Rennsteigtunnel in etwa 670 m ü. NN. Von dort fällt das Terrain im sogenannten Grabfeld relativ regelmäßig (mit einigen Taleinschnitten) bis nach Schweinfurt ab. Für die Untersuchung relevant ist der Abschnitt der BAB A 71 von der AS Erfurt-Nord bis zum AD Suhl.

Die A 73 beginnt südlich des Kamms des Thüringer Waldes in der Nähe von Suhl und verläuft durch das Coburger Land und entlang der Hassberge nach Bamberg. Der Höhenverlauf zeigt, dass zunächst ab einer Starthöhe von 500 m ü. NN mehrere Ausläufer des Thüringer Waldes überquert werden, bis bei Coburg das Tal der Itz (rund 320 m ü. NN) und im weiteren Verlauf das Maintal (rund 250 m ü. NN) erreicht ist.

Die mittlere Jahrestemperatur des Beobachtungszeitraums 1971-2000 gibt vor allem die Höhenabhängigkeit wieder. So sind im Mittel das Thüringer Becken und das Maintal mit 9 bis 10 °C relativ ähnlich. In den höheren Lagen des Thüringer Waldes (die Autobahn führt hinauf bis fast 700 m ü. NN) liegt dieses Mittel in einem Bereich von 4 bis 6 °C.

Auch bezüglich der Niederschlagsverhältnisse ist die Region 6 bemerkenswert. Während im Thüringer Becken verbreitet unter 500 mm pro Jahr im Beobachtungszeitraum 1971-2000 verzeichnet wurden, beträgt die mittlere jährliche Niederschlagsmenge im Thüringer Wald 1.000 bis 1.300 mm. Luv- und Lee-Effekte zeichnen sich in den mittleren Niederschlagsverhältnissen ebenfalls ab. Zum Maintal hin werden Niederschlagsmengen von 600 bis 700 mm/Jahr registriert, also ein höheres Niveau als auf der Nordostseite des Thüringer Waldes. Im Maintal selbst liegt dann die mittlere Jahresniederschlagsmenge bei 500 bis 600 mm.

Die BAB A 71 durchquert den gesamten dreigeteilten Raum, während die BAB A 73 im Einflussbereich südlich des Thüringer Waldes liegt. Beide Autobahnabschnitte im Thüringer Wald weisen zum Teil relativ steile Verläufe auf.

Folglich sind relativ starke unterschiedliche Klimaverhältnisse zu beiden Seiten der Bergkette feststellbar. Je nach Anströmung bilden sich Niederschlagsgebiete (und damit verbunden auch Gebiete relativ niedriger Temperatur) vornehmlich auf der einen oder der anderen Seite der Bergkette. Um dieser Inhomogenität gerecht zu werden, wurden für die Betrachtung der Untersuchungsstrecke 6 die zwei Klimaregionen 61 (nördlich des Rennsteiges) und 62 (südlich des Rennsteiges) gebildet.

7.1.8 Untersuchungsstrecke 7 – B 9 Bonn bis Wiesbaden (Region 7)

Auf der linken Rheinseite führt die Bundesstraße B 9 von der niederländischen Grenze bis zur Vorderpfalz. Die Region 7 (siehe Bild 18) umfasst dabei den Abschnitt zwischen Bonn und Mainz/Wiesbaden.

Die Untersuchungsstrecke 7 umfasst ausschließlich Abschnitte der Bundesstraße B 9 mit einer Gesamtlänge von ca. 138 km. Da das Netz der Bundesstraßen im Vergleich zum Netz der Autobahnen deutlich kleinteiliger ist und eine höhere

Anzahl von Knotenpunkten aufweist, ist die Anzahl der betrachteten Streckenabschnitte mit 62 vergleichsweise hoch. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass für 16 der 62 Streckabschnitte keinerlei Bestandsdaten vorliegen. Es handelt sich hierbei um Ortsdurchfahrten in der Baulastträgerschaft der Kommunen (Bonn und Koblenz). Diese Streckenabschnitte konnten im Rahmen der beispielhaften Anwendung der RIVA-Methodik daher nicht weiter untersucht werden.

Wie auf Bundesstraßen üblich wurden alle Abschnitte in Asphaltbauweise errichtet.

Die Strecke führt durch orografisch stark gegliedertes Terrain im z.T. engen Rheintal. Dies hat maßgeblichen Einfluss auf das Luftströmungssystem. Mehrere Täler von Flüssen, die in den Rhein münden, erhöhen die Komplexität weiter. Von Bonn, am Südrand der Kölner Bucht führt die B 9 zwischen Eifel und Westerwald in das Neuwieder Becken (Koblenz) und dann weiter zwischen Hunsrück und Taunus nach Rheinhessen (Mainz/Wiesbaden). Die Höhenlage der Straße selbst befindet sich im Bereich von 50 m ü. NN (Bonn) bis rund 90 m ü. NN (Mainz/Wiesbaden). Die begrenzenden Höhenzüge erreichen in Rheinnähe aber durchaus 300 bis 450 m Höhe.

Im Einzugsbereich der Region 7 liegen 16 Klimastationen und 71 Niederschlagsstationen.

Der Boden des Rheintals, in dem die B 9 verläuft, weist, wie die Kölner Bucht, das Neuwieder Becken und Rheinhessen Jahresmittelwerte von 9 bis 11 °C auf. Dem gegenüber werden in den umgebenden Höhenzügen Jahresmitteltemperaturwerte zwischen 6 und 8 °C registriert.

Die starke orografische Gliederung der Region zeigt sich auch deutlich beim Niederschlag. So fielen 1971-2000 im Rheintal und den benachbarten Flusstälern sowie weiteren relativ niedrig gelegenen Teilregionen (Kölner Bucht, Neuwieder Becken und Rheingau) im Mittel rund 600 mm pro Jahr. Im Kontrast wurden in unmittelbarer Nähe im Bereich der Mittelgebirge 800 mm/Jahr und mehr registriert.

7.1.9 Untersuchungsstrecke 8 – A 12 um Frankfurt (Oder) (Region 8)

Ähnlich der Region 5 ist die Region 8 durch wenig orografische Gliederung charakterisiert. Dort verläuft die BAB A 12 auf rund 40 m ü. NN durch das Berliner Urstromtal (Fürstenwalde) entlang der mit rund 70m ü. NN etwas höher gelegenen Flächen des Teltow, Barnim und des Lebuser Lands nach Frankfurt/Oder. Das Odertal selbst liegt auf einer Höhe von knapp 20 m ü. NN.

Mit einer Gesamtlänge von ca. 35 km ist die Untersuchungsstrecke 8 entlang der BAB A 12 die kürzeste Untersuchungsstrecke. Sie ist unterteilt in fünf Streckenabschnitte. Die Auswertung der Bestandsdokumentation zeigt, dass der überwiegende Teil in Betonbauweise gefertigt wurde. Aufgrund des relativ flachen Geländeverlaufs findet sich hier nur eine geringe Anzahl von Brückenbauwerken.

Im Einzugsbereich der Region 8 liegen 8 Klimastationen und 84 Niederschlagsstationen.

Thermisch ist die Region 8 bezüglich der mittleren Jahreswerte des Beobachtungszeitraums 1971-2000 durch einen relativ ausgeglichenen Temperaturbereich um 9 °C gekennzeichnet. Eine gesonderte Betrachtung des Werteintervalls 8 bis 10 °C weist die städtische Überwärmung des Großraums Berlin aus und zeigt zudem etwas deutlicher ein gegenüber der Umgebung leicht niedrigeres Temperaturniveau.

Bei den Jahresniederschlagsmengen überwiegen relativ niedrige Werte um 550 mm entlang der BAB A 12. Ein weiterer leichter Rückgang in den Jahresmengen wird zum Odertal hin registriert, wo zwischen 1971 und 2000 rund 500 mm/Jahr auftraten.

7.1.10 Untersuchungsstrecke 9 – B 10 Stuttgart bis Ulm (Region 9)

Die Region 9 beschreibt den Bereich der die Bundesstraße B 10. Die B 10 führt vom Saarland über das südliche Rheinland-Pfalz ostwärts. Bei Karlsruhe überquert sie den Rhein. Danach verläuft sie nach Stuttgart, durchquert den Pfinzgau und führt entlang der Fils über Göppingen nach Geislingen. Dort geht es mit einer Querung der Schwäbischen Alb ins Donautal nach Ulm. Die B 10 führt über die Donau nach Bayern bis nahe Augsburg. Die für die Untersuchung im Vorhaben relevante rund 100 km lange Teilstrecke liegt zwischen Stuttgart und Ulm.

Die Untersuchungsstrecke 9 entlang der Bundesstraße B 10 weist eine Gesamtlänge von ca. 84 km auf. Sie ist in 43 Streckenabschnitte unterteilt. Zwei

Streckenabschnitte befinden sich in der Baulastträgerschaft von Kommunen (Stuttgart und Ulm), sodass hier keine Bestandsdokumentationen vorlagen und eine Risikobetrachtung innerhalb der beispielhaften Anwendung der RIVA-Methodik nicht erfolgen konnte (vergleiche Untersuchungsstrecke 7).

Die Abschnitte der Bundesstraße wurden laut Bestandsdokumentation ausschließlich in Asphaltbauweise errichtet. In der Untersuchungsstrecke befinden sich eine Vielzahl kleinerer Brücken sowie ein Tunnel und ein Trog.

Die Region 9 ist sowohl durch einen beachtlichen Höhenunterschied (von rund 300 im Raum Stuttgart bis über 600 m auf der Schwäbischen Alb) als auch eine relativ steiles Streckenstück in der Umgebung von Geislingen vor der Alb-Überquerung gekennzeichnet. Östlich davon fällt das Profil auf das etwas unter 500 m hoch gelegene Donautal relativ wenig ab.

Im Einzugsbereich der Region 9 liegen 18 Klimastationen und 112 Niederschlagsstationen.

Ähnlich der Region 6 (Erfurt-Bamberg) führt der betrachtete Streckenabschnitt durch relativ unterschiedliche thermische Regionen. So liegt die Jahresmitteltemperatur in Stuttgart bei rund 11 °C und auf der Schwäbischen Alb bei 6 °C.

Auch bezüglich des Niederschlags ist der Einfluss der Orografie unverkennbar. In den Tallagen um Stuttgart und an der Donau liegt die jährliche Niederschlagshöhe unter 700 mm, während auf den umgebenden Höhenzügen und der Schwäbischen Alb Mengen deutlich über 1.000 mm registriert werden.

Es sind somit relativ starke unterschiedliche Klimaverhältnisse zwischen der Hochebene (Alb) und dem Tiefland feststellbar. Um dieser Inhomogenität gerecht zu werden, wurden für die Betrachtung der Untersuchungsstrecke 9 die zwei Klimaregionen 91 (Tiefland) und 92 (Hochebene) gebildet.

7.2 Anwendung am Beispiel der Untersuchungsstrecke 4 – A 4/A 13/A 17 Dresden mit 60 km Umkreis

Die Anwendung der entwickelten RIVA-Methodik wird im Folgenden anhand der Untersuchungsstrecke 4 für ausgewählte Schadensbildkategorien (SBK) beispielhaft dargestellt.

In die Anwendung einbezogen wurden folgende SBK hitze- und frostbedingter Schäden und Einschränkungen:[67]

- 01a – Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken,
- 01b – Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken,
- 03b – Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln (Portalbereich),
- 03c – Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln (Portalbereich),
- 04a – Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen,
- 04b Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen,
- 06a – Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen,
- 06b – Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen,
- 07a – Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen,
- 07b – Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen.

Die Betrachtung der SBK erfolgte sowohl einzeln als auch jeweils über alle hitzebedingten bzw. über alle frostbedingten SBK.

7.2.1 Gefährdungspotenziale

Grundlage der Ermittlung von Gefährdungspotenzialen (je SBK oder über mehrere SBK) ist die

[67] Eine Betrachtung von SBK der Trogbauwerke entfiel, da sich laut Bestandsdokumentation keine entsprechenden Bauwerke auf der Untersuchungsstrecke befinden.

Berechnung der Kombinationswerte Klima (je SBK und Betrachtungszeitraum) und der Vulnerabilitätswerte (je SBK – siehe u. a. Kapitel 4.4 und Kapitel 6.2.2.1).

7.2.1.1 Vulnerabilitätswerte

Für die Bestimmung der Vulnerabilitätswerte je SBK wurden die in Kapitel 5.3 dargestellten Vulnerabilitätsindikatoren bewertet.

In der Anlage 3 sind für die betrachteten Risikoelemente die wesentlichen zur Bewertung der Vulnerabilitätsindikatoren herangezogenen Bestandsinformationen dargestellt.

Dem in Kapitel 4.4.1.2 beschriebenen Vorgehen folgend werden die Bestandsinformationen hinsichtlich der Vulnerabilitätsindikatoren und anhand der festgelegten Ausprägungsstufen je Streckenabschnitt ausgewertet. Im Anschluss erfolgt je SBK und Streckenabschnitt die Berechnung eines Vulnerabilitätswertes.

Tabelle 60 zeigt die Vulnerabilitätswerte für die betrachteten SBK je Streckenabschnitt. Die hitze- und frostbedingten SBK der Brücken weisen die höchsten Vulnerabilitätswerte auf. Sie sind demnach tendenziell anfälliger als die temperaturbedingten SBK der anderen Risikoelemente. Abzulesen ist auch, dass für Asphaltfahrbahnen eine höhere Anfälligkeit ermittelt wird, als für Betonfahrbahnen.

Der Streckenabschnitt US 4 – 03/28 weist insgesamt die größte Anfälligkeit auf. Dies ist u. a. auf die höhere Schwerverkehrsbelastung und die Vorschädigungen durch Spurrinnen in diesem Streckenabschnitt zurückzuführen. Hier spiegelt sich wider, dass der Indikator DTV-SV (Schwerlastverkehrsstärke) einer der maßgebenden Indikatoren für die SBK der Brücken und Asphaltfahrbahnen ist (siehe Kapitel 5.3, Tabelle 4 und Tabelle 6 bzw. Tabelle 28 und Tabelle 30).

Mit Ausnahme des Indikators „Lage des Bauwerks“ werden für die frostbedingten und hitzebedingten SBK der Brücken die gleichen Vulnerabilitätsindikatoren in jeweils gleicher Wichtung und Ausprägung verwendet (siehe Tabelle 4 und Tabelle 6). Da derzeit keine auswertbaren Bestandsdaten zu Lage der Bauwerke vorliegen, kann dieser Indikator nicht in die Bewertung der Vulnerabilität einfließen (siehe hierzu Kapitel 6.1.2).[68] Aus diesem Grund sind die Vulnerabilitätswerte für die frost-

Streckenabschnitt	01a	01b	03b	03c	04a	04b	06a	06b	07a	07b
US4-01/28	2,47	2,47	-	-	-	-	-	-	1,73	1,73
US4-02/28	2,62	2,62	-	-	2,00	2,00	1,77	2,01	-	-
US4-03/28	2,44	2,44	-	-	-	-	2,47	2,66	2,01	2,01
US4-04/28	2,36	2,36	-	-	1,70	1,70	-	-	2,11	2,11
US4-05/28	2,40	2,40	-	-	-	-	-	-	2,08	2,08
US4-06/28	2,47	2,47	-	-	-	-	-	-	1,84	1,84
US4-07/28	2,54	2,54	-	-	1,71	1,71	-	-	1,76	1,76
US4-08/28	2,46	2,46	-	-	-	-	-	-	1,77	1,77
US4-09/28	2,39	2,39	-	-	1,80	1,80	2,00	2,12	1,90	1,90
US4-10/28	2,41	2,41	-	-	-	-	2,15	2,21	-	-
US4-11/28	2,35	2,35	-	-	1,70	1,70	1,78	2,04	-	-
US4-12/28	2,35	2,35	-	-	-	-	1,77	1,90	-	-
US4-13/28	2,37	2,37	-	-	2,00	2,00	1,74	1,91	-	-
US4-14/28	2,40	2,40	-	-	-	-	1,80	1,90	-	-
US4-15/28	2,48	2,48	-	-	-	-	1,87	2,23	-	-
US4-16/28	2,31	2,31	-	-	-	-	-	-	2,03	2,03
US4-17/28	2,12	2,12	-	-	-	-	1,74	1,91	-	-
US4-18/28	2,11	2,11	-	-	-	-	1,87	2,01	-	-
US4-19/28	-	-	-	-	-	-	1,89	1,98	-	-
US4-20/28	2,09	2,09	-	-	-	-	2,08	2,13	1,57	1,57
US4-21/28	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	1,47
US4-22/28	2,20	2,20	2,06	2,06	-	-	1,92	1,83	1,46	1,46
US4-23/28	1,99	1,99	-	-	-	-	2,20	1,84	1,46	1,46
US4-24/28	2,03	2,03	-	-	-	-	2,18	1,83	1,46	1,46
US4-25/28	1,97	1,97	1,30	1,30	-	-	1,93	1,83	1,45	1,45
US4-26/28	2,02	2,02	-	-	-	-	2,12	1,86	1,47	1,47
US4-27/28	1,70	1,70	-	-	1,30	1,30	1,82	1,79	1,47	1,47
US4-28/28	1,77	1,77	2,00	2,00	-	-	1,88	1,78	1,61	1,61

Tab. 60: Zusammenfassung Vulnerabilitätsindikatoren der Untersuchungsstrecke 4

bedingten und hitzebedingten SBK der Brücken in dieser Beispielanwendung gleich groß (siehe Tabelle 60).

Für Tunnel und Stützbauwerke werden aufgrund der identischen Indikatorensets für frostbedingte und hitzebedingte SBK ebenfalls gleiche Vulnerabilitätswerte ausgewiesen.

7.2.1.2 Kombinationswerte Klima

Die Kombinationswerte Klima werden je SBK und Betrachtungszeitraum nach dem in Kapitel 4.4.1.1 beschriebenen Vorgehen bestimmt.

Je Klimaindikator wird für den Beobachtungszeitraum (1971-2000) der Mittelwert herangezogen. Für die Projektionszeiträume fließen aus den Projektionsdaten hingegen jeweils ein Minimalwert, ein Mittelwert und ein Maximalwert in die Bewertung ein (siehe Kapitel 4.4.1.1 und Kapitel 5.1.2 ff.). Der

[68] Die in Kapitel 5.3.1 festgelegte Wichtung für den Indikator „Lage/Ausrichtung“ wird entsprechend der jeweiligen Wichtung auf die verbleibenden Indikatoren verteilt.

Zeitraum	01a	01b	03b	03c	04a	04b	06a	06b	07a	07b
1971-2000	Nicht bestimmt									
2011-2040	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,2	3,1	1,3	2,3
2041-2070	1,6	1,3	1,8	1,4	1,8	1,4	1,5	2,7	1,5	1,9
2071-2100	2,1	1,6	2,4	1,4	2,4	1,4	1,7	1,9	1,8	1,5

Tab. 61: Zusammenfassung Kombinationswerte Klima der Untersuchungsstrecke 4 (jeweils Minimalwerte)

Zeitraum	01a	01b	03b	03c	04a	04b	06a	06b	07a	07b
1971-2000	1,7	1,5	1,8	1,6	1,8	1,6	1,4	3,6	1,4	3,3
2011-2040	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,3	3,6	1,3	3,3
2041-2070	2,0	1,3	2,2	1,4	2,2	1,4	2,0	3,1	1,9	2,6
2071-2100	2,3	1,3	2,4	1,0	2,4	1,0	2,2	2,3	2,2	1,7

Tab. 62: Zusammenfassung Kombinationswerte Klima der Untersuchungsstrecke 4 (jeweils Mittelwerte)

Zeitraum	01a	01b	03b	03c	04a	04b	06a	06b	07a	07b
1971-2000	Nicht bestimmt									
2011-2040	2,4	1,8	2,6	1,6	2,6	1,6	1,7	3,6	1,5	3,7
2041-2070	2,6	1,3	2,8	1,4	2,8	1,4	2,7	3,1	2,7	3,1
2071-2100	3,4	1,3	3,2	1,0	3,2	1,0	3,2	2,7	3,2	2,4

Tab. 63: Zusammenfassung Kombinationswerte Klima der Untersuchungsstrecke 4 (jeweils Maximalwerte)

Kombinationswert Klima kann für die Betrachtungsperioden folglich sowohl über die Minimal-, Maximal- oder Mittelwerte berechnet werden.

Die gesamte Untersuchungsstrecke 4 liegt in nur einer Klimaregion, sodass die Kombinationswerte Klima in allen 28 Streckenabschnitten für den jeweiligen Betrachtungszeitraum und die jeweilige SBK gleich sind. Die Tabelle 61 bis Tabelle 63 zeigen die Kombinationswerte für den Beobachtungszeitraum und die drei Projektionszeiträume. Es ist erkennbar, dass die Kombinationswerte Klima für die hitzebedingten SBK über die Betrachtungszeiträume zunehmend und für die frostbedingten SBK abnehmend sind.

Ohne Berücksichtigung der Vulnerabilitätswerte resultiert damit allein aus der Dimension Klima eine zukünftige Zunahme der Gefährdung für die hitzebedingten SBK und eine eher abnehmende Tendenz für die frostbedingten SBK.

7.2.1.3 Gefährdungspotenziale

Aus der Zusammenführung von Vulnerabilitätswert und Kombinationswert Klima (jeweils für die vier Betrachtungszeiträume) wird das Gefährdungspotenzial je Streckenabschnitt und SBK bzw. Gruppe von SBK für die vier Betrachtungszeiträume bestimmt (siehe hierzu Kapitel 4.4.2).

	Gesamtgefährdungspotenzial 1971-2000			Gesamtgefährdungspotenzial 2071-2100		
Streckenabschnitt	Hitzebedingt	Frostbedingt	Temperaturbedingt	Hitzebedingt	Frostbedingt	Temperaturbedingt
US4-01/28	1,79	2,14	1,96	2,16	1,75	1,94
US4-02/28	1,85	2,12	1,98	2,20	1,77	1,97
US4-03/28	1,85	2,47	2,14	2,26	2,00	2,13
US4-04/28	1,82	2,02	1,91	2,16	1,63	1,88
US4-05/28	1,86	2,23	2,03	2,24	1,82	2,02
US4-06/28	1,81	2,18	1,99	2,19	1,78	1,98
US4-07/28	1,79	1,98	1,88	2,13	1,60	1,85
US4-08/28	1,79	2,15	1,97	2,17	1,76	1,95
US4-09/28	1,77	2,17	1,96	2,14	1,75	1,93
US4-10/28	1,88	2,31	2,08	2,26	1,99	2,12
US4-11/28	1,77	2,03	1,89	2,10	1,70	1,89
US4-12/28	1,78	2,21	1,98	2,14	1,90	2,02
US4-13/28	1,81	2,06	1,93	2,15	1,73	1,93
US4-14/28	1,79	2,22	1,99	2,16	1,91	2,03
US4-15/28	1,82	2,33	2,06	2,20	2,00	2,10
US4-16/28	1,83	2,20	2,00	2,21	1,80	1,99
US4-17/28	1,72	2,15	1,92	2,08	1,85	1,96
US4-18/28	1,75	2,18	1,95	2,11	1,88	1,99
US4-19/28	1,63	2,65	2,08	2,04	2,11	2,07
US4-20/28	1,68	2,23	1,94	2,06	1,81	1,93
US4-21/28	1,43	2,20	1,78	1,80	1,58	1,68
US4-22/28	1,72	2,07	1,89	2,07	1,67	1,86
US4-23/28	1,67	2,13	1,88	2,04	1,73	1,88
US4-24/28	1,67	2,14	1,89	2,04	1,73	1,88
US4-25/28	1,60	1,93	1,76	1,93	1,55	1,73
US4-26/28	1,66	2,14	1,89	2,03	1,74	1,88
US4-27/28	1,56	1,89	1,72	1,88	1,52	1,69
US4-28/28	1,68	2,03	1,85	2,03	1,63	1,82

Tab. 64: Übersicht Gesamtgefährdungspotenziale (hitze- und frostbedingter Schadensbildkategorien) der Untersuchungsstrecke 4 im Vergleich der Zeiträume 1971-2000 und 2071-2100

Tabelle 65 zeigt exemplarisch die Gefährdungspotenziale für den Beobachtungszeitraum 1971-2000 und den Projektionszeitraum 2071-2100. Im Vergleich wird deutlich, dass die Gefährdungspotenziale im Zeitraum 2071-2100 für hitzebedingte SBK höher und für frostbedingte SBK geringer ausfallen als im Beobachtungszeitraum.

Aus den Ergebnissen in Tabelle 65 geht außerdem hervor, dass die Veränderung der Gefährdungspotenziale für die verschiedenen Risikoelemente unterschiedlich stark ausfallen. So sind bei den SBK der Fahrbahnen die Veränderungen stärker als bei den SBK der Ingenieurbauwerke.

Während bspw. an Brücken das Gefährdungspotenzial für frostbedingte Schäden und Einschränkungen nur leicht abnimmt, ist für die SBK der

	Gefährdungspotenzial 1971-2000										Gefährdungspotenzial 2071-2100									
Streckenabschnitt	01a	01b	03b	03c	04a	04b	06a	06b	07a	07b	01a	01b	03b	03c	04a	04b	06a	06b	07a	07b
US4-01/28	2,05	1,92	-	-	-	-	-	-	1,56	2,39	2,38	1,79	-	-	-	-	-	-	1,95	1,72
US4-02/28	2,11	1,98	-	-	1,90	1,79	1,57	2,67	-	-	2,46	1,85	-	-	2,19	1,41	1,97	2,12	-	-
US4-03/28	2,04	1,91	-	-	-	-	1,86	3,07	1,68	2,58	2,37	1,78	-	-	-	-	2,33	2,44	2,10	1,85
US4-04/28	2,00	1,88	-	-	1,75	1,65	-	-	1,72	2,64	2,33	1,75	-	-	2,02	1,30	-	-	2,15	1,89
US4-05/28	2,02	1,90	-	-	-	-	-	-	1,71	2,62	2,35	1,77	-	-	-	-	-	-	2,14	1,88
US4-06/28	2,05	1,93	-	-	-	-	-	-	1,61	2,47	2,38	1,79	-	-	-	-	-	-	2,01	1,77
US4-07/28	2,08	1,95	-	-	1,75	1,65	-	-	1,57	2,41	2,42	1,82	-	-	2,02	1,31	-	-	1,97	1,73
US4-08/28	2,04	1,92	-	-	-	-	-	-	1,57	2,42	2,38	1,79	-	-	-	-	-	-	1,97	1,73
US4-09/28	2,02	1,89	-	-	1,80	1,69	1,68	2,75	1,63	2,51	2,35	1,76	-	-	2,08	1,34	2,10	2,19	2,05	1,80
US4-10/28	2,03	1,90	-	-	-	-	1,74	2,80	-	-	2,36	1,77	-	-	-	-	2,18	2,23	-	-
US4-11/28	2,00	1,88	-	-	1,75	1,65	1,58	2,69	-	-	2,32	1,75	-	-	2,02	1,30	1,98	2,14	-	-
US4-12/28	2,00	1,88	-	-	-	-	1,58	2,60	-	-	2,33	1,75	-	-	-	-	1,98	2,07	-	-
US4-13/28	2,01	1,88	-	-	1,90	1,79	1,56	2,60	-	-	2,33	1,75	-	-	2,19	1,41	1,96	2,07	-	-
US4-14/28	2,02	1,90	-	-	-	-	1,59	2,59	-	-	2,35	1,76	-	-	-	-	1,99	2,07	-	-
US4-15/28	2,05	1,93	-	-	-	-	1,62	2,81	-	-	2,39	1,79	-	-	-	-	2,03	2,24	-	-
US4-16/28	1,98	1,86	-	-	-	-	-	-	1,69	2,59	2,31	1,73	-	-	-	-	-	-	2,11	1,86
US4-17/28	1,90	1,78	-	-	-	-	1,56	2,60	-	-	2,21	1,66	-	-	-	-	1,95	2,07	-	-
US4-18/28	1,89	1,78	-	-	-	-	1,62	2,67	-	-	2,20	1,65	-	-	-	-	2,03	2,13	-	-
US4-19/28	-	-	-	-	-	-	1,63	2,65	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	2,11	-	-
US4-20/28	1,88	1,77	-	-	-	-	1,71	2,75	1,48	2,28	2,19	1,65	-	-	-	-	2,14	2,19	1,86	1,63
US4-21/28	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	1,58
US4-22/28	1,94	1,82	1,93	1,82	-	-	1,64	2,55	1,43	2,19	2,25	1,69	2,23	1,44	-	-	2,06	2,03	1,79	1,57
US4-23/28	1,84	1,73	-	-	-	-	1,76	2,56	1,43	2,19	2,14	1,61	-	-	-	-	2,20	2,04	1,79	1,57
US4-24/28	1,86	1,74	-	-	-	-	1,75	2,55	1,43	2,19	2,16	1,62	-	-	-	-	2,19	2,03	1,79	1,57
US4-25/28	1,83	1,72	1,53	1,44	-	-	1,64	2,55	1,42	2,19	2,13	1,60	1,77	1,14	-	-	2,06	2,03	1,79	1,57
US4-26/28	1,85	1,74	-	-	-	-	1,72	2,57	1,44	2,20	2,15	1,62	-	-	-	-	2,16	2,04	1,80	1,58
US4-27/28	1,70	1,60	-	-	1,53	1,44	1,60	2,52	1,43	2,20	1,98	1,49	-	-	1,77	1,14	2,00	2,00	1,80	1,58
US4-28/28	1,74	1,63	1,90	1,79	-	-	1,62	2,51	1,50	2,31	2,02	1,52	2,19	1,41	-	-	2,03	2,00	1,88	1,66

Tab. 65: Gefährdungspotenziale der SBK im Vergleich Beobachtungszeitraum (1971-2000) und Projektionszeitraum (2071-2100) für die Untersuchungsstrecke 4

Fahrbahn eine deutliche Verringerung des Gefährdungspotenzials im Projektionszeitraum 2071-2100 gegenüber 1971-2000 erkennbar. Dies ist im Wesentlichen auf die unterschiedliche Entwicklung der jeweiligen Kombinationswerte Klima (siehe Tabelle 62) zurückzuführen. Denn der Kombinationswert Klima der SBK 01b „Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken“ verändert sich deutlich geringer als bei den entsprechenden SBK der Fahrbahn.

Die zukünftigen Veränderungen des Gefährdungspotenzials der hitzebedingten SBK für Brücken und für Fahrbahn sind mit einer durchschnittlichen Zunahme von 0,3-0,4 hingegen in etwa gleich.

Bild 19 stellt die ermittelten Gefährdungspotenziale für das Beispiel der SBK 07b „Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen“ für den Beobachtungszeitraum über farbliche Abstufungen grafisch in einer Karte dar. Eine solche Visualisierung erleichtert dem Anwender der entwickelten Risikobewertungsmethodik das Verständnis der Bewertungsergebnisse. Denn durch die räumliche Zuordnung der abstrakten Zahlenwerte zu den jeweiligen Streckenabschnitten und die Verwendung einer Farbcodierung werden Bereiche, die besonderer Aufmerksamkeit bedürfen, schnell erkennbar. Eine auf das Pilotwerkzeug basierende zukünftige Anwenderlösung sollte eine solche Visualisierung der Ergebnisse ermöglichen.

Gefährdungspotenziale wurden jedoch nicht nur je SBK, sondern auch als Gesamtwert für Gruppen von SBK ermittelt (zum Vorgehen siehe Kapitel 4.4.2). Tabelle 64 zeigt die Ergebnisse für die Streckenabschnitte der Untersuchungsstrecke 4 jeweils für die Gruppe aller hitzebedingten SBK, aller frostbedingten SBK und für die Gruppe aller temperaturbedingten SBK.

Bei der getrennten Bestimmung von Gesamtgefährdungspotenzialen für hitzebedingte SBK einerseits und frostbedingte SBK andererseits sind zukünftige Veränderungen des Gefährdungspotenzials jeweils deutlich erkennbar. Das Gefährdungspotenzial aus hohen Temperaturen ist insgesamt zunehmend und für tiefe Temperaturen eher abnehmend (siehe Tabelle 64).

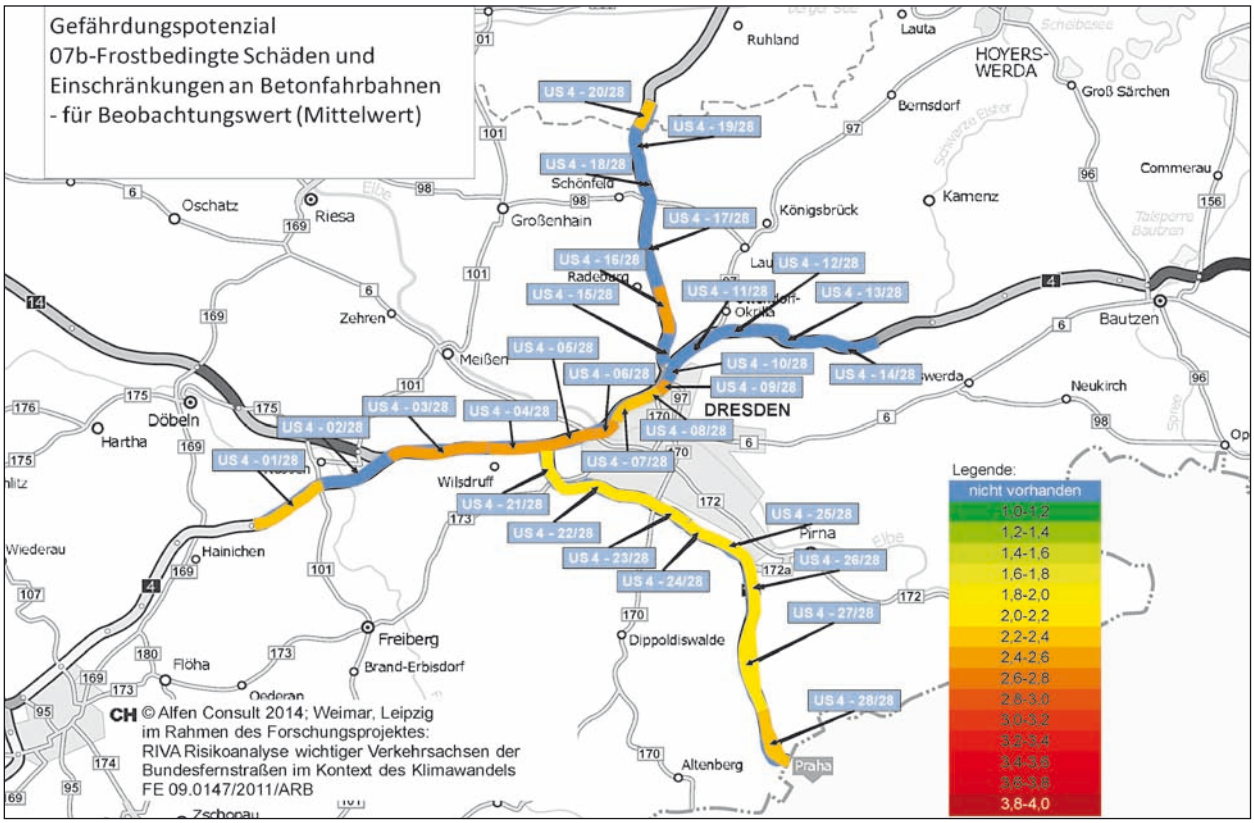


Bild 19: Grafische Darstellung – Gefährdungspotenzial für Schadensbildkategorie 07b Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen für den Beobachtungszeitraum 1971-2000

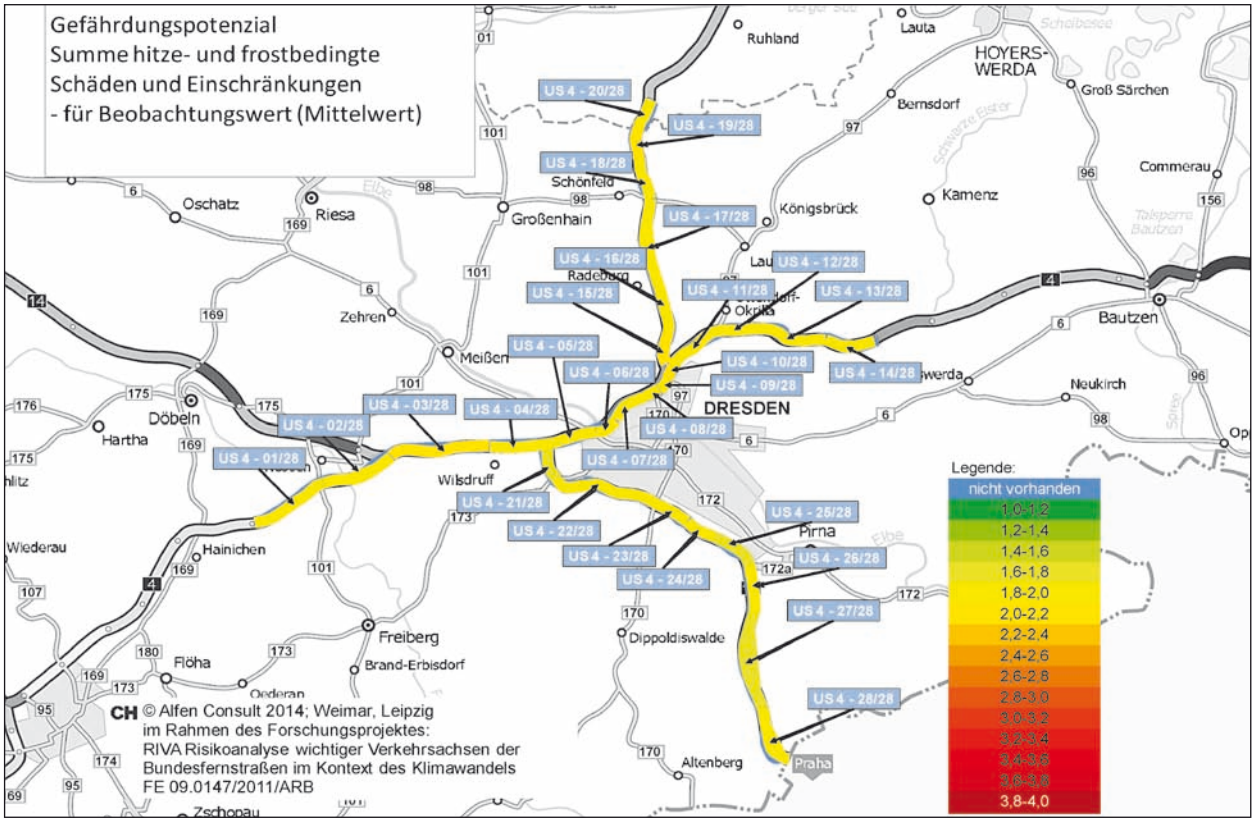


Bild 20: Grafische Darstellung – Gefährdungspotenzial für die Summe hitzebedingter und frostbedingter SBK für den Beobachtungszeitraum 1971-2000

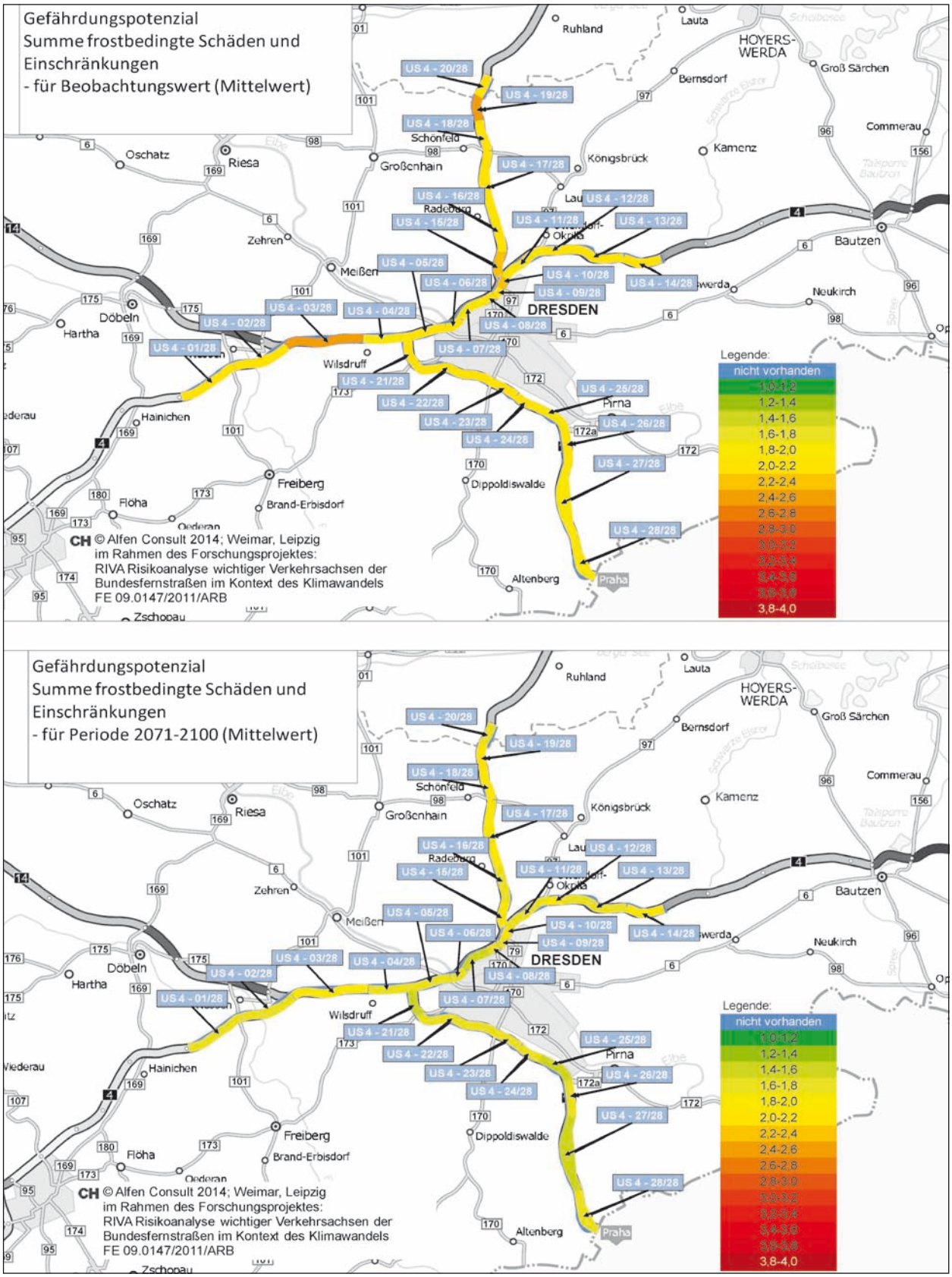


Bild 21: Grafische Darstellung – Gefährdungspotenzial frostbedingter Schäden und Einschränkungen für den Beobachtungszeitraum 1971-2000 und den Projektzeitraum 2071-2100

Für die Zusammenfassung hitzebedingter und frostbedingter SBK zu einer Gruppe für alle temperaturbedingten SBK fallen die Veränderungen zwischen den beiden dargestellten Zeiträumen 1971-2000 und 2071-2100 hingegen nur sehr gering aus. Bild 20 zeigt die Ergebnisse grafisch in der Karte.

Bei der Ermittlung eines Gefährdungspotenzials für eine Gruppe von SBK ist folglich zu berücksichtigen, dass die gleichen Klimaentwicklungen für manche SBK gefährdungserhöhend, für andere wiederum gefährdungsverringernd sein können. Solche sich ggf. gegenseitig ausgleichenden Tendenzen sind für den Anwender anhand des Wertes des Gesamtgefährdungspotenzials für eine Gruppe von SBK nicht erkennbar. In Tabelle 64 und Bild 20 wird dieser Effekt anhand der Ergebnisse für die gemeinsame Betrachtung von hitze- und frostbedingten SBK für die Untersuchungsstrecke 4 deutlich.

7.2.2 Wirkungspotenziale

Die Werte für die Hauptindikatoren des Wirkungspotenzials wurden je Streckenabschnitt und SBK nach dem in Kapitel 4.4.3 beschriebenen Vorgehen bestimmt. Aus den Werten der Hauptindikatoren wurde unter Berücksichtigung der jeweiligen Indikatorenwichtung das Wirkungspotenzial bestimmt.

Die Ausweisung des Wirkungspotenzials kann zudem getrennt für Betreiber- und Nutzerkosten erfolgen. In das Wirkungspotenzial Betreiberkosten fließen nur die Werte für Ersatzinvestitionsaufwand, Erhaltungsaufwand und Betriebsdienstaufwand ein. Das Wirkungspotenzial Nutzerkosten wird aus den Indikatorwerten Unfallkosten und Verkehrsbehinderungen (siehe hierzu Kapitel 4.4.3) bestimmt.

In Tabelle 66 sind die Wirkungspotenziale für die hier betrachteten hitze- und frostbedingten SBK der Streckenabschnitte auf Untersuchungsstrecke 4 dargestellt.

Es wird erkennbar, dass die Wirkungspotenziale für die SBK der Asphalt- und Betonfahrbahnen gegenüber denen der SBK der Ingenieurbauwerke höher sind. Dies begründet sich im Wesentlichen durch die höheren Indikatorwerte für Unfallkosten bei den SBK der Fahrbahnen, die wiederum aus den höheren Bewertungen der Unterindikatoren Unfallhäufigkeit und Unfallintensität resultieren. Hier spiegelt sich also wider, dass temperaturbedingte

Streckenabschnitt	01a	01b	03b	03c	04a	04b	06a	06b	07a	07b	hitze-bedingte	frost-bedingte	Tempe-raturbe-dingt
US4-01/28	2,04	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,45	2,31	2,29	2,20	2,25
US4-02/28	1,94	1,94	0,00	0,00	1,81	1,81	2,38	2,38	0,00	0,00	2,12	2,12	2,12
US4-03/28	2,18	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	2,62	2,62	2,58	2,44	2,50	2,45	2,47
US4-04/28	2,25	2,25	0,00	0,00	2,12	2,12	0,00	0,00	2,66	2,52	2,41	2,34	2,38
US4-05/28	2,19	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	2,46	2,44	2,35	2,40
US4-06/28	2,21	2,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,61	2,48	2,46	2,37	2,42
US4-07/28	2,08	2,08	0,00	0,00	1,95	1,95	0,00	0,00	2,49	2,35	2,24	2,17	2,21
US4-08/28	2,18	2,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	2,45	2,43	2,34	2,38
US4-09/28	2,21	2,21	0,00	0,00	2,08	2,08	2,65	2,65	2,61	2,48	2,46	2,41	2,44
US4-10/28	2,20	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	2,65	2,65	0,00	0,00	2,48	2,48	2,48
US4-11/28	2,05	2,05	0,00	0,00	1,91	1,91	2,49	2,49	0,00	0,00	2,22	2,22	2,22
US4-12/28	1,98	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	2,43	2,43	0,00	0,00	2,26	2,26	2,26
US4-13/28	1,94	1,94	0,00	0,00	1,81	1,81	2,39	2,39	0,00	0,00	2,12	2,12	2,12
US4-14/28	1,96	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	2,41	2,41	0,00	0,00	2,24	2,24	2,24
US4-15/28	1,94	1,94	0,00	0,00	0,00	0,00	2,38	2,38	0,00	0,00	2,21	2,21	2,21
US4-16/28	1,93	1,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33	2,20	2,18	2,09	2,13
US4-17/28	1,91	1,91	0,00	0,00	0,00	0,00	2,36	2,36	0,00	0,00	2,19	2,19	2,19
US4-18/28	1,89	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33	2,33	0,00	0,00	2,16	2,16	2,16
US4-19/28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,35	2,35	0,00	0,00	2,35	2,35	2,35
US4-20/28	1,94	1,94	0,00	0,00	0,00	0,00	2,38	2,38	2,34	2,21	2,26	2,21	2,24
US4-21/28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40	2,26	2,40	2,26	2,33
US4-22/28	2,08	2,08	1,49	1,49	0,00	0,00	2,52	2,52	2,48	2,35	2,32	2,27	2,30
US4-23/28	2,05	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	2,50	2,46	2,32	2,38	2,33	2,35
US4-24/28	1,98	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	2,42	2,38	2,24	2,30	2,25	2,27
US4-25/28	1,97	1,97	1,38	1,38	0,00	0,00	2,41	2,41	2,37	2,24	2,21	2,16	2,19
US4-26/28	1,91	1,91	0,00	0,00	0,00	0,00	2,35	2,35	2,31	2,18	2,23	2,18	2,21
US4-27/28	1,88	1,88	0,00	0,00	1,74	1,74	2,32	2,32	2,28	2,15	2,13	2,08	2,11
US4-28/28	1,87	1,87	1,29	1,29	0,00	0,00	2,32	2,32	2,27	2,14	2,11	2,07	2,09

Tab. 66: Übersicht Wirkungspotenziale (hitze- und frostbedingter Schadensbildkategorien) der Untersuchungsstrecke 4

	Wirkungspotenzial - Betreiberkosten										Wirkungspotenzial - Nutzerkosten									
Streckenabschnitt	01a	01b	03b	03c	04a	04b	06a	06b	07a	07b	01a	01b	03b	03c	04a	04b	06a	06b	07a	07b
US 4 - 01/28	2,32	2,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,46	2,46	1,71	1,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,43	2,13
US 4 - 02/28	2,35	2,35	0,00	0,00	1,61	1,61	2,50	2,50	0,00	0,00	1,44	1,44	0,00	0,00	2,04	2,04	2,25	2,25	0,00	0,00
US 4 - 03/28	2,35	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	2,50	2,50	2,50	1,96	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	2,77	2,77	2,68	2,38
US 4 - 04/28	2,32	2,32	0,00	0,00	1,58	1,58	0,00	0,00	2,46	2,46	2,18	2,18	0,00	0,00	2,78	2,78	0,00	0,00	2,89	2,59
US 4 - 05/28	2,32	2,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,46	2,46	2,04	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,76	2,46
US 4 - 06/28	2,35	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	2,50	2,04	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,76	2,46
US 4 - 07/28	2,29	2,29	0,00	0,00	1,56	1,56	0,00	0,00	2,44	2,44	1,83	1,83	0,00	0,00	2,43	2,43	0,00	0,00	2,54	2,24
US 4 - 08/28	2,29	2,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44	2,44	2,04	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,76	2,46
US 4 - 09/28	2,28	2,28	0,00	0,00	1,55	1,55	2,43	2,43	2,43	2,43	2,12	2,12	0,00	0,00	2,72	2,72	2,93	2,93	2,84	2,54
US 4 - 10/28	2,27	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	2,42	0,00	0,00	2,12	2,12	0,00	0,00	0,00	0,00	2,93	2,93	0,00	0,00
US 4 - 11/28	2,27	2,27	0,00	0,00	1,54	1,54	2,42	2,42	0,00	0,00	1,77	1,77	0,00	0,00	2,37	2,37	2,58	2,58	0,00	0,00
US 4 - 12/28	2,27	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	2,42	0,00	0,00	1,63	1,63	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44	2,44	0,00	0,00
US 4 - 13/28	2,26	2,26	0,00	0,00	1,53	1,53	2,40	2,40	0,00	0,00	1,56	1,56	0,00	0,00	2,16	2,16	2,36	2,36	0,00	0,00
US 4 - 14/28	2,29	2,29	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44	2,44	0,00	0,00	1,56	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	2,36	2,36	0,00	0,00
US 4 - 15/28	2,25	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	2,39	2,39	0,00	0,00	1,56	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	2,36	2,36	0,00	0,00
US 4 - 16/28	2,24	2,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,38	2,38	1,56	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,27	1,97
US 4 - 17/28	2,27	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	2,42	0,00	0,00	1,48	1,48	0,00	0,00	0,00	0,00	2,29	2,29	0,00	0,00
US 4 - 18/28	2,23	2,23	0,00	0,00	0,00	0,00	2,37	2,37	0,00	0,00	1,48	1,48	0,00	0,00	0,00	0,00	2,29	2,29	0,00	0,00
US 4 - 19/28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,29	2,29	0,00	0,00
US 4 - 20/28	2,32	2,32	0,00	0,00	0,00	0,00	2,46	2,46	2,46	2,46	1,48	1,48	0,00	0,00	0,00	0,00	2,29	2,29	2,19	1,89
US 4 - 21/28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44	2,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,35	2,05
US 4 - 22/28	2,44	2,44	1,49	1,49	0,00	0,00	2,59	2,59	2,59	2,59	1,63	1,63	1,48	1,48	0,00	0,00	2,44	2,44	2,35	2,05
US 4 - 23/28	2,35	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	2,50	2,50	2,50	1,69	1,69	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	2,50	2,41	2,11
US 4 - 24/28	2,38	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	2,53	2,53	2,53	2,53	1,48	1,48	0,00	0,00	0,00	0,00	2,29	2,29	2,19	1,89
US 4 - 25/28	2,37	2,37	1,43	1,43	0,00	0,00	2,52	2,52	2,52	2,52	1,48	1,48	1,32	1,32	0,00	0,00	2,29	2,29	2,19	1,89
US 4 - 26/28	2,37	2,37	0,00	0,00	0,00	0,00	2,52	2,52	2,52	2,52	1,34	1,34	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15	2,15	2,06	1,76
US 4 - 27/28	2,32	2,32	0,00	0,00	1,58	1,58	2,46	2,46	2,46	2,46	1,34	1,34	0,00	0,00	1,94	1,94	2,15	2,15	2,06	1,76
US 4 - 28/28	2,30	2,30	1,37	1,37	0,00	0,00	2,45	2,45	2,45	2,45	1,34	1,34	1,19	1,19	0,00	0,00	2,15	2,15	2,06	1,76

Tab. 67: Übersicht Wirkungspotenziale Betreiberkosten und Nutzerkosten der Untersuchungsstrecke 4

Schadensbilder an Fahrbahnen, wie z. B. Blow-Ups und Spurrinnen, als potenzielle Unfallursachen eine beachtliche Relevanz haben. Die Bedeutung temperaturbedingter Schadensbilder an Ingenieurbauwerken als potenzielle Unfallursache wurde im Vergleich geringer eingeschätzt.

In der separaten Darstellung des Wirkungspotenzials Nutzerkosten wird zudem der Einfluss der Verkehrsmenge deutlich. Denn die verkehrsreichsten Streckenabschnitte zwischen den beiden Autobahnkreuzen/-dreiecken Nossen und Dresden Nord (US 4 – 03/28 bis US 4 – 10/28) weisen auch die höchsten Potenzial-Werte auf (siehe hierzu Tabelle 67).

Erfolgt die Betrachtung für eine Gruppe von SBK, bestimmt sich das Gesamtwirkungspotenzial unter Verwendung des abstrakten Wirkungspotenzials und den Wirkungspotenzialen der berücksichtigten SBK (siehe hierzu Kapitel 4.4.3). Das jeweilige Gesamtwirkungspotenzial für die Gruppe aller hitzebedingten SBK, aller frostbedingten SBK und für die Gruppe aller temperaturbedingten SBK zeigt Tabelle 66 (rechte Spalten). Ablesbar ist, dass hitzebedingte SBK ein geringfügig höheres Wirkungspotenzial als frostbedingte SBK aufweisen.

7.2.3 Risikopotenziale

Das Risikopotenzial ist die finale Ergebnisgröße der RIVA-Methodik. Es bestimmt sich nach der in Kapitel 4.4.4 dargestellten Vorgehensweise aus dem Gefährdungs- und dem Wirkungspotenzial.

Werden mehrere SBK gleichzeitig betrachtet, erfolgt die Bestimmung des Gesamtrisikopotenzials im jeweiligen Streckenabschnitt der Untersuchungsstrecke aus dem Gesamtgefährdungspotenzial und dem Gesamtwirkungspotenzial.

Das Risikopotenzial kann für die Betrachtungszeiträume jeweils als Minimal-, Mittel- oder Maximalwert dargestellt werden.

In Tabelle 68 sind die Risikopotenziale für die hier beispielhaft betrachteten SBK für die Streckenabschnitte der Untersuchungsstrecke 4 dargestellt. Auch hier ist erkennbar, dass tendenziell das Risikopotenzial für hitzebedingte SBK zunimmt und für frostbedingte SBK abnimmt.

Für den Streckenabschnitt US 4 – 03/28 wird mit einem Risikopotenzial von 2,84 der größte Wert für die Untersuchungsstrecke 4 in der Betrachtung frostbedingter Schäden und Einschränkungen an

	Risikopotenzial 1971-2000										Risikopotenzial 2071-2100									
Strecken-abschnitt	01a	01b	03b	03c	04a	04b	06a	06b	07a	07b	01a	01b	03b	03c	04a	04b	06a	06b	07a	07b
US4-01/28	2,05	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,95	2,35	2,21	1,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,19	1,99
US4-02/28	2,02	1,96	0,00	0,00	1,85	1,80	1,94	2,52	0,00	0,00	2,18	1,89	0,00	0,00	1,99	1,60	2,17	2,25	0,00	0,00
US4-03/28	2,10	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00	2,21	2,84	2,08	2,51	2,27	1,97	0,00	0,00	0,00	0,00	2,47	2,53	2,33	2,13
US4-04/28	2,12	2,06	0,00	0,00	1,93	1,87	0,00	0,00	2,14	2,58	2,29	1,99	0,00	0,00	2,07	1,66	0,00	0,00	2,39	2,18
US4-05/28	2,10	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	2,54	2,27	1,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,36	2,15
US4-06/28	2,13	2,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	2,47	2,30	1,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,29	2,09
US4-07/28	2,08	2,02	0,00	0,00	1,85	1,80	0,00	0,00	1,98	2,38	2,24	1,95	0,00	0,00	1,99	1,60	0,00	0,00	2,21	2,02
US4-08/28	2,11	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,02	2,43	2,28	1,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,26	2,06
US4-09/28	2,11	2,05	0,00	0,00	1,93	1,88	2,11	2,70	2,06	2,49	2,28	1,97	0,00	0,00	2,08	1,67	2,36	2,41	2,31	2,11
US4-10/28	2,11	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00	2,14	2,72	0,00	0,00	2,28	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40	2,43	0,00	0,00
US4-11/28	2,02	1,96	0,00	0,00	1,83	1,78	1,98	2,59	0,00	0,00	2,18	1,89	0,00	0,00	1,97	1,58	2,22	2,31	0,00	0,00
US4-12/28	1,99	1,93	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	2,51	0,00	0,00	2,15	1,86	0,00	0,00	0,00	0,00	2,19	2,24	0,00	0,00
US4-13/28	1,97	1,91	0,00	0,00	1,85	1,80	1,93	2,49	0,00	0,00	2,13	1,85	0,00	0,00	1,99	1,60	2,16	2,22	0,00	0,00
US4-14/28	1,99	1,93	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	2,50	0,00	0,00	2,15	1,86	0,00	0,00	0,00	0,00	2,19	2,23	0,00	0,00
US4-15/28	1,99	1,93	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	2,59	0,00	0,00	2,15	1,86	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	2,31	0,00	0,00
US4-16/28	1,96	1,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98	2,39	2,11	1,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	2,02
US4-17/28	1,91	1,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92	2,48	0,00	0,00	2,05	1,78	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15	2,21	0,00	0,00
US4-18/28	1,89	1,83	0,00	0,00	0,00	0,00	1,94	2,50	0,00	0,00	2,04	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00	2,17	2,23	0,00	0,00
US4-19/28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,19	2,23	0,00	0,00
US4-20/28	1,91	1,85	0,00	0,00	0,00	0,00	2,02	2,56	1,86	2,24	2,06	1,79	0,00	0,00	0,00	0,00	2,26	2,28	2,09	1,90
US4-21/28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,85	2,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,08	1,89
US4-22/28	2,01	1,94	1,69	1,64	0,00	0,00	2,03	2,54	1,88	2,27	2,16	1,87	1,82	1,46	0,00	0,00	2,28	2,26	2,11	1,92
US4-23/28	1,94	1,88	0,00	0,00	0,00	0,00	2,09	2,53	1,87	2,26	2,10	1,82	0,00	0,00	0,00	0,00	2,34	2,25	2,10	1,91
US4-24/28	1,92	1,86	0,00	0,00	0,00	0,00	2,06	2,48	1,84	2,22	2,07	1,79	0,00	0,00	0,00	0,00	2,30	2,21	2,06	1,88
US4-25/28	1,90	1,84	1,45	1,41	0,00	0,00	1,99	2,48	1,84	2,21	2,05	1,78	1,56	1,26	0,00	0,00	2,23	2,21	2,06	1,87
US4-26/28	1,88	1,82	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	2,46	1,82	2,19	2,03	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	2,19	2,04	1,86
US4-27/28	1,79	1,73	0,00	0,00	1,63	1,59	1,93	2,42	1,81	2,17	1,93	1,67	0,00	0,00	1,76	1,41	2,16	2,16	2,02	1,84
US4-28/28	1,80	1,75	1,56	1,52	0,00	0,00	1,94	2,41	1,85	2,22	1,94	1,69	1,68	1,35	0,00	0,00	2,17	2,15	2,07	1,88

Tab. 68: Zusammenfassung Risikopotenzial im Vergleich Beobachtungszeitraum (1971-2000) und Projektionszeitraum 2071-2100 der Untersuchungsstrecke 4

Asphaltfahrbahnen im Beobachtungszeitraum 1971-2000 erreicht. Dies ist auf die in diesem Streckenabschnitt für diese SBK bestimmten höheren Einzelwerte (maßgebend hier das Gefährdungspotenzial – siehe Tabelle 65) zurückzuführen.

Im Vergleich der beiden in Tabelle 68 dargestellten Betrachtungszeiträume wird deutlich, dass die Veränderung des Risikopotenzials infolge der projizierten Temperaturveränderung für die verschiedenen Risikoelemente unterschiedlich ausfällt. So reagieren Asphalt- und Betonfahrbahnen deutlich stärker als Ingenieurbauwerke. Im Durchschnitt nimmt das Risikopotenzial hitzebedingter SBK für Asphalt- und Betonfahrbahnen um ca. 12 % und für Brücken um ca. 8 % zu. Auch die Reaktion auf frostbedingte SBK fällt für Asphalt und Betonfahrbahnen mit Reduzierung um ca. 11 % bzw. 15 % gegenüber Brücken mit ca. 4 % deutlich stärker aus.

In der Summe ist für die hier betrachteten SBK erkennbar, dass sich das Risikopotenzial hitzebedingter SBK insgesamt erhöhen und für frostbedingte SBK reduzieren wird. Werden diese zu temperaturbedingten SBK zusammengefasst, hebt sich die Zunahme des Risikopotenzials hitzebedingter SBK durch die Abnahme des Risikopotenzials frostbedingter Schäden nahezu auf. Aus diesem Grund erfolgt im Zuge der Entwicklung der RIVA-Methodik eine Trennung von temperaturbedingten SBK in hitzebedingte und frostbedingte SBK, um die Risikobewertung getrennt durchführen zu können.

7.2.4 Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse werden nachfolgend in einzelnen Boxplot-Grafiken illustriert. Der Boxplot stellt jeweils die Streuung der in der jeweiligen Grafik erfassten Ergebniswerte der Streckenabschnitte (28 Streckenabschnitte in der Untersuchungsstrecke US 4) dar. Dabei wird durch die Box das zweite und dritte Quartil dargestellt und durch die Antenne jeweils das Maximum bzw. Minimum. Der Median wird durch die Raute in Orange markiert.

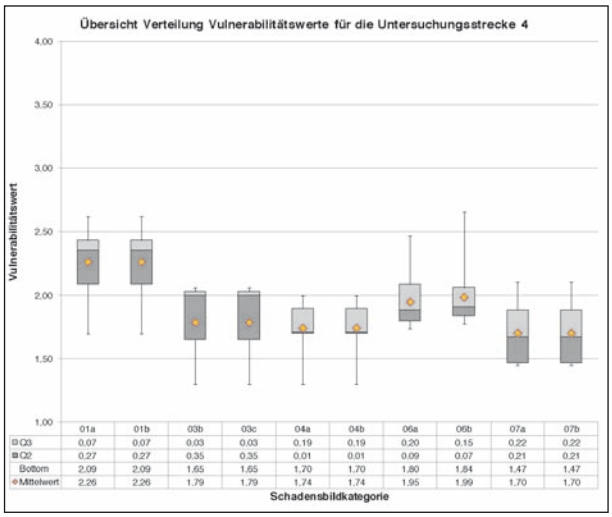


Bild 22: Verteilung der Vulnerabilitätswerte nach Schadensbildkategorien für die Untersuchungsstrecke 4

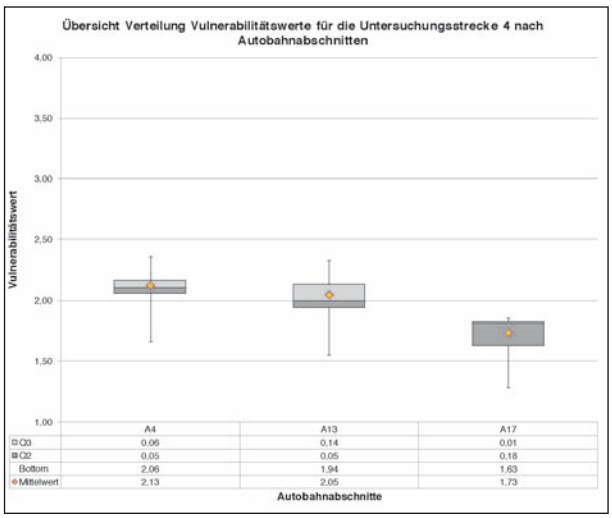


Bild 23: Verteilung der Vulnerabilitätswerte nach Autobahnabschnitten der Untersuchungsstrecke 4

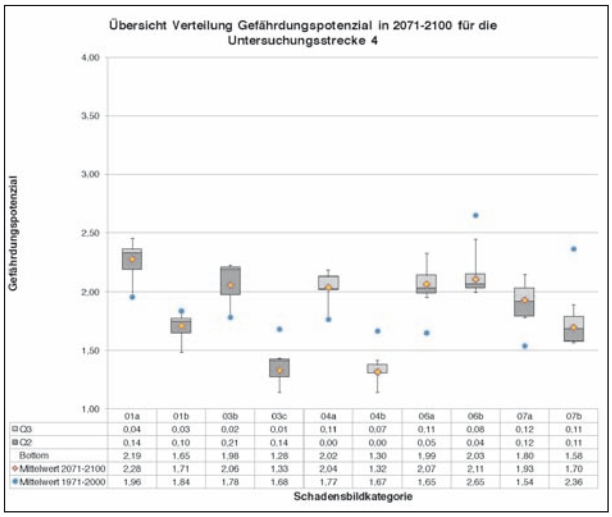


Bild 24: Verteilung der Gefährdungspotenziale nach Schadensbildkategorien im Vergleich von 1971-2000 und 2071-2100 für die Untersuchungsstrecke 4

Die Vulnerabilitätswerte der beispielhaft betrachteten SBK liegen durchschnittlich in einem Bereich unterhalb von 2,3. Die SBK für Brücken weisen tendenziell leicht höhere Werte auf (siehe Bild 22). In Bezug auf die jeweiligen Autobahnabschnitte der BAB A 4, BAB A 13 und BAB A 17 weisen die stärker befahrenen Abschnitte der BAB A 4 tendenziell höhere Werte auf. Eine höhere Verkehrsdichte führt zu einer höheren Grundbelastung der Risikoelemente und in deren Folge zu einer schnelleren Abnutzung bzw. einem schlechteren Zustand der Risikoelemente (siehe Bild 23).

In der Auswertung des Gefährdungspotenzials ist erkennbar, dass hitzebedingte SBK tendenziell ein höheres Gefährdungspotenzial aufweisen als die frostbedingten SBK des gleichen Risikoelementes (siehe Bild 24).

Im Vergleich von Bild 22 und Bild 24 wird deutlich, dass zur Einschätzung des Gefährdungspotenzials die Ausprägung des Klimasignals mit entscheidend ist. Während die Vulnerabilitätswerte frost- und hitzebedingter SBK des gleichen Risikoelements gleich groß sind, sind die Werte des Gefährdungspotenzials zum Teil stark unterschiedlich. Besonders deutlich wird dies bei der Betrachtung des Projektionszeitraums 2071-2100 (siehe in Bild 24 die Mittelwerte 2071-2100). Die Mittelwerte der jeweiligen hitze- und frostbedingten SBK liegen hier stärker auseinander als im Beobachtungszeitraum 1971-2000.

Ausnahme hiervon sind die Asphalt- und Betonfahrbahnen. Dies ist insbesondere auf die Umkehr der Gefährdung von hitze- im Vergleich zu frostbedingten SBK zurückzuführen. So sind die Fahrbahnen im Beobachtungszeitraum einer deutlich stärken Gefährdung durch niedrige Temperaturen ausgesetzt als durch hohe Temperaturen. Über die Projektionszeiträume kehrt sich die Anfälligkeit um. Bei den Ingenieurbauwerken wird hingegen die Differenz der Gefährdungspotenziale lediglich verstärkt ohne sich umzukehren (siehe Bild 24).

Die Wirkungspotenziale der SBK der Risikoelemente Asphalt- und Betonfahrbahn sind aufgrund der stärkeren Auswirkungen auf den Verkehr höher als dies für die Ingenieurbauwerke der Fall ist (siehe Bild 25). Die Wirkungspotenziale von hitze- und frostbedingten SBK an Tunneln sind im Vergleich sehr niedrig. Dies ist u. a. darauf zurückzuführen, dass lediglich die Portalbereiche einer Gefährdung infolge hoher bzw. tiefer Temperaturen ausgesetzt sind und weite Teile des Tunnels hier-

von nicht betroffen sind (siehe Kapitel 5.3.3 zur Ableitung der Vulnerabilitätsindikatoren).

Die Werte des Risikopotenzials folgen grundsätzlich der Tendenz des Gefährdungspotenzials (siehe Bild 26). Aufgrund des vergleichsweise geringen Wirkungspotenzials von Tunnelbauwerken ist das Risikopotenzial im Ergebnis – trotz vergleichsweise hohem Gefährdungspotenzial – gegenüber den anderen Risikoelementen geringer.

Im Ergebnis werden die allgemeinen Erwartungen, wonach die verschiedenen Infrastrukturelemente zukünftig einer höheren Gefährdung gegenüber hohen Temperaturen ausgesetzt sind und sich die Gefährdung aus tiefen Temperaturen verringert, durch die Beispielrechnungen bestätigt.

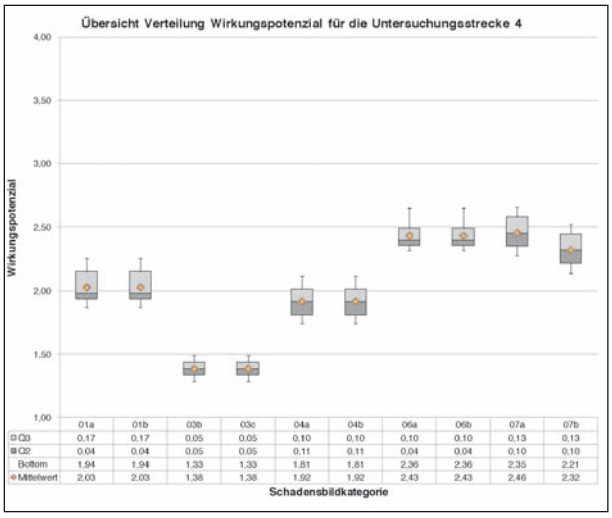


Bild 25: Verteilung der Wirkungspotenziale für die Untersuchungsstrecke 4

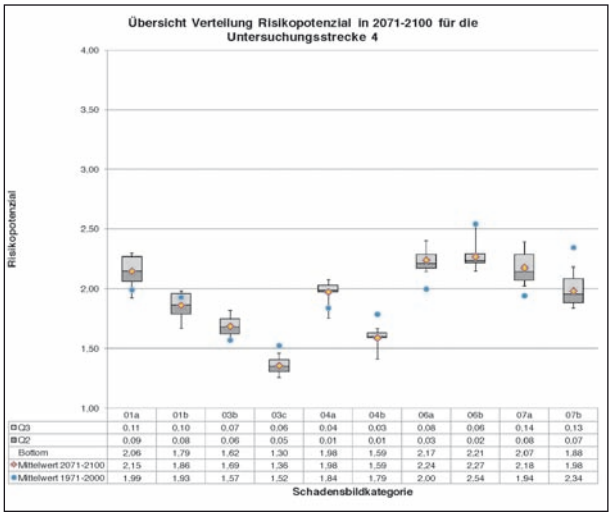
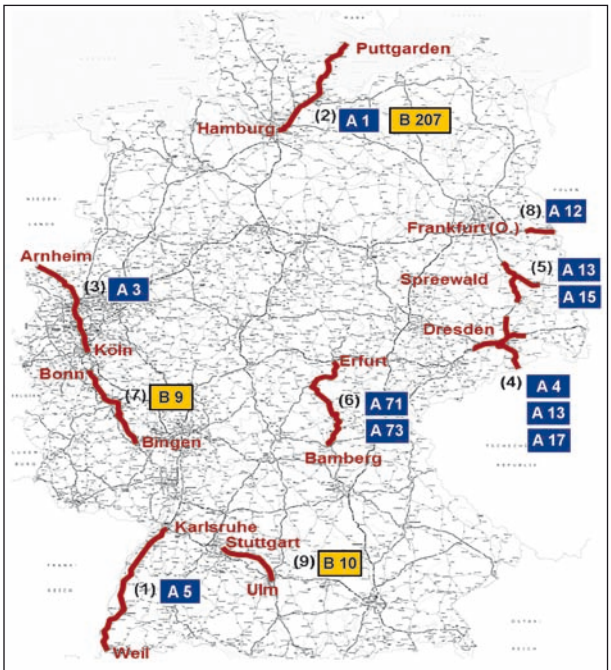


Bild 26: Verteilung der Risikopotenziale nach Schadensbildkategorien im Vergleich von 1971-2000 und 2071-2100 für die Untersuchungsstrecke 4

Auch die Tendenz der Zunahme des Gefährdungspotenzials für hitzebedingte SBK und der Abnahme des Gefährdungspotenzials frostbedingter SBK setzt sich im Risikopotenzial als zentrale Ergebnisgröße fort (siehe Vergleich der Mittelwerte in Bild 26).

7.3 Ergebnisse aller Untersuchungsstrecken

Die Ergebnisse aller Untersuchungsstrecken zu den jeweils auswertbaren SBK sind in Anlage 4 in Form von Datentabellen dargestellt. Grafisch sind die Ergebnisse zu den Untersuchungsstrecken nachfolgend in Boxplot-Darstellungen aufbereitet (siehe auch Kapitel 7.2.4). Bild 28 bis Bild 45 sind am Ende dieses Kapitels 7 dargestellt. Der zusammenfassenden Ergebnisdarstellung in Bild 28 bis



Nr.	Untersuchungsstrecke	Teilstrecken	Streckenlänge (gerundet) in km
1	A5 Karlsruhe - Basel	A5: 46 AD Karlsruhe - A5: 70 BGR Weil am Rhein	190
2	A1/B207 Hamburg - Puttgarden	B207: 1 AS Fährhafen Puttgarden - A1: 36 AD Hamburg Süd	155
3	A3 Köln - Arnheim	A3: 1 BG Elten-Autobahn - A3: 28 AD Köln-Heumar	140
4	A4/A13/A17 Dresden mit 60 km Umkreis	A4: 74 AS Berbersdorf - A4: 86 AS Ohorn;	135
		A13: 18 AS Ortrand - A13: 23 AD Dresden -Nord;	
		A17: 1 AD Dresden-West - A17: BGR D/CZ Grenzübergang	
5	A13/A15 AD Spreewald mit 60 km Umkreis	A13: 6 AS Staakow - A13: 15 AS Klettwitz;	95
		A15: 1 AD Spreewald - A15: 4 AS Cottbus-West	
6	A71/A73 Erfurt - Bamberg	A71: 12 AK Erfurt - A71: 20 AD Suhl;	150
		A73: 1 AD Suhl - A73: 21 AK Bamberg	
7	B9 Bonn - Wiesbaden	B9: Bonn Potsdamer Platz - B9/A60: 13 AS Bingen - Ost	140
8	A12 um Frankfurt (Oder)	A12: 5 AS Fürstenwalde-Ost - A12: 10 BGR Frankfurt (Oder)/Swiecke	35
9	B10 Stuttgart - Ulm	B10: Stuttgart, Kreuzung B10/B14 - B10: Ulm, Kreuzung B10/B19/B28	85
		Summe:	**1125**

Bild 27: Übersicht Untersuchungsstrecken

SBK-NR.	Risikoelement	Beschreibung der Schadensbildkategorie
01a	Brücken	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken
01b	Brücken	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken
01c	Brücken	Schäden und Einschränkungen an Brücken infolge Frost-Tau-Wechsel
03a	Tunnel	Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln
03b	Tunnel	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln (Portalbereich)
03c	Tunnel	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Tunneln (Portalbereich)
03d	Trogbauwerke	Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen
03e	Trogbauwerke	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen
03f	Trogbauwerke	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Trögen
04a	Stützbauwerke, Hang- und Felssicherungen	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen
04b	Stützbauwerke, Hang- und Felssicherungen	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen
04c	Stützbauwerke, Hang- und Felssicherungen	Niederschlagsbedingte Schäden und Einschränkungen an Stützbauwerken, Hang- und Felssicherungen
06a	Fahrbahn – Asphalt	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen
06b	Fahrbahn – Asphalt	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen
06d	Fahrbahn – Asphalt	Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch ungenügenden Wasserabfluss (Aquaplaning)
06e	Fahrbahn – Asphalt	Einschränkungen auf Asphaltfahrbahnen durch Glätteereignisse
07a	Fahrbahn – Beton	Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen
07b	Fahrbahn – Beton	Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen
07d	Fahrbahn – Beton	Einschränkungen auf Betonfahrbahnen durch ungenügenden Wasserabfluss (Aquaplaning)
07e	Fahrbahn – Beton	Einschränkungen Betonfahrbahnen durch Glätteereignisse
11b	Verkehrsteilnehmer	Sichtbehinderungen der Verkehrsteilnehmer durch Starkregen

Tab. 69: Übersicht der in der Beispielbetrachtung ausgewerteten Schadensbildkategorien

Bild 45 vorangestellt sind in Bild 27 die Untersuchungsstrecken und in Tabelle 69 die in der Ergebnisdarstellung betrachteten Schadensbildkategorien noch einmal aufgeführt.

Die Darstellungen in Bild 28, Bild 33, Bild 37 und Bild 41 geben die Streuung der Ergebnisse je SBK wieder. Die anderen nachfolgenden Darstellungen sind bezogen auf die Untersuchungsstrecken und Klimaregionen.

Bild 28 stellt die Verteilung der Vulnerabilitätswerte über alle Untersuchungsstrecken und deren Abschnitte dar. Es wird deutlich, dass insbesondere im Falle der SBK 07d „Einschränkungen auf Betonfahrbahnen durch ungenügenden Wasserabfluss (Aquaplaning)“ und SBK 07e „Einschränkungen auf Betonfahrbahnen durch Glätteereignisse“ Sprünge in den Vulnerabilitätswerten auftreten. Grund hierfür sind (noch) fehlende Bestandsdaten bspw. zur Art der Entwässerung im Falle der SBK 07d, sodass hier nur ein Indikator in die Bewertung der Vulnerabilität einfließt und so Zwischenwerte zwischen den ganzzahligen Bewertungsgrößen der Ausprägungsstufen („Niedrig“ – 1 bis „Sehr hoch“ – 4) nur in seltenen Fällen gebildet werden.

Insgesamt liegen die Vulnerabilitätswerte bis auf die SBK 11b „Sichtbehinderungen der Verkehrsteilnehmer durch Starkregen“ mit drei Quartilen im Bereich zwischen 1,0 und 2,5. Der Median liegt überwiegend unterhalb von 2,0. Zum überwiegenden Teil weisen demnach die Risikoelemente der Untersuchungsstrecken eine geringe Anfälligkeit auf; wobei einzelne Abschnitte der Untersuchungsstrecken hohe Vulnerabilitätswerte von 3,0 und höher erreichen, in

SBK 11b sogar bis zur Maximalbewertung von 4,0. Mit Ausnahme der SBK 11b liegen alle Vulnerabilitätswerte auf vergleichbarem Niveau, einzelne Schadensbilder stechen nicht heraus.

Bezogen auf die Untersuchungsstrecken (Bild 29) wird deutlich, dass die Untersuchungsstrecken US 3 (A 3 Köln bis Arnheim) und US 9 (B 10 Stuttgart-Ulm) im Vergleich eine höhere Vulnerabilität über alle SBK aufweisen, während die US 6 (A 71/A 73 Erfurt bis Bamberg) nur eine geringe Vulnerabilität besitzt. Die weiteren Untersuchungsstrecken liegen im Median etwa um den Vulnerabilitätswert 2,0. Gleichzeitig weisen einzelne Streckenabschnitte der jeweiligen Untersuchungsstrecken mittlere Vulnerabilitätswerte von 2,5 und mehr auf.

In Bild 30 sind neben der Darstellung der Kombinationswerte Klima – hier hitzebedingte SBK für Brücken (SBK 01a) sowie Asphalt- (SBK 06a) und Betonfahrbahn (SBK 07a) – für die Untersuchungsstrecken im Zeitraum 2071-2100 auch die Werte aus dem Beobachtungszeitraum 1971-2000 jeweils für Ingenieurbauwerke und Fahrbahnen dargestellt. Auf Boxplots wurde hier verzichtet, da wie in Kapitel 4.4.1.1 beschrieben der Kombinationswert Klima der jeweiligen SBK für die gesamte Klimaregion gilt und daher keine unterschiedlichen Werte je Streckenabschnitt ausgewiesen werden. Insgesamt ist erkennbar, dass die Kombinationswerte für den Zeitraum 2071-2100 gegenüber dem Zeitraum 1971-2000 zunehmen. Bemerkenswert ist auch die ungleiche Zunahme der Werte zwischen Beobachtungs- und Projektionszeitraum, wodurch die unterschiedliche Ausprägung in der jeweiligen Klima region deutlich wird (vergleiche z. B. US 4 und US 9-92). Lediglich für die Untersuchungsstrecken US 2, US 4 und US 6-61 liegen die Kombinationswerte im Projektionszeitraum noch unter 2,5, während in alle anderen Untersuchungsstrecken der Kombinationswert von etwa 1,5 im Beobachtungszeitraum auf 2,5 bis 3,5 ansteigt. Unterschiede in den Kombinationswerten sind auch hinsichtlich der Bewertung von Asphalt- bzw. Betonfahrbahnen und Brücken erkennbar. Während die Kombinationswerte für das Risikoelement Fahrbahn im Beobachtungszeitraum unterhalb des Kombinationswertes für Brücken liegt, steigt er für den Projektionszeitraum für Fahrbahnen tendenziell stärker als der für Brücken und liegt oft oberhalb des Kombinationswertes für Brücken.

Bild 31 zeigt den Kombinationswert Klima allein für die frostbedingten SBK für Brücken (SBK 01b) und Fahrbahnen (SBK 06b/SBK 07b) über alle Untersuchungsstrecken. Hier ist festzustellen, dass die Kombinationswerte im Projektionszeitraum gegenüber dem Beobachtungszeitraum abnehmen, da insgesamt eine Erwärmung festzustellen ist. Das Maß der Verringerung ist dabei in den Klimaregionen insbesondere in der Betrachtung der Fahrbahnen unterschiedlich. Auch fällt die Verringerung des Kombinationswertes für Fahrbahnen deutlich stärker aus als für Brücken. Die Darstellung zeigt zudem, dass zum einen aufgrund der festgelegten Wertebereiche der Ausprägungsstufen für frostbedingte SBK an Brücken keine Unterschiede zwischen den Klimaregionen im Kombinationswert Klima erkennbar sind. Zum anderen fallen die Kombinationswerte bereits für den Beobachtungszeitraum vergleichsweise gering aus.

Der Kombinationswert Klima für die niederschlagsbedingten SBK für Fahrbahnen (SBK 06d/SBK 07d) wird in Bild 32 abgebildet. Der Kombinationswert weicht nur geringfügig zwischen Beobachtungszeitraum und Projektionszeitraum ab. Die Kombinationswerte der Untersuchungsstrecken US 3, US 6-62 und US 9 liegen über und für die anderen Untersuchungsstrecken unter 1,5. Ausnahme stellt die Untersuchungsstrecke US 1 (A 5 Karlsruhe-Basel) mit einen Wert größer 3,0 dar.

Aus den Vulnerabilitätswerten und den Kombinationswerten Klima können die in Bild 33 dargestellten Gefährdungspotenziale für die einzelnen SBK für alle Untersuchungsstrecken abgeleitet werden. Für den Vergleich der jeweiligen Mittelwerte sind ebenfalls die Mittelwerte aus dem Beobachtungszeitraum dargestellt.

Es ist festzustellen, dass die frostbedingten Schadensbilder zukünftig weniger Gefährdungspotenzial besitzen, während die hitzebedingten Gefährdungspotenziale gegenüber dem Beobachtungszeitraum zunehmen (siehe hierzu im Detail auch Bild 34 und Bild 35). Demgegenüber ergeben sich bei den niederschlagsbezogenen SBK (siehe SBK 06d und SBK 07d in Bild 33) kaum Änderungen zwischen Beobachtungs- und Projektionszeitraum.

Das Gefährdungspotenzial für hitzebedingte SBK an Fahrbahnen ist bei der Untersuchungsstrecke US 1 mit 2,5, knapp gefolgt von US 3, am höchsten (siehe Bild 34). Auf allen weiteren Untersuchungsstrecken liegen die Gefährdungspotenziale für hitzebedingte SBK an Fahrbahnen zwischen etwa 1,5 und 2,5. In Bild 34 ist zudem zu erkennen, dass das Gefährdungspotenzial hitzebedingter SBK an

Fahrbahnen (Mittelwerte als Dreiecke dargestellt) stärker zunimmt, als für Brücken (als Raute dargestellt). Auch weisen Fahrbahnen für den Beobachtungszeitraum in der Regel ein geringeres Gefährdungspotenzial auf. Für den Projektionszeitraum ist tendenziell das Gefährdungspotenzial für Fahrbahnen gegenüber dem für Brücken leicht geringer. Die Fahrbahnen reagieren aber grundsätzlich stärker auf die Veränderungen.

Das Gefährdungspotenzial frostbedingter SBK nimmt sowohl für Fahrbahnen als auch für Brücken ab (siehe Bild 35). Auch hier fällt die Reaktion bei Brücken deutlich geringer aus als bei den Fahrbahnen.

In Bild 32 ist für die niederschlagsbedingten SBK an Fahrbahnen erkennbar, dass der Kombinationswert Klima nur für einige Untersuchungsstrecken sich gegenüber dem Beobachtungszeitraum verändert. Dies setzt sich in der Darstellung der Ergebnisse für die Ergebnisgröße Gefährdungs- und Risikopotenzial fort (siehe Bild 36).

Das Wirkungspotenzial bezogen auf die Untersuchungsstrecken (siehe Bild 38), also die potenziellen monetären Auswirkungen, ist auf allen Untersuchungsstrecken annähernd gleich in einem Bereich von etwa 1,7 bis 2,1. Dabei weist US 3 das höchste Wirkungspotenzial auf und Untersuchungsstrecke US 9 das niedrigste. Die Einzelwirkungspotenziale der SBK gleichen sich bei den Untersuchungsabschnitten jeweils aus.

Wird das Wirkungspotenzial bezogen auf die SBK ausgewiesen (Bild 37), zeigt sich eine deutlich höhere Differenzierung. Während Ereignisse, die insbesondere kurzfristig den Verkehrsfluss einschränken, eher geringe Wirkungspotenziale aufweisen (SBK 06d, 06e, 07d, 07e, 11b), haben hitzebedingte und frostbedingte SBK an Fahrbahnen hohe Wirkungspotenziale (SBK 06a, 06b, 07a, 07b). Demgegenüber lassen sich für die hitze- oder frostbedingten SBK an Tunneln und Trogbauwerken eher geringe Wirkungspotenziale feststellen (SBK 03b, 03c, 03e, 03f). Die Wirkungspotenziale der sonstigen SBK liegen etwa um 2,0. In Bild 39 und Bild 40 ist erkennbar, dass sowohl hitzebedingte als auch frostbedingte SBK für Fahrbahnen ein höheres Wirkungspotenzial aufweisen als für Brücken. Die in Bild 41 dargestellten Wirkungspotenziale für niederschlagsbedingte SBK an Fahrbahnen sind gegenüber denen temperaturbedingten SBK vergleichsweise gering.

In Bild 42 wird als Gesamtergebnis der Untersuchung das Risikopotenzial bezogen auf die SBK dargestellt. Das Risikopotenzial ergibt sich aus der Zusammenführung des Gefährdungspotenzials und des Wirkungspotenzials.

Über alle betrachteten Streckenabschnitte haben die SBK 01a, 04a, 06a, 06b und 07a mit über 2,0 die höchsten Risikopotenziale. Streckenabschnitte auf den Untersuchungsstrecken weisen Risikopotenziale von teilweise deutlich über 2,5 aus. Die hohen Risikopotenziale ergeben sich überwiegend aus hitzebedingten SBK an hitzeempfindlichen Bauteilen, wie Brücken, Fahrbahnen sowie Stützbauwerken inkl. Hang- und Felssicherung. Mit der SBK 06b „Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen“ ist lediglich eine frostbedingte SBK mit höherem Risikopotenzial vertreten.

Zusätzlich ist anzumerken, dass die Risikopotenziale für hitzebedingte SBK zwischen Beobachtungszeitraum und Projektionszeitraum deutlich zunehmen, während die frostbedingten Risikopotenziale abnehmen (siehe Bild 44 und Bild 45).

SBK, die auf temporäre Ereignisse, wie Glätte oder Aquaplaning zurückgehen, weisen insgesamt ein eher untergeordnetes Risikopotenzial auf. Gleiches gilt für die frostbedingten Schäden an Tunneln und Trogbauwerken.

Die Auswertung der Risikopotenziale, bezogen auf die Untersuchungsstrecken, findet sich in Bild 43, welches im Kapitel 7.4 diskutiert wird.

7.4 Beurteilung der Ergebnisse

Für die Diskussion der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass zum einen nicht alle Schadensbildkategorien in die Bewertung einbezogen werden konnten und zum anderen die zur Verfügung stehenden Informationen und Datengrundlagen lückenhaft waren.

Dennoch lassen sich aus den Bewertungsergebnissen wichtige Aussagen ableiten.

Berücksichtigt man nur die Darstellung der Ergebnisse in Bild 43, läge die Vermutung nahe, dass für die betrachteten Untersuchungsstrecken anhand des Vergleichs der Zeiträume 1971-2000 und 2071-2100 keine gravierenden Veränderungen der Gesamtrisikopotenziale festzustellen sind. Unter

dieser Annahme wären keine Risikobehandlungsmaßnahmen erforderlich.

Anhand der Abbildungen Bild 42, Bild 44 und Bild 45 wird jedoch deutlich, dass insbesondere die Risikopotenziale in Zusammenhang mit hitzebedingten SBK eine vergleichsweise deutliche Zunahme erfahren. Demgegenüber steht ein Rückgang der frostbedingten Risikopotenziale (siehe Bild 45). Diese gegenläufigen Tendenzen führen dazu, dass sich insgesamt kaum Änderungen des Gesamtrisikopotenzials ergeben.

Für die betrachteten SBK und Untersuchungsstrecken kann festgehalten werden, dass sich die langsame, aber stetige Erwärmung des Klimas insgesamt risikoerhöhend auswirkt. Denn trotz unterschiedlicher Klimaregionen sind die untersuchten Strecken alle davon betroffen, wenngleich von unterschiedlichen Ausgangsniveaus.

Für die Gruppe der hitzebedingten SBK und die Gruppe der frostbedingten SBK weisen jeweils die Untersuchungsstrecken US 1 (A 5 Karlsruhe – Basel), US 3 (A 3 Köln – Arnheim) und US 9 (B10 Stuttgart – Ulm) die höchsten Risikopotenziale aus, während US 2 (A 1 Hamburg – Puttgarten) die geringsten Werte zeigt.

Bei den niederschlagsbedingten SBK scheinen die individuellen klimatologischen Eigenschaften der Untersuchungsstrecken im Vordergrund zu stehen, denn über alle Untersuchungsstrecken ergeben sich z. T. deutliche Unterschiede. Die US 1 und US 3 weisen hier vergleichsweis hohe Kombinationswerte Klima auf (siehe Bild 32).

Für beide Risikosphären, Ursachen und Wirkungen, lassen sich Rückschlüsse für Gründe hoher oder niedriger Bewertungsergebnisse ziehen. Insbesondere für die baulichen Risikoelemente ist die SBK 07a „Hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Betonfahrbahnen“ mit dem höchsten Gefährdungspotenzial (3,14) im Betrachtungszeitraum 2071-2100 belegt (vergleiche hierzu Bild 33 sowie Tabelle 85 im Anhang). Die Bewertungshistorie der eingeflossenen Indikatoren im betreffenden Abschnitt US 1-08/27 von AS-Bühl nach AS-Achern lässt erkennen, dass diese hohe Bewertung insbesondere zurückzuführen ist auf einen vergleichsweise schlechten Zustand (ca. 50 % der Fläche im Abschnitt hat einen Zustandswert 4,0 und schlechter), auf eine im Vergleich geringe Schichtdicke (< 40 cm) sowie auf ein hohes Schwerlastverkehrsaufkommen.

Demgegenüber hat im Beobachtungszeitraum 1971-2000 die SBK 06b „Frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen“ das höchste Gefährdungspotenzial (3,07 – US 4-03/28 siehe Tabelle 82 im Anhang). Hier lassen sich neben dem Kombinationswert Klima das Verkehrsaufkommen, ein vergleichsweise schlechter Zustand und die Deckschichtart als bewertungstreibende Eigenschaften im betreffenden Abschnitt US 4-03/28 erkennen.

Insgesamt ist somit erkennbar, dass insbesondere Zustand, Alter, Verkehrsbelastung und Bauweise wesentliche vulnerabilitätsbeeinflussende Merkmale der Infrastrukturelemente darstellen. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, dass sich die ersten drei Aspekte über die Zeit ändern und sich bei Infrastrukturelementen gleicher Art, Bauweise und Lage deutlich unterscheiden können. Dies kann erhebliche Unterschiede für deren Vulnerabilität und damit ihr Gefährdungspotenzial zur Folge haben. Bewertungsansätze, die nur auf unveränderliche Merkmale, wie eben Bauweise und Lage, abstellen, würden diesen wesentlichen Aspekt nicht abbilden können.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zudem zu berücksichtigen, dass für alle Betrachtungszeiträume die Bewertungen der Vulnerabilität und der Wirkungen die heutige Infrastruktur herangezogen wurde. Es erfolgte also keine Projektion der Infrastrukturmerkmale in die Zukunft. In Hinblick auf das Anliegen des Projektes, nämlich die Betrachtung der aktuellen Infrastruktur hinsichtlich potenzieller Risiken aus dem Klimawandel, war dies auch nicht angezeigt. Allerdings könnte die Sensitivität der Bewertungsergebnisse hinsichtlich veränderter Infrastrukturmerkmale mit dem RIVA-Pilotwerkzeug getestet werden, indem die Eingangswerte der Indikatorensets in den Grundlagenmodulen verändert werden. So ließen sich beispielsweise Betrachtungen mit veränderten Vulnerabilitätsbedingungen (z. B. bessere Erhaltungszustände), anderen Verkehrsbelastungen (z. B. die prognostizierten Verkehrszahlen der aktuellen Bundesverkehrswegeplanung) oder auch anderen Kritikalitätswerten (z. B. für das Netz 2050) durchführen. Darüber hinaus können auch die angesetzten Indikatorenwichtungen angepasst werden.

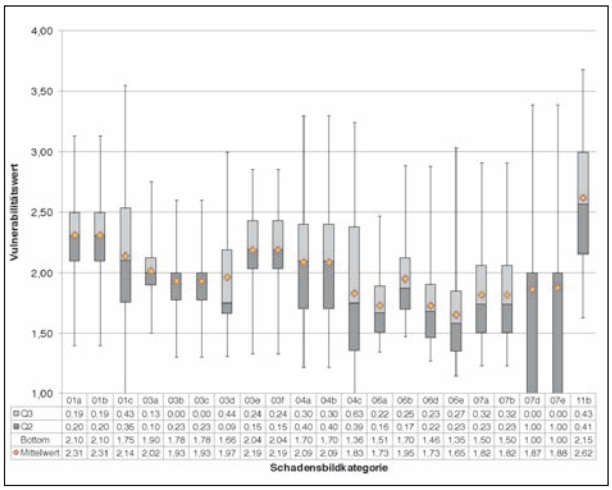


Bild 28: Verteilung der Vulnerabilitätswerte nach Schadensbildkategorien in den Untersuchungsstrecken

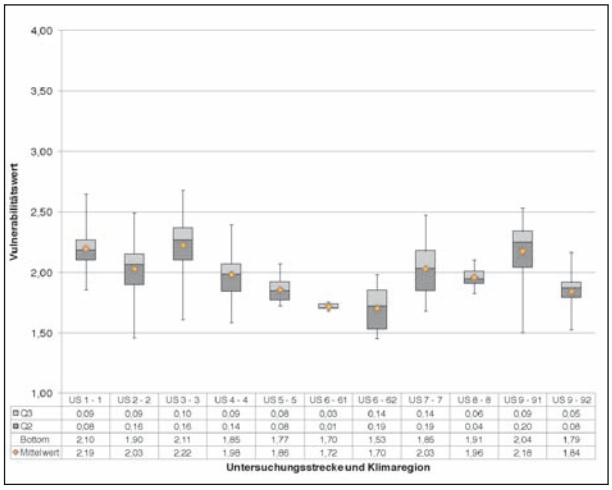


Bild 29: Verteilung der Mittelwerte von Vulnerabilitätswerten nach Untersuchungsstrecken und Klimaregion für Ingenieurbauwerke im Vergleich zu Fahrbahnen

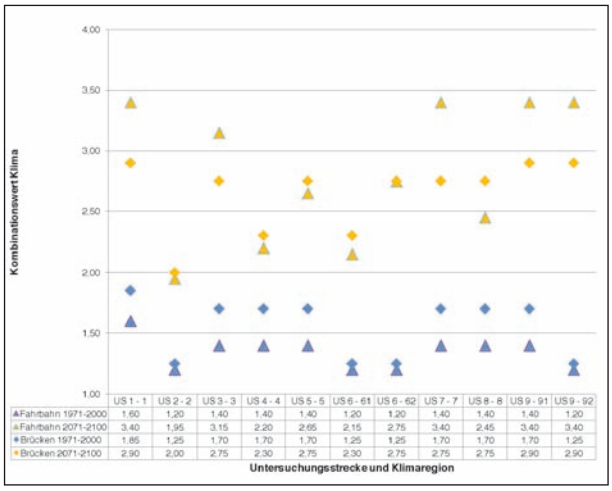


Bild 30: Verteilung der Kombinationswerte Klima hitzebedingter Schadensbildkategorien nach Untersuchungsstrecke und Klimaregion (Vergleich 1971-2000 und 2071-2100)

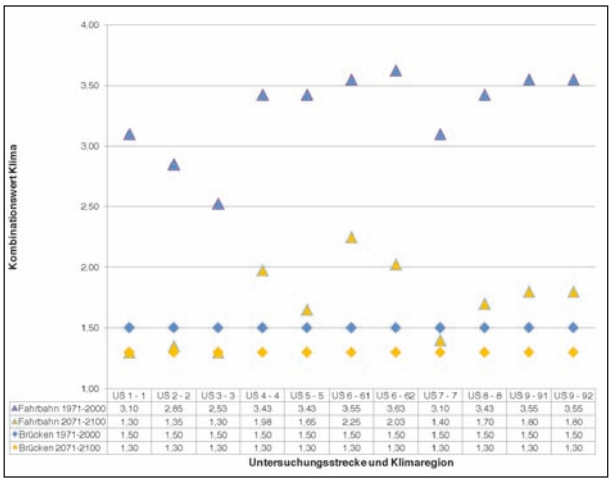


Bild 31: Verteilung der Kombinationswerte Klima frostbedingter Schadensbildkategorien nach Untersuchungsstrecke und Klimaregion (Vergleich 1971-2000 und 2071-2100)

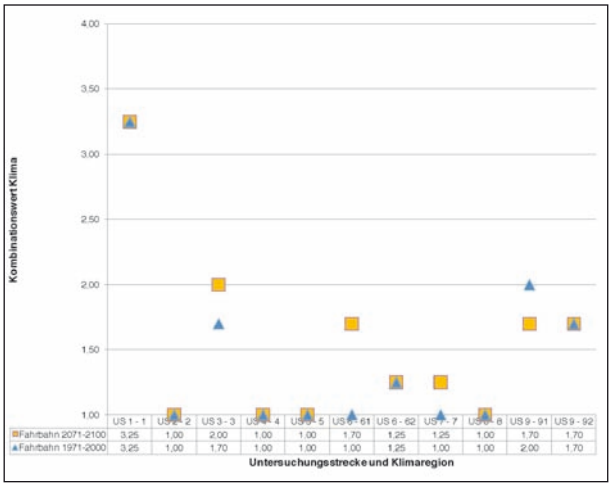


Bild 32: Verteilung der Kombinationswerte Klima niederschlagsbedingter Schadensbildkategorien nach Untersuchungsstrecke und Klimaregion (Vergleich 1971-2000 und 2071-2100)

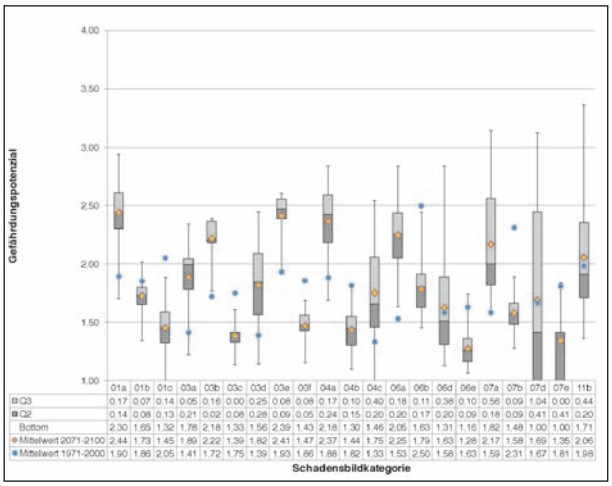


Bild 33: Verteilung der Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken nach Schadensbildkategorien (Vergleich 1971-2000 und 2071-2100)

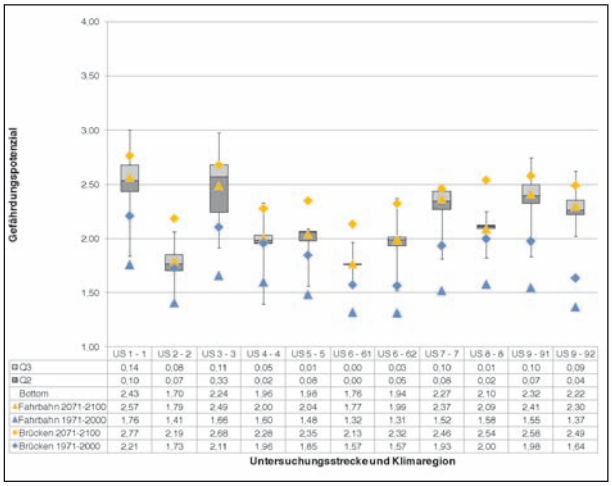


Bild 34: Verteilung der Gefährdungspotenziale hitzebedingter Schadensbildkategorien (Fahrbahn) nach Untersuchungsstrecken und Klimaregion (Vergleich 1971-2000 und 2071-2100)

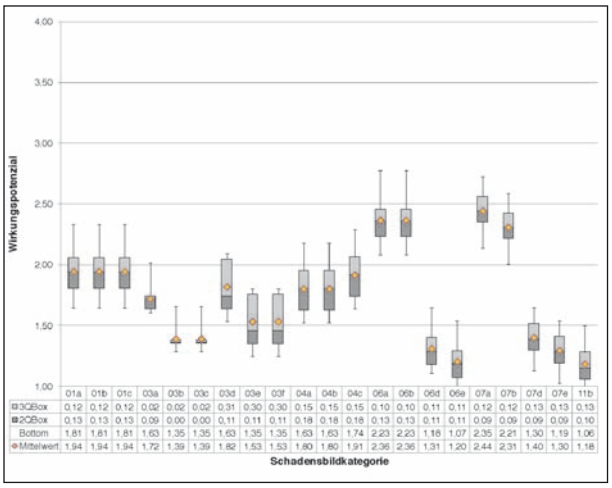


Bild 37: Verteilung der Wirkungspotenziale der Untersuchungsstrecken nach Schadensbildkategorien

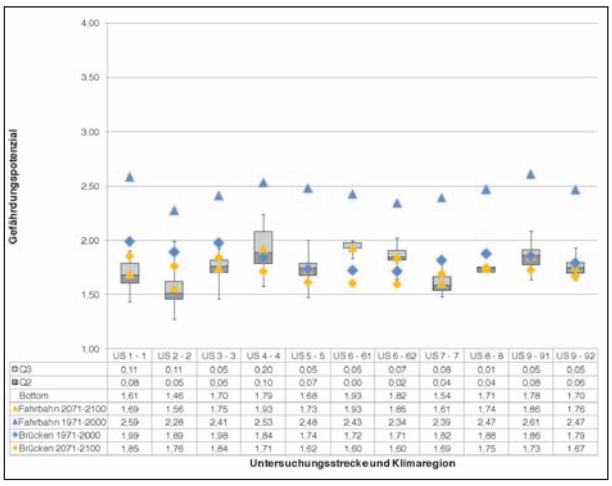


Bild 35: Verteilung der Gefährdungspotenziale frostbedingter Schadensbildkategorien (Fahrbahn) nach Untersuchungsstrecken und Klimaregion (Vergleich 1971-2000 und 2071-2100)

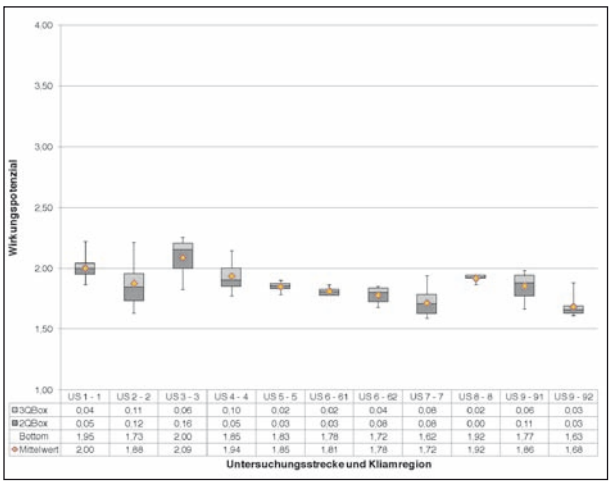


Bild 38: Verteilung der Wirkungspotenziale der Schadensbildkategorien nach Untersuchungsstrecken und Klimaregion

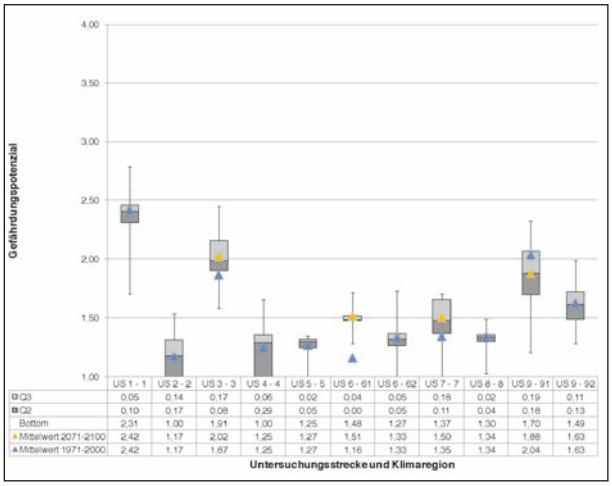


Bild 36: Verteilung der Gefährdungspotenziale niederschlagsbedingter Schadensbildkategorien (Fahrbahn) nach Untersuchungsstrecken und Klimaregion (Vergleich 1971-2000 und 2071-2100)

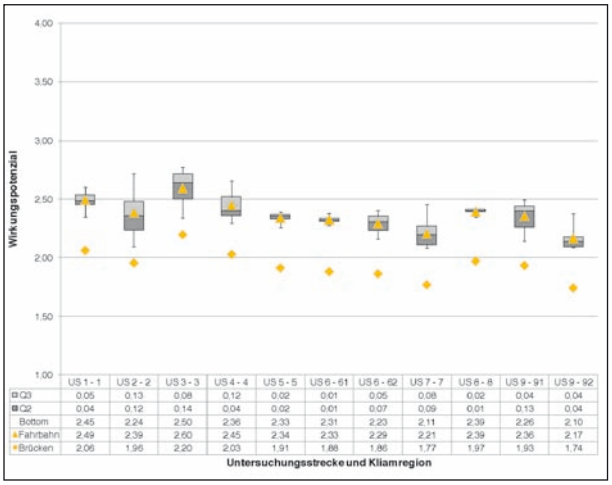


Bild 39: Verteilung der Wirkungspotenziale hitzebedingter Schadensbildkategorien (Fahrbahn) nach Untersuchungsstrecken und Klimaregion

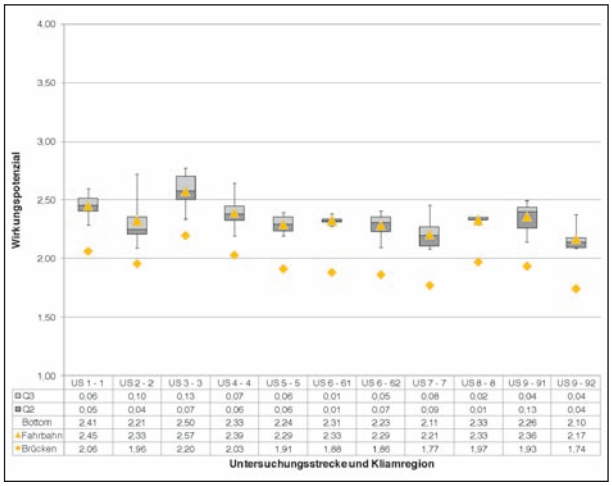


Bild 40: Verteilung der Wirkungspotenziale frostbedingter Schadensbildkategorien (Fahrbahn) nach Untersuchungsstrecken und Klimaregion

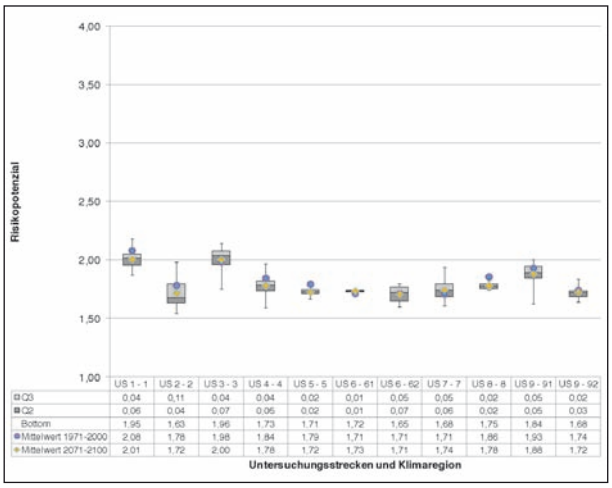


Bild 43: Verteilung der Gesamtrisikopotenziale nach Untersuchungsstrecken und Klimaregion (Vergleich 1971-2000 und 2071-2100)

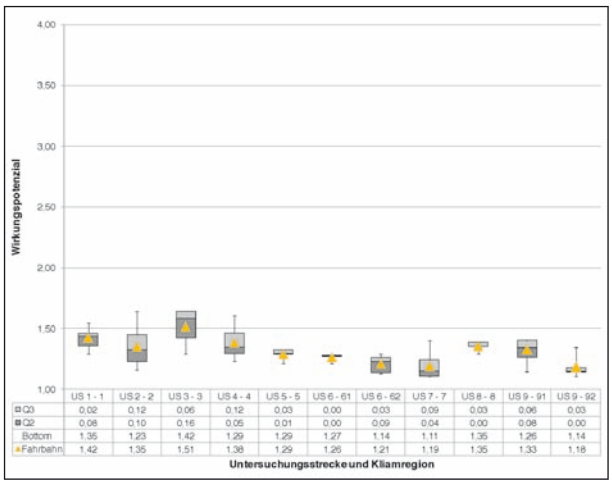


Bild 41: Verteilung der Wirkungspotenziale niederschlagsbedingter Schadensbildkategorien (Fahrbahn) nach Untersuchungsstrecken und Klimaregion

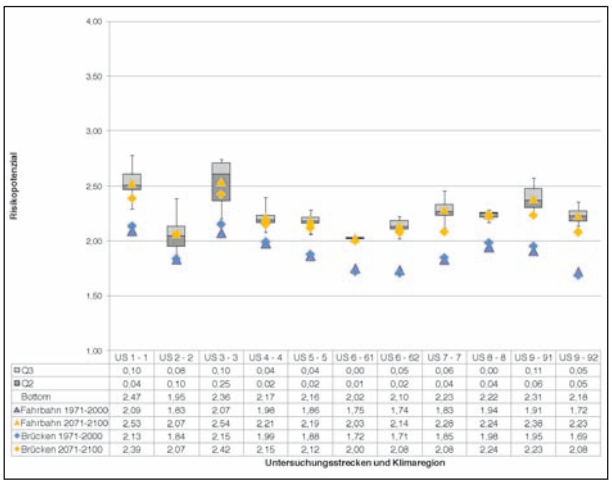


Bild 44: Verteilung der Risikopotenziale hitzebedingter Schadensbildkategorien (Fahrbahn) nach Untersuchungsstrecken und Klimaregion (Vergleich 1971-2000 und 2071-2100)

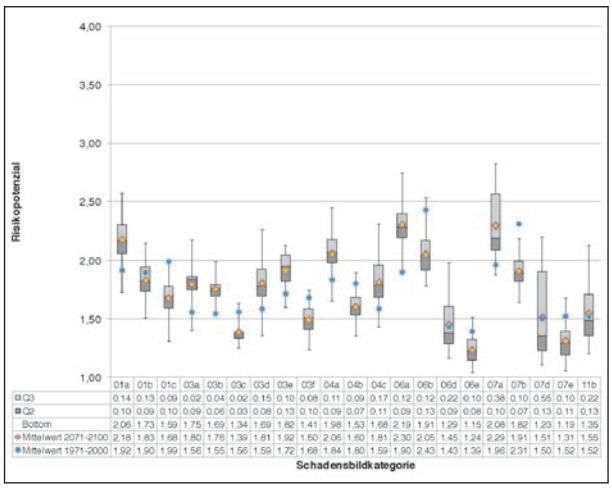


Bild 42: Verteilung der Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken nach Schadensbildkategorie (Vergleich 1971-2000 und 2071-2100)

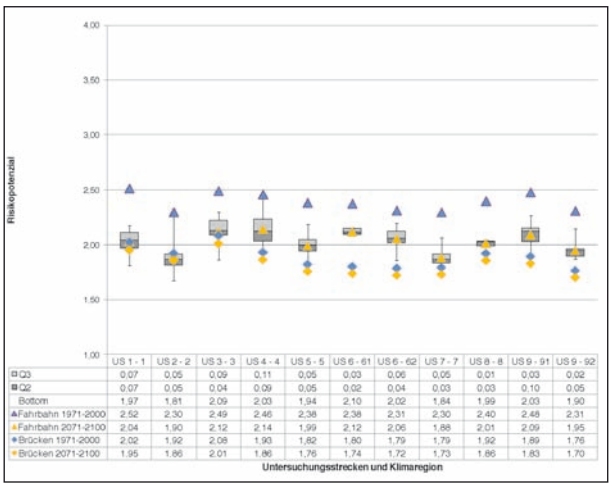


Bild 45: Verteilung der Risikopotenziale frostbedingter Schadensbildkategorien (Fahrbahn) nach Untersuchungsstrecken und Klimaregion (Vergleich 1971-2000 und 2071-2100)

8 Ausblick – Beitrag der Ergebnisse zur Diskussion von Anpassungsbedarf und Maßnahmen

Im Rahmen des RIVA-Projektes wurde eine Bewertungsmethodik entwickelt, die sowohl Ursachen- als auch Wirkungssphäre der zu betrachtenden Risiken abbildet. Als zentrale Ergebnisgrößen werden Gefährdungs-, Wirkungs- und Risikopotenzialwerte generiert. Die Methodik erlaubt eine abschnittsscharfe indikative Risikobetrachtung strukturiert nach Risikoelementen und Schadensbildkategorien (SBK). Damit lassen sich Risiken im Netz streckenabschnittsgenau verorten, den wichtigsten Elementen der Straßeninfrastruktur zu- und nach ihrem grundsätzlichen Charakter einordnen.

Die Methodik verschneidet Merkmale des Klimas und Merkmale der Infrastruktur miteinander. Zum einen können durch die Verknüpfung der beiden Gefährdungsdimensionen Klima und Vulnerabilität Rückschlüsse auf die eigentliche Gefährdung der Straßeninfrastruktur gewonnen werden. Denn nur da, wo den aktuellen bzw. den sich wandelnden Klimaereignissen vulnerable Infrastrukturelemente gegenüberstehen, werden relevante Gefährdungs- und in der Folge auch Risikopotenziale identifiziert. Zum anderen erlaubt die Einbeziehung der Art und Weise potenzieller Wirkungen und insbesondere auch der Kritikalität der Infrastruktur die Sichtbarmachung unterschiedlicher Wirkungspotenziale und damit auch eine Validierung der identifizierten potenziellen Risiken nach betriebs- bzw. volkswirtschaftlichen Aspekten.

Durch den hierarchischen Aufbau lassen sich anhand der jeweiligen Bewertungshistorie über die Teilindizes, z. B. Vulnerabilitätswerte und Bewertungen der Wirkungsweisen, bis hinunter zu den Einzelindikatoren für alle vier Risikodimensionen konkrete Rückschlüsse auf Risikotreiber ziehen. Die Methodik liefert damit einen wichtigen Beitrag für ein verbessertes Verstehen von Risiken aus dem Klimawandel und ihren komplexen Zusammenhängen.

Netzweite Analysen erlauben, Risiken aus der Perspektive der Gesamtschau hinsichtlich ihrer räumlichen, qualitativen und quantitativen, insbesondere aber auch wirtschaftlichen Bedeutung zu beurteilen. Die entwickelte Methodik kann deshalb ein wichtiges Instrument zur Sensibilisierung der Infrastrukturverantwortlichen und Entscheidungsträger sein.

Das im Rahmen des Projektes entwickelte Pilotwerkzeug ermöglicht die netzweite Risikobetrachtung nach der RIVA-Methodik. Seine Funktionsweise erlaubt insbesondere

- die Betrachtung der Schadensbildkategorien einzeln oder als Gruppe, z. B. alle SBK eines Risikoelementes, alle hitzebedingten SBK etc.,
- die Herleitung der streckenabschnittsbezogenen Ergebnisgrößen Gefährdungs-, Wirkungs- und Risikopotenzial im Kernmodul,
- die Einbindung und (Teil-)Aggregation von Datengrundlagen zur Bewertung von Indikatoren über die Grundmodule,
- die Anpassung von Indikatorensets, Ausprägungsstufen und Wichtungen zur Betrachtung von Sensitivitäten und Bandbreiten,
- die Anpassung von Indikatorensets, Ausprägungsstufen und Wichtungen mit Forschungsfortschritt bzw. verbesserter Datengrundlage sowie
- die Aufnahme weiterer Schadensbildkategorien.

Das RIVA-Pilotwerkzeug bietet die Möglichkeit, neue Erkenntnisse, z. B. aus den Forschungsvorhaben der BASt, in die Risikobetrachtungen einzubinden. Es kann Ausgangspunkt für die Entwicklung einer Anwenderlösung sein, die auch eine visuelle Aufbereitung der Ergebnisse durch z. B. farbcodierte Kartendarstellungen möglich macht.

Die eigentlichen Ergebnisse der Risikobetrachtungen auf Netzebene können wichtige Grundlage sein für weiterführende Untersuchungen und Entscheidungsfindungsprozesse, insbesondere z. B. für

- Auswahl und Priorisierung von Streckenabschnitten, die einer detaillierteren Betrachtung in kleinerem Maßstab (vor Ort) unterzogen werden sollen, z. B. aufgrund:
  - hoher Vulnerabilitätsbewertungen,
  - im Vergleich zu anderen Regionen stärkeren Änderungstendenzen der Klimasignale,
  - hohen Wirkungspotenzials, insbesondere auch hoher Kritikalität,
  - Nichtbewertbarkeit durch Fehlen von Datengrundlagen.

- Identifikation und Priorisierung des Bedarf für die Entwicklung von Risikobehandlungsmaßnahmen, z. B. weil
  - bestimmte Risiken eine hohe volkswirtschaftliche Relevanz haben (Nutzerkosten),
  - bestimmte Risiken eine erhebliche betriebswirtschaftliche Bedeutung aufweisen (Betreiberkosten),
  - bestimmte Maßnahmen einen sehr langen Planungs-/Umsetzungshorizont haben,
  - bestimmte Risiken große Teile des Netzes betreffen.
- Beurteilung, Vergleich und Priorisierung von Risikobehandlungsmaßnahmen aus betriebswirtschaftlicher/volkswirtschaftlicher Perspektive, z. B. in Hinblick auf:
  - Signifikanz der Wirksamkeit (z. B. geringfügige/erhebliche Verringerung von Vulnerabilitäten),
  - Art und Weise der Wirksamkeit (z. B. Verringerung von Vulnerabilitäten durch andere Erhaltungsstrategien versus Erneuerung ggf. mit veränderten Bauweisen),
  - räumliche Wirksamkeit im Gesamtnetz (großräumig/kleinräumig, alle/nur bestimmte Klimaregionen).
- Berücksichtigung der Ergebnisse in anderen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, z. B.:
  - nach RI-WI-BRÜ von Brücken bei der Auswahl geeigneter Instandsetzungs- bzw. Erneuerungsmaßnahmen,
  - Bedarfsplanung des Bundes und der Länder (z. B. Erhaltungsbedarfsprognose).
- Beurteilung des Anpassungsbedarfs bestehender Richtlinien für z. B.
  - Planung (z. B. Trassenführung, Dimensionierung, Bauweisen),
  - Betrieb,
  - Erhaltung,
  - Verkehrsbeeinflussungssysteme,
  - Störfallmanagement.

Forschungsbedarf wurde zudem bereits im Rahmen der Bearbeitung des RIVA-Projektes deutlich, denn das Projekt berührt eine sehr große Breite an Themen in Zusammenhang mit Klimaprojektionen, technischen und funktionalen Aspekten bei Bau, Erhaltung und Betrieb von Straßen bis hin zur Unfallforschung und volkswirtschaftlichen Betrachtungen. Verschiedenste Teilaspekte waren bzw. sind bereits Gegenstand von Forschungsprojekten, die Berührungspunkte zu für RIVA relevanten Fragestellungen haben. Dennoch eigneten sich zum Zeitpunkt der Projektbearbeitung nur wenige Ergebnisse zur unmittelbaren Weiterverwendung als Eingangsdaten für die systematische Risikobetrachtung im komplexen RIVA-Kontext.

Um trotzdem für möglichst viele Schadensbildkategorien im RIVA-Modell zumindest indikative Ergebnisse generieren zu können, mussten da, wo nicht auf geeignete Daten bzw. Forschungsergebnisse zurückgegriffen werden konnte, Indikatoren im Rahmen des RIVA-Projektes hergeleitet werden. Die Herleitung von Indikatoren im Rahmen des RIVA-Projektes kann detaillierte Forschungsarbeit und die notwendige Verbesserung der zur Verfügung stehenden Datengrundlagen aber selbstverständlich nicht ersetzen. (siehe dazu u. a. die Ausführungen in den Kapiteln 4.3.1, 4.3.3, 5.2).

Das Set der für das RIVA-Modell festgelegten Indikatoren soll daher nicht als endgültig verstanden werden. Es ist vielmehr ein Starterset, das auf der Basis weiterer Erkenntnisse und verbesserter Datengrundlagen angepasst und fortgeschrieben werden kann und muss.

Forschungsbedarf besteht demnach insbesondere im Hinblick auf:

- vertiefende Analyse von komplexen Ursache-Wirkungs-Beziehungen (z. B. in Bezug auf monetäre Bewertung von Wirkungspotenzialen),
- Erarbeitung/Aufbereitung der benötigten netzweiten Datengrundlage (z. B. Daten zur Bewertung von Vulnerabilitätsindikatoren; Daten zur Bewertung von Wirkungspotenzialen einschließlich Kritikalitätsbewertungen; Informationen zur Höhenlage der Infrastruktur zur Berücksichtigung in den Klimaprojektionen),
- Validierung der Indikatorensets zur Vulnerabilitätsbeurteilung,
- Weiterentwicklung des RIVA-Pilotwerkzeugs zu einer Anwenderlösung.

Das RIVA-Projekt leistet insgesamt einen wichtigen Beitrag zur Diskussion von Anpassungsbedarf und

möglichen/notwendigen Maßnahmen in Zusammenhang mit den Risiken aus dem Klimawandel für die Straßeninfrastruktur. Es liefert sowohl die Methodik als auch ein Pilotwerkzeug für die strukturierte Risikobetrachtung eines Straßennetzes (des Netzes der Bundesfernstraßen) und ermöglicht so, Risiken aus der Perspektive der Gesamtschau hinsichtlich ihrer räumlichen, qualitativen und quantitativen, insbesondere aber auch ihrer wirtschaftlichen Bedeutung zu beurteilen. Das RIVA-Projekt unterstützt damit den Prozess der Sensibilisierung der Verantwortlichen und Entscheidungsträger, schafft wesentliche Grundlagen für weiterführende Untersuchungen und Entscheidungsfindungsprozesse und zeigt wichtigen Forschungsbedarf auf.

9 Zusammenfassung

Im Forschungsprogramm „Adaptation der Straßenverkehrsinfrastruktur an den Klimawandel“, kurz „AdSVIS“ genannt, ist das Projekt „RIVA – Risikoanalyse wichtiger Verkehrsachsen des Bundesfernstraßennetzes im Kontext des Klimawandels“ das zentrale Element.

Im Rahmen des RIVA-Projektes wurde eine Bewertungsmethodik entwickelt, die sowohl Ursachen- als auch Wirkungssphäre der zu betrachtenden Risiken abbildet. Als zentrale Ergebnisgrößen werden Gefährdungs-, Wirkungs- und Risikopotenzialwerte generiert.

Die Methodik erlaubt eine abschnittsscharfe indikative Risikobetrachtung strukturiert nach Risikoelementen und Schadensbildkategorien. Damit lassen sich Risiken im Netz streckenabschnittsgenau verorten, den wichtigsten Elementen der Straßeninfrastruktur zu- und nach ihrem grundsätzlichen Charakter einordnen. Eine solche netzbasierte Betrachtung kann eine detaillierte Betrachtung vor Ort nicht ersetzen, aber bereits wichtige Ergebnisse für die Identifikation besonders gefährdeter Abschnitte und deren Priorisierung liefern.

Die besondere Herausforderung für das RIVA-Projekt war die Entwicklung einer Methodik für eine netzweite Anwendung, die eine Betrachtung unter Nutzung standardisiert erhobener Daten (Verwendung verschiedenen Datenbanken bspw. IT-ZEB-Server für Zustandsdaten des Streckenoberbaus) erlaubt. Die Analysen erfolgen für die vier Betrachtungszeiträume 1971-2000 (Beobachtungszeitraum), 2011-2040, 2041-2070 und 2071-2100 (Projektionszeiträume), für die projektspezifische Klimadaten und Klimaprojektionen erzeugt wurden.

Das Risikopotenzial wurde im RIVA-Projekt als Funktion von Ursache und Wirkung verstanden. Basis für die Identifizierung und Bewertung des Risikopotenzials waren komplexe Ursache-Wirkungsketten zur Festlegung von relevanten Schadensbildkategorien im Zusammenhang mit dem jeweiligen Risikoelement (z. B. Brücke). Im Rahmen der Risikoidentifikation und -analyse wurden daher Ursache-Wirkungsketten jeweils ausgehend von den als relevant identifizierten Klimaereignissen erarbeitet.

Die Methodik verschneidet Merkmale des Klimas und Merkmale der Infrastruktur. Im Ergebnis wird das Risikopotenzial aus dem Klimawandel für die Straßeninfrastruktur im RIVA-Projekt durch ein hierarchisches Indikatorenmodell beschrieben, das vier Merkmalsdimensionen berücksichtigt:

- Klimaereignisse
- Vulnerabilität der Risikoelemente
- Wirkungscharakteristik
- Kritikalität.

Eine Schadensbildkategorie umfasst typische Erscheinungsformen von Schäden, die durch die jeweiligen Klimaereignisse verursacht werden können. Die Schadensbildkategorie ist die zentrale Betrachtungseinheit der RIVA-Methodik. Im Rahmen der Risikoanalyse wurden 32 technische und drei verkehrsteilnehmerbezogene Schadensbildkategorien identifiziert. Beispiele für die Schadensbildkategorien sind:

- frostbedingte Schäden und Einschränkungen an Brücken,
- hitzebedingte Schäden und Einschränkungen an Asphaltfahrbahnen,
- Schäden und Einschränkungen durch Funk - tionsversagen der Entwässerung durch Starkregen (Aquaplaning) und
- Sichtbehinderungen der Verkehrsteilnehmer durch Starkregen, etc.

Für die Bewertung von Risiken für die verschiedenen Schadensbildkategorien auf einem Streckenabschnitt wurden jedem einzelnen Indi-

kator Ausprägungsstufen in einer vierstufigen Skala zugeordnet. Dazu wurden, unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit von Daten, aktuelle oder abgeschlossene Forschungsergebnisse sowie Expertenwissen herangezogen. Methodik und Pilotwerkzeug erlauben, dass bei neuen Erkenntnissen weitere Schadensbildkategorien ergänzt oder Indikatorensets, Ausprägungsstufen und Wichtungen modifiziert werden können.

Im RIVA-Projekt wurde auf Basis der entwickelten Methodik ein komplexes, modular aufgebautes RIVA-Pilotwerkzeug erarbeitet und beispielhaft auf ca. 1.200 km des Bundesfernstraßennetzes angewendet. Dazu wurden neun Untersuchungsstrecken mit einer Länge von 60 bis 130 km anhand folgender Kriterien ausgewählt:

- regionale Verteilung, d. h. unterschiedliche klimatische und geografische Bedingungen,
- Strecken mit hoher und niedriger Verkehrsbelastung,
- Anbindung an Seehäfen und Nachbarländer,
- verschiedene Bauweisen,
- unterschiedlicher Erhaltungszustand und Alter der Strecken.

Die Betrachtung der Untersuchungsstrecken erfolgte nach Streckenabschnitten. Ein Streckenabschnitt erstreckt sich zwischen zwei Knoten, beispielsweise von Anschlussstelle zu Anschlussstelle.

Auch wenn zu berücksichtigen ist, dass nicht alle Schadensbildkategorien in die Bewertung einbezogen werden konnten und die zur Verfügung stehenden Informationen und Datengrundlagen teilweise lückenhaft waren, lassen die exemplarischen Bewertungsergebnisse erkennen, dass insbesondere die Risikopotenziale in Zusammenhang mit hitzebedingten Schadensbildkategorien eine vergleichsweise deutliche Zunahme zwischen dem Beobachtungszeitraum 1971-2000 und dem letzten Projektionszeitraum 2071-2100 erfahren. Demgegenüber steht ein Rückgang der frostbedingten Risikopotenziale. Niederschlagsbedingte Risikopotenziale hängen stattdessen wesentlich von den individuellen Merkmalen der Straßeninfrastruktur ab, sodass sich hier kein Trend ausmachen lässt.

Insgesamt ist erkennbar, dass insbesondere Zustand, Alter, Verkehrsbelastung und Bauweise wesentliche vulnerabilitätsbeeinflussende Merkmale der Infrastrukturelemente darstellen. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, dass sich die drei ersten Aspekte über die Zeit ändern und sich bei Infrastrukturelementen gleicher Art, Bauweise und Lage deutlich unterscheiden können. Dies kann erhebliche Unterschiede für deren Vulnerabilität und damit ihr Gefährdungspotenzial zur Folge haben. Die Ergebnisse liefern so beispielsweise Anhaltspunkte für Möglichkeiten der Risikominderung durch Veränderung von Erhaltungsstrategien.

Die Einbeziehung der Art und Weise potenzieller Wirkungen und insbesondere auch der Kritikalität der Infrastruktur erlaubt die Sichtbarmachung unterschiedlicher Wirkungspotenziale und damit auch eine Validierung der identifizierten potenziellen Risiken nach betriebs- und volkswirtschaftlichen Aspekten.

Das RIVA-Pilotwerkzeug bietet zudem die Möglichkeit, neue Erkenntnisse, z. B. aus den Forschungsvorhaben der BASt, in die Risikobetrachtungen einzubinden. Es kann Ausgangspunkt für die Entwicklung einer Anwenderlösung sein, die auch eine visuelle Aufbereitung der Ergebnisse durch z. B. farbcodierte Kartendarstellungen möglich macht.

Methodik und Pilotwerkzeug ziehen für alle Betrachtungszeiträume die Bewertungen der Vulnerabilität und der Wirkungen für die heutige Infrastruktur heran. Es erfolgte also keine Projektion der Infrastrukturmerkmale in die Zukunft. Allerdings kann die Sensitivität der Bewertungsergebnisse hinsichtlich veränderter Infrastrukturmerkmale mit dem RIVA-Pilotwerkzeug getestet werden, indem die Eingangswerte der Indikatorensets in den Grund-lagenmodulen verändert werden.

Die Ergebnisse der Risikobetrachtungen können wichtige Grundlage sein z. B. für die Auswahl detaillierter zu untersuchender Streckenabschnitte, für Identifikation und Priorisierung des Bedarfs für die Entwicklung von Risikobehandlungsmaßnahmen sowie für die Beurteilung und den Vergleich unterschiedlicher Behandlungsmaßnahmen. Sie können einfließen in Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und die Beurteilung des Anpassungsbedarfs für Richtlinien.

Die Risikobetrachtungen sollten in diesem Sinne beispielsweise grundsätzlich Berücksichtigung finden bei der Planung von Erhaltungs- und Betriebsmaßnahmen, damit die Vulnerabilität von

Infrastrukturelementen über den Lebenszyklus möglichst minimiert werden kann. Im Idealfall stellt die RIVA-Methodik zukünftig eine Komponente eines umfassenden Asset-Managements dar, welches die wirtschaftliche, anforderungsgerechte und ressourcenschonende „Bewirtschaftung“ der Straßeninfrastruktur sicherstellt.

Das RIVA-Projekt liefert sowohl die Methodik als auch ein Pilotwerkzeug für die strukturierte Risikobetrachtung eines Straßennetzes (des Netzes der Bundesfernstraßen) und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Diskussion von Anpassungsbedarf und möglichen/notwendigen Maßnahmen in Zusammenhang mit den Risiken aus dem Klimawandel für die Straßenverkehrsinfrastruktur. Es unterstützt damit den Prozess der Sensibilisierung der Verantwortlichen und Entscheidungsträger, schafft wesentliche Grundlagen für weiterführende Untersuchungen und Entscheidungsfindungsprozesse und zeigt wichtigen Forschungsbedarf auf.

10 Literatur

ALFEN, H. W.; RIEMANN, A. & LEIDEL, K. (2010): Lebenszyklusorientiertes Risikomanagement für PPP-Projekte im öffentlichen Hochbau. Weimar: Bauhaus-Universität Weimar

BARK, A. et al. (2011): Ermittlung des Aquaplaningrisikos auf Bundesfernstraßen unter Berücksichtigung des Klimawandels und den damit verbundenen Niederschlagsereignissen FE 89.240/ 2009, Gießen, Darmstadt, Bergisch Gladbach, Bundesanstalt für Straßenwesen

Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) (2011): Forschung kompakt 04/11, Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle 2009, Bergisch Gladbach

BENESTAD, R.; HANSSEN-BAUER, I. & CHENG, D. (2008): Empirical-statistical Downscaling. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

BLES, T. et al. (2010): Risk Management for Roads in a Changing Climate – A Guidebook to the RIMAROCC Method, ERA-NET ROAD, s.l.: s.n.

BÖHM, U. et al. (2006): CLM – the climate version of LM: Brief description and long-term applications. COSMO Newsletter 6

CHRISTENSEN, J. (2005): Prediction of regional scenarios and uncertainties for defining european climate change risks and effects (PRUDENCE). Copenhagen: s.n.

ENKE, W.; DEUTSCHLÄNDER, T. & SCHNEIDER, F. (2005a): A novel scheme to derive optimized circulation pattern classifications for downscaling and forecast purposes. Theor. Appl. Climatol, Band 82, pp. 51-63

ENKE, W.; DEUTSCHLÄNDER, T.; SCHNEIDER, F. & KÜCHLER, W. (2005b): Results of five regional climate studies applying a weather pattern based downscaling method to ECHAM4 climate simulations. Meteorol. Z., Band 14, pp. 247-257

EU (2009): Weißbuch Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen. s.l.: s.n.

FOWLER, H. J.; BLENKINSOP, S. & TEBALDI, C. (2007): Review: Linking climate change modelling to impacts studies: recent advances in downscaling techniques for hydrological modelling. Int. J. CLIMATOL, Band 27, pp. 1547-1578

GEISTEFELDT, J. & LOHOFF, J. (2011): Stausituation auf den Autobahnen in Nordrhein-Westfalen Studie im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, Bochum: Ruhr Universität Bochum

GRAMELSBERGER, G. (2011): What do numerical (climate) models really represent? Stud. Hist. Phil. Science, Issue 42, pp. 296-302

GROTCH, S. & Mac CRACKEN, M. (1991): The use of general circulation models to predict regional climatic change. Climate 4, pp. 286-303

IPCC (2007): Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Cambridge, Cambrigde University Press

IPCC (2013): Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report Climate Change 2013: The Physical Science Basis Summary for Policymakers. Geneva, s.n.

JACOB, D. et al. (2008): Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland – Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland, Hamburg: Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M) Hamburg

JACOB, D. et al. (2013): EURO-CORDEX: New high-resolution climate change projections for European impact research. Regional Environmental Change, pp. 1-16

KLEIN TANK, A.; ZWIERS, F. & ZHANG, X. (2009): Guidelines on analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. WMO WMO-TD No. 1500 – Climate Data and Monitoring WCDMP-No. 72. s.l.: s.n.

KNUTTI, R. et al. (2010): Good practice guidance paper on assessing and combining multi model climate projections. In: T. STOCKER et al. (Hrsg.). Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting on Assessing and Combining Multi Model Climate Projections. IPCC Working Group I Technical Support Unit, University of Bern. Bern, Schweiz: s.n.

KREIENKAMP, F.; BAUMGART, S.; SPEKAT, A. & ENKE, W. (2011): Climate signals on the regional scale derived with a statistical method: Relevance of the driving model's resolution. Atmosphere 2, pp. 129-145

KREIENKAMP, F.; HÜBENER, H.; LINKE, C. & SPEKAT, A. (2012): Good practice for the usage of climate model simulation results – a discussion paper. Env. Syst. Res. 1, pp. 9-37

KREIENKAMP, F.; SPEKAT, A. & ENKE, W. (2009): Sensitivity studies with a statistical downscaling method – the role of the driving large scale model. Meteorol Z.18, pp. 597-606

KREIENKAMP, F.; SPEKAT, A. & ENKE, W. (2010a): Ergebnisse eines regionalen Szenarienlaufs für Deutschland mit dem statistischen Modell WETTREG2010, s.l.: Climate and Environment Consulting Potsdam GmbH im Auftrag des Umweltbundesamtes

KREIENKAMP, F.; SPEKAT, A. & ENKE, W. (2010b): Weiterentwicklung von WETTREG bezüglich neuartiger Wetterlagen., s.l.: s.n.

LEITH, C. E. (1974): Theoretical skill of monte carlo forecasts. Mon. Wea. Rev., Issue 102, pp. 409-418

LICHTE, U. (2004): Klimatische Temperatureinwirkungen und Kombinationsregeln bei Brückenbauwerken. Neubiberg: Universität der Bundeswehr München, Institut für Konstruktiven Ingenieurbau

MEEHL, G. et al. (2007): Global Climate Projections. In: S. SOLOMON et al. (Hrsg.). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth. Cambridge, UK and USA: Cambridge University Press, pp. 747-846

MERZ, M. (2011): Entwicklung einer indikatorenbasierten Methodik zur Vulnerabilitätsanalyse für die Bewertung von Risiken in der industriellen Produktion, Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie (KIT) KIT Scientific Publishing KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und nationales Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft

MIKUS, B., 2001. Risiken und Risikomanagement: ein Überblick. In: U. GÖTZE; K. HENSELMANN & B. MIKUS (Hrsg). Risikomanagement. Heidelberg: Physica Verlag, S. 3-28

MURPHY, J. et al. (2009): UK Climate Projections Science Report: Climate change projections. s.l.: Met Office Hadley Centre, Exeter

NORRMAN, A. & JANSSON, U. (2004): Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier acciden. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 34 (5), pp. 434-456

ORLOWSKY, B. (2007): Setzkasten Vergangenheit – ein kombinatorischer Ansatz für regionale Klimasimulationen – Ph. D. thesis. Hamburg: Department Geowissenschaften der Universität Hamburg

ORLOWSKY, B.; GERSTENGARBE, F.-W. & WERNER, P. (2008): A resampling scheme for regional climate simulations and its performance compared to a dynamical RCM. Theor. Appl. Climatol, Band 92, pp. 209-223

PENG, G.; LESLIE, L. & SHAO, Y. (2002): Environmental Modelling and Prediction. Berlin, Heidelberg, New York: Springer

ROCKEL, B.; WILL, A. & HENSE, A. (2008): Special issue: COSMO-CLM. Meteorologische Zeitschrift, Band 17

ROECKNER, E. et al. (2003): The atmospheric general circulation model ECHAM5 – Part 1:

Model Description, Hamburg: Max-Planck-Institut für Meteorologie

ROECKNER, E. et al. (2004): The atmosphere general circulation model ECHAM5 – Part 2: Sensitivity of simulated climate to horizontal and vertical resolution, Hamburg: Max-Planck-Institut für Meteorologie

ROEDEL, W. (2000): Physik unserer Umwelt. Die Atmosphäre. 3. Auflage. (Hrsg.): Berlin, Heidelberg, New York: Springer

RUMMUKAINEN, M. (2010): State-of-the-art with regional climate models. WIREs Climate Change 1, pp. 82-96

SCHINDLER, K. (2008): Untersuchung des Verformungsverhaltens von Asphalt zur Bestimmung von Materialkennwerten für die Dimensionierung (Dissertation). Braunschweig: Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

SILLMANN, J. & ROECKNER, E. (2008): Indices for extreme events in projections of anthropogenic climate change. Clim. Change 86, pp. 83-104

SPEKAT, A.; ENKE, W. & KREIENKAMP, F. (2007): Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen, Dessau: Umweltbundesamt

SPEKAT, A.; KREIENKAMP, F. & ENKE, W. (2010): An impact-oriented classification method for atmospheric patterns. Phys. Chem. Earth, pp. 352-359

Statistisches Bundesamt (2012): Fachserie 8, Reihe 7, Verkehr, Verkehrsunfälle 2011, Wiesbaden: Statistisches Bundesamt

Statistisches Bundesamt (2013): Fachserie 8, Reihe 7, Verkehr, Verkehrsunfälle 2012, Wiesbaden: Statistisches Bundesamt

THIENEL, K.-C. (2011): Vorlesungsskript – Werkstoffe des Bauwesens Bituminöse Baustoffe. Universität der Bundeswehr München: Institut für Werkstoffe des Bauwesens, Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen an der Universität der Bundeswehr München

TREWIN, B. (2007): The role of climatological normals in a changing climate. WMO – WCDMP No. 61, WMO-TD No. 1377. s.l.: s.n.

van der LINDEN, P. & MITCHELL, J. (2009): ENSEMBLES: Climate Change and its Impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. s.l.: Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB

VDStra (2004): Leistungsheft für den Straßenbetriebsdienst auf Bundesfernstraßen Version 1.1, Köln: Verband Deutscher Straßenwärter

WOLF, K. & RUNZENHEIMER, B. (2003): Risikomanagement und KonTraG: Konzeption und Implementierung. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Straßenbau“

2010

S 60: **Die Zukunftsfähigkeit der Planfeststellung – Referate eines Forschungsseminars des Arbeitskreises „Straßenrecht“ am 21./22. September 2009 in Bonn** € 15,50

S 61: **Modell zur straßenbautechnischen Analyse der durch den Schwerverkehr induzierten Beanspruchung des BAB-Netzes**
Wolf, Fielenbach € 16,50

S 62: **41. Erfahrungsaustausch über Erdarbeiten im Straßenbau** € 18,50

S 63: **Vergleichsuntersuchungen zum Frosthebungsversuch an kalkbehandelten Böden, RC-Baustoffen und industriellen Nebenprodukten**
Blume € 16,00

S 64: **Griffigkeitsprognose an offenporigen Asphalten (OPA) Teil 1: Bestandsaufnahme an vorhandenen Strecken**
Rohleder, Kunz, Wasser, Pullwitt, Müller,
Ripke, Zöller, Pöppel-Decker € 23,00
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

S 65: **Untersuchungen von Dübellagen zur Optimierung des Betondeckenbaus**
Freudenstein, Birmann € 14,00

2011

S 66: **Qualitätssicherung von Waschbetonoberflächen**
Breitenbücher, Youn € 14,50

S 67: **Weiterentwicklung der automatisierten Merkmalserkennung im Rahmen des TP3**
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Canzler, Winkler € 16,50

S 68: **Lärmmindernder Splittmastixasphalt**
Ripke
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 69: **Untersuchung der Messunsicherheit und der Klassifizierungsfähigkeit von Straßenbelägen**
Müller, Wasser, Germann, Kley € 14,50

S 70: **Erprobungsstrecke mit Tragschichten ohne Bindemittel aus ziegelreichen RC-Baustoffen**
Dieser Bericht liegt außerdem in digitaler Form vor und kann unter http:// bast.opus.hbz-nrw.de heruntergeladen werden.
Jansen, Kurz € 16,00

S 71: **Enteignung für den Straßenbau – Verfahrensvereinheitlichung – Privatisierung – Referate eines Forschungsseminars des Arbeitskreises „Straßenrecht“ im September 2010 in Bonn** € 15,00

S 72: **Griffigkeitsprognose an offenporigen Asphalten – Teil 2: Neue Baumaßnahmen**
Jansen, Pöppel-Decker € 15,00

S 73: **Längsebenheitsauswerteverfahren „Bewertetes Längsprofil“– Weiterentwicklung der Längsebenheitsbewertung der Zustandserfassung und -bewertung**
Maerschalk, Ueckermann, Heller € 18,50

2012

S 74: **Verbundprojekt „Leiser Straßenverkehr 2“ – Reduzierte Reifen-Fahrbahn-Geräusche**
Projektgruppe „Leiser Straßenverkehr 2“ € 30,50

S 75: **Abschätzung der Risiken von Hang- und Böschungsrutschungen durch die Zunahme von Extremwetterereignissen**
Krauter, Kumerics, Feuerbach, Lauterbach € 15,50

S 76: **42. Erfahrungsaustausch über Erdarbeiten im Straßenbau**
Maerschalk, Ueckermann, Heller € 18,50

S 77: **Netzplanung – Netzbildung – Netzbereinigung**
Durner € 16,50

S 78: **Untersuchung des Einflusses der Grobtextur auf Messergebnisse mit dem SKM-Verfahren**
Bürckert, Gauterin, Unrau € 16,50

2013

S 79: **Gussasphalt ohne Abstreuung**
Ripke € 9,00

S 80: **Entwicklung einer neuen Versuchstechnik zur Bestimmung der Grenze zwischen halbfestem und festem Boden**
Vogt, Birle, Heyer, Etz € 17,50

S 81: **Das straßenrechtliche Nutzungsregime im Umbruch – Aktuelle Fragen des Planungsrechts**
Durner € 15,00

2014

S 82: **Qualitätskontrolle PWS – Wehner/Schulze Quality Control**
Teil 1: Auswertung der Kenndaten der PWS Prüfung
Teil 2: Auswertung von Vergleichsuntersuchungen zur Prüfung der Poliereinheit mittels Schleifpapier
Jansen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 83: **Die Stellung der Gemeinden im Straßenrecht** – aktuelle Probleme des Umweltrechts – Referate eines Forschungsseminars des Arbeitskreises „Straßenrecht“ am 23./24. September 2013 in Bonn
Durner € 17,00

S 84: **Anforderungen an die Erhaltung von Radwegen**
Maerschalk, Oertelt € 19,00

S 85: **Kornformbeurteilung mit dem optischen Partikelmessgerät Camsizer®**
Kunz
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

2015

S 86: **Einfluss des Asphaltgranulates auf die bemessungs- und ermüdungsrelevanten Materialeigenschaften einer zwangsgemischten, kaltgebundenen und bitumendominanten Tragschicht**
Radenberg, Miljković, Schäfer
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden

S 87: **Untersuchungen zur Ermittlung von Präzisionswerten für zwei AKR-Schnelltests Durchführung und Auswertung**
Müller, Seidel, Böhm
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 88: **Verwendung von AKR-geschädigtem Betonaufbruch für hydraulisch gebundene Tragschichten**
Hünger, Börner
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 89: **Ermittlung von repräsentativen Substanzwerten in homogenen Abschnitten**
Villaret, Frohböse, Jähnig, Karcher, Niessen, Buch, Zander
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 90: **AKR-Untersuchungen für Fahrbahndecken aus Beton mit Waschbetonoberfläche**
Müller, Seidel, Böhm, Stark, Ludwig, Seyfarth
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 91: **Straßen im Gesamtsystem der Verkehrsträger**
Durner
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 92: **Längsebenheitsmesssysteme – Überprüfung der Signalverarbeitungsverfahren nach dem Prinzip der Mehrfachabtastung (HRM)**
Neubeck, Wiesebrock
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

2016

S 93: **Bewertung und Optimierung der Hydrophobierung zur Verminderung des AKR-Schädigungsfortschrittes in Fahrbahndeckenbetonen**
Weise, Schrang € 19,50

S 94: **Beanspruchung und Entfernbarkeit temporärer Fahrbahnmarkierung**
Kemper, Schacht, Klaproth, Oeser, Beyer € 16,50

S 95: **Bezugsgröße für den Verdichtungsgrad von Schichten ohne Bindemittel**
Bialucha, Merkel, Motz, Demond, Schmidt, Ritter, Haas € 14,50

S 96: **Bewertungshintergrund für den Widerstand gegen Polieren von Gesteinskörnungen nach dem PWS-Verfahren**
Dudenhöfer, Rückert
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 97: **Einheitliche Bewertungs- kriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße und Tunnel**
Fischer, Sauer, Jungwirth, Baumgärtner, Hess, Ditter, Roth, Xalter
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 98: **Verifikation eines Europäischen Prüfverfahrens zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit von Asphalt**
Böhm, Beara
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 99: **Ansprache und Steuerung von Healing-Effekten bei Asphalt**
Wistuba, Alisov, Isailović
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 100: **Probekörperherstellung für performance-basierte Asphaltprüfungen**
R. Roos, C. Karcher, A. Wittenberg
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 101: **Belastungseinrichtung Mobile Load Simulator MLS10 Sensorik zur Beanspruchungsdetektion im ersten gemeinsamen Versuchsbetrieb**
Wacker, Scherkenbach, Rabe, Golkowski
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 102: **Effizienz technischer Sicherungsmaßnahmen im Erdbau – Lysimeteruntersuchungen unter Laborbedingungen – Teil 1: Bodenmaterial**
Kellermann-Kinner, Bürger, Marks € 16,50

S 103: **Effizienz technischer Sicherungsmaßnahmen im Erdbau – Untersuchungen von Bauweisen in Freilandlysimetern – Teil 1: Untersuchungszeitraum 2010 - 2013**
Brand, Tiffert, Endres, Schnell, Marks, Kocher € 19,50

S 104: **Nachhaltige und effiziente Sanierung von Schlaglöchern**
Thienert, Beckedahl, Koppers, Paffrath, Nafe € 15,00

2017

S 105: **Untersuchungen zur Überprüfung des Luftporenanteils als Verdichtungsanforderung bei feinkörnigen Böden und bindigen Mischböden**
Lypp, Birle, Heyer, Vogt € 20,50

S 106: **Zusammenhang zwischen Bitumenchemie und straßenbautechnischen Eigenschaften**
Radenberg, Nytus, Gehrke
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 107: **Baustoffe für standfeste Bankette**
Koukoulidou, Birle, Heyer € 15,50

S 108: **Neue Wege zur Finanzierung des Straßenbaus – Entwicklungen des europäischen Umweltrechts – Referate eines Forschungsseminars des Arbeitskreises „Straßenrecht“ am 21./22. September 2015 in Bonn**
Durner
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter http://bast.opus.hbz-nrw.de/ heruntergeladen werden.

S 109: **RIVA – Risikoanalyse wichtiger Verkehrsachsen des Bundesfernstraßennetzes im Kontext des Klimawandels**
Korn, Leupold, Mayer, Kreienkamp, Spekat € 15,50

Fordern Sie auch unser kostenloses Gesamtverzeichnis aller lieferbaren Titel an! Dieses sowie alle Titel der Schriftenreihe können Sie unter der folgenden Adresse bestellen:

Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen
Tel. +(0)421/3 69 03-53 · Fax +(0)421/3 69 03-63

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

www.schuenemann-verlag.de

Anhang zu:

RIVA
Risikoanalyse wichtiger Verkehrsachsen des Bundesfernstraßennetzes im Kontext des Klimawandels

von

Michael Korn
Andreas Leupold
Susanne Mayer

Alfen Consult GmbH
Weimar und Leipzig

Frank Kreienkamp
Arne Spekat

Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH

Unter Mitwirkung von
Katrin Fischer
Alfen Consult

Krissan Guske
Brian Sorg
Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure
für das Bauwesen GmbH
Leipzig

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Brücken- und Ingenieurbau Heft S 109 – Anhang

bast

Anhang

1. Anlage: Ursache-Wirkungsketten

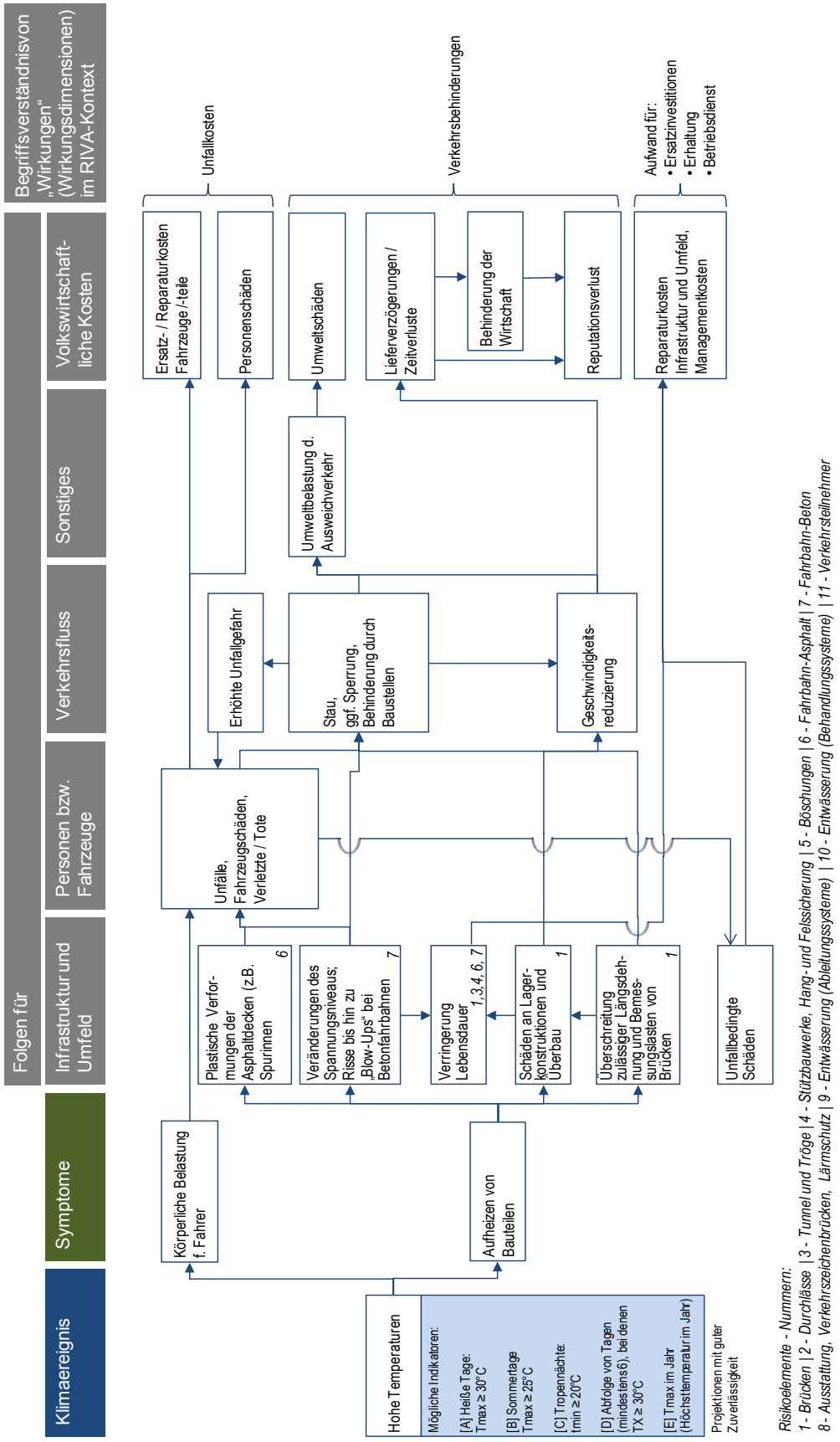


Bild A - 1: Ursache-Wirkungsketten für Klimaereignis – hohe Temperaturen

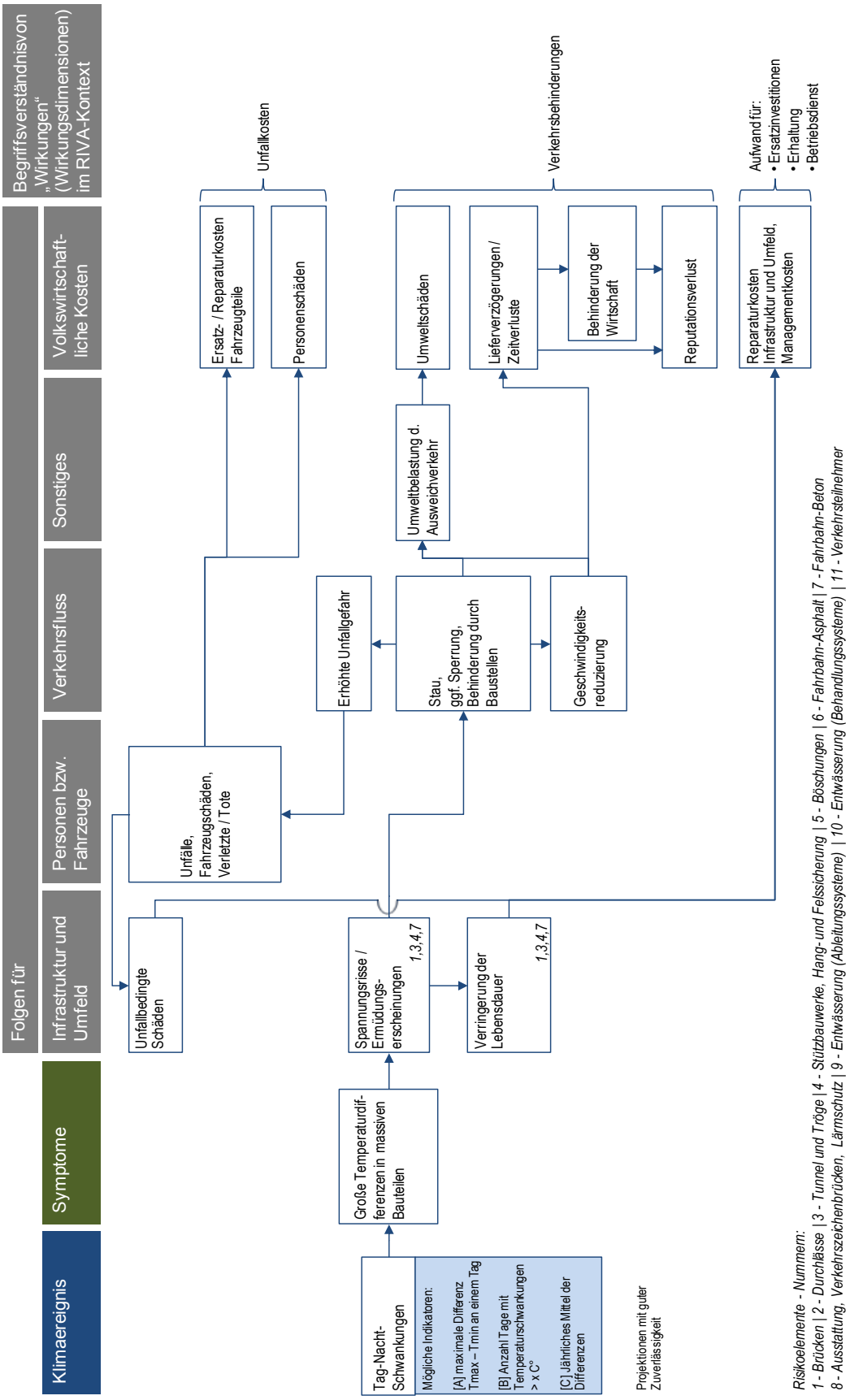


Bild A - 2: Ursache-Wirkungsketten für Klimaereignis – Tag-Nacht-Schwankungen

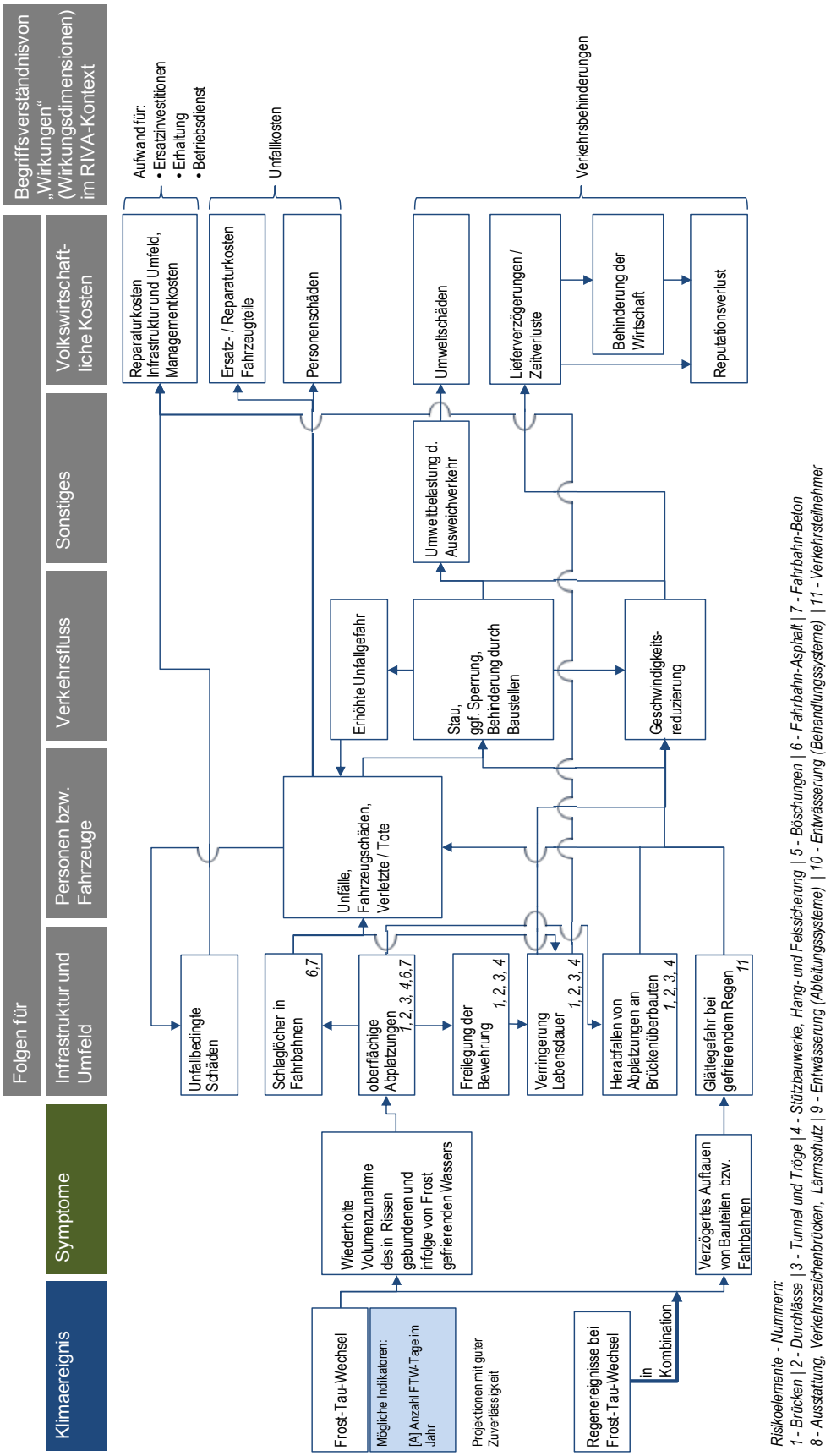


Bild A - 3: Ursache-Wirkungsketten für Klimaereignis – Frost-Tau-Wechsel

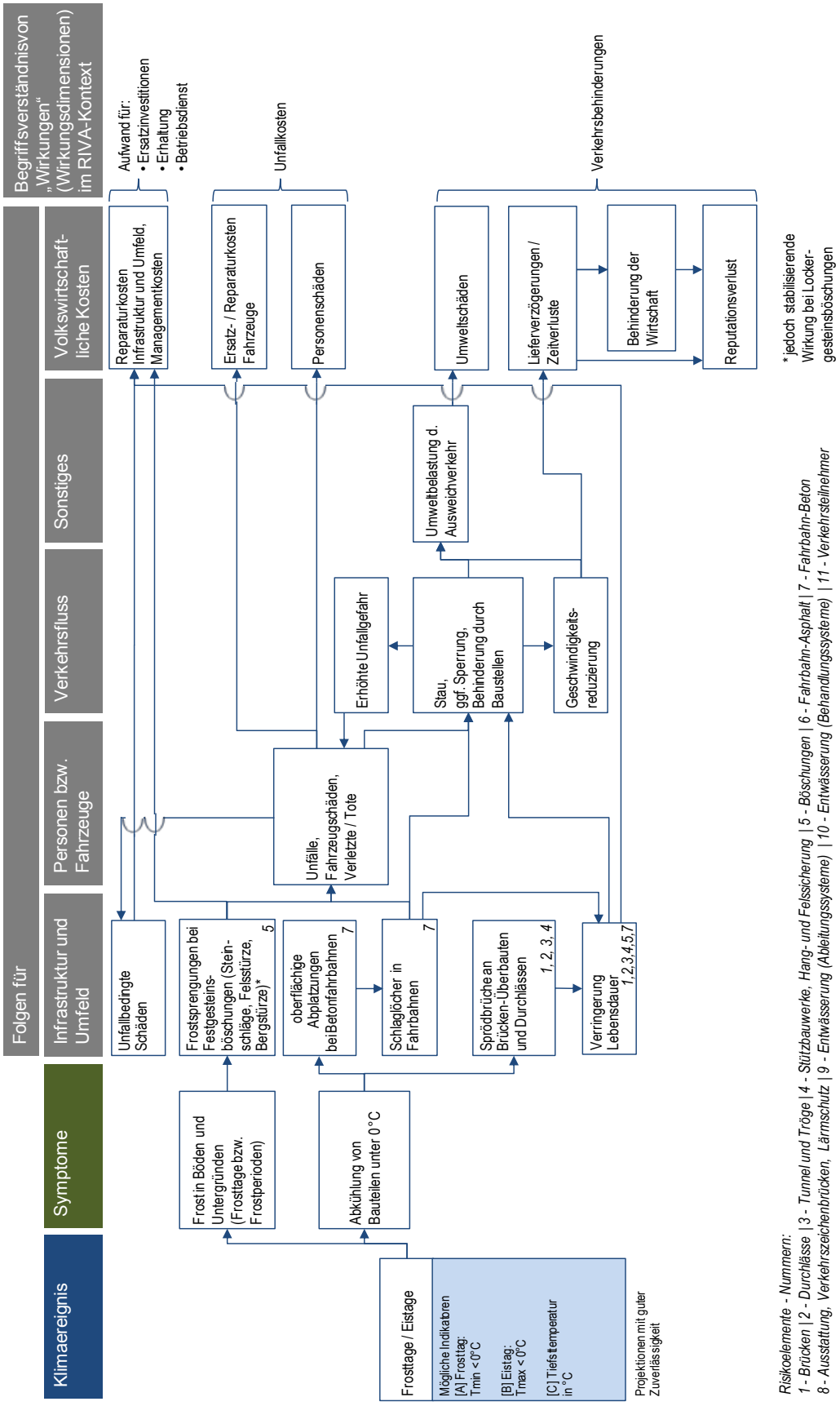


Bild A - 4: Ursache-Wirkungsketten für Klimaereignis – Frosttage / Eistage

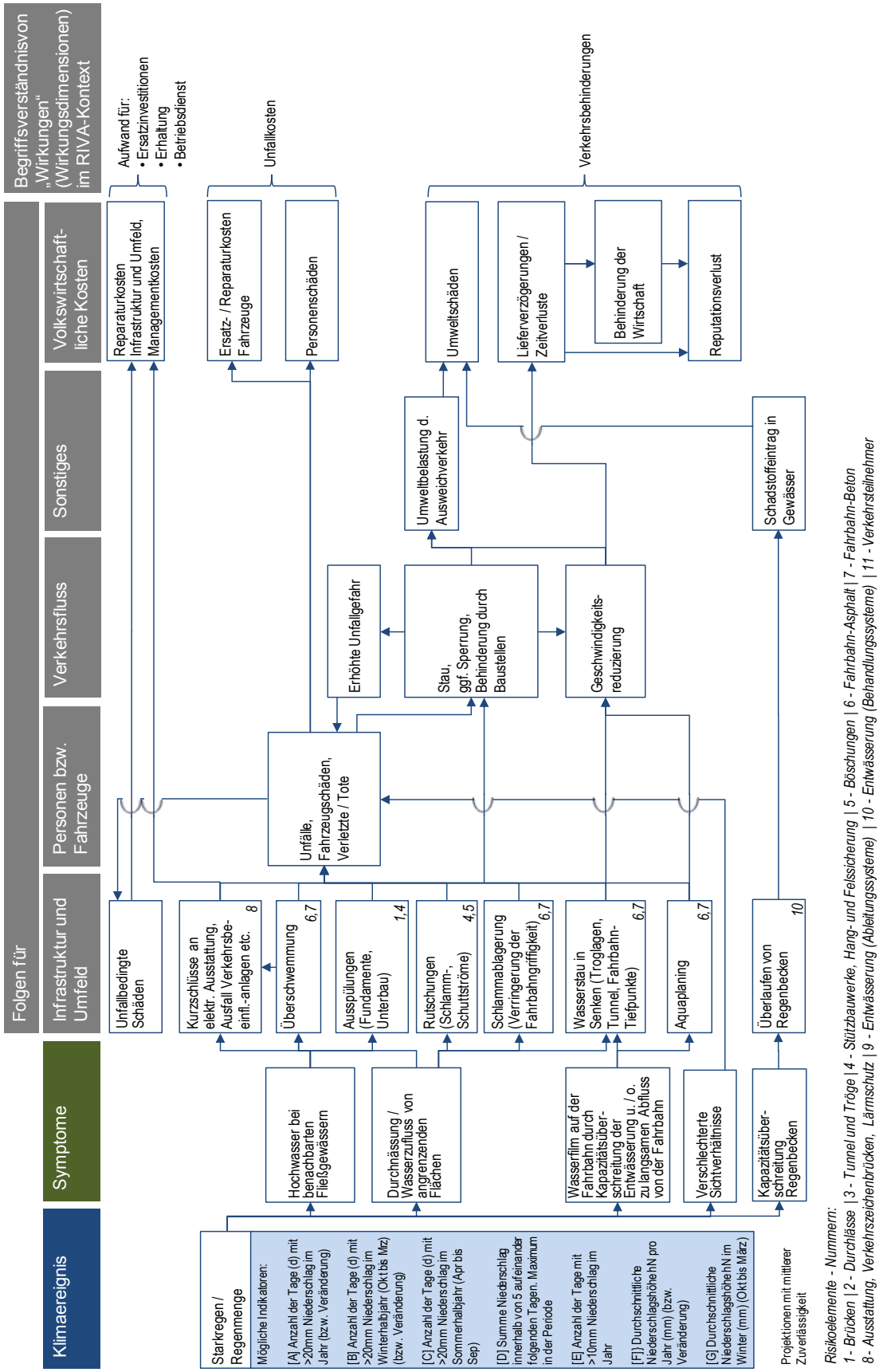


Bild A - 5: Ursache-Wirkungsketten für Klimaereignis – Starkregen / Regenmenge

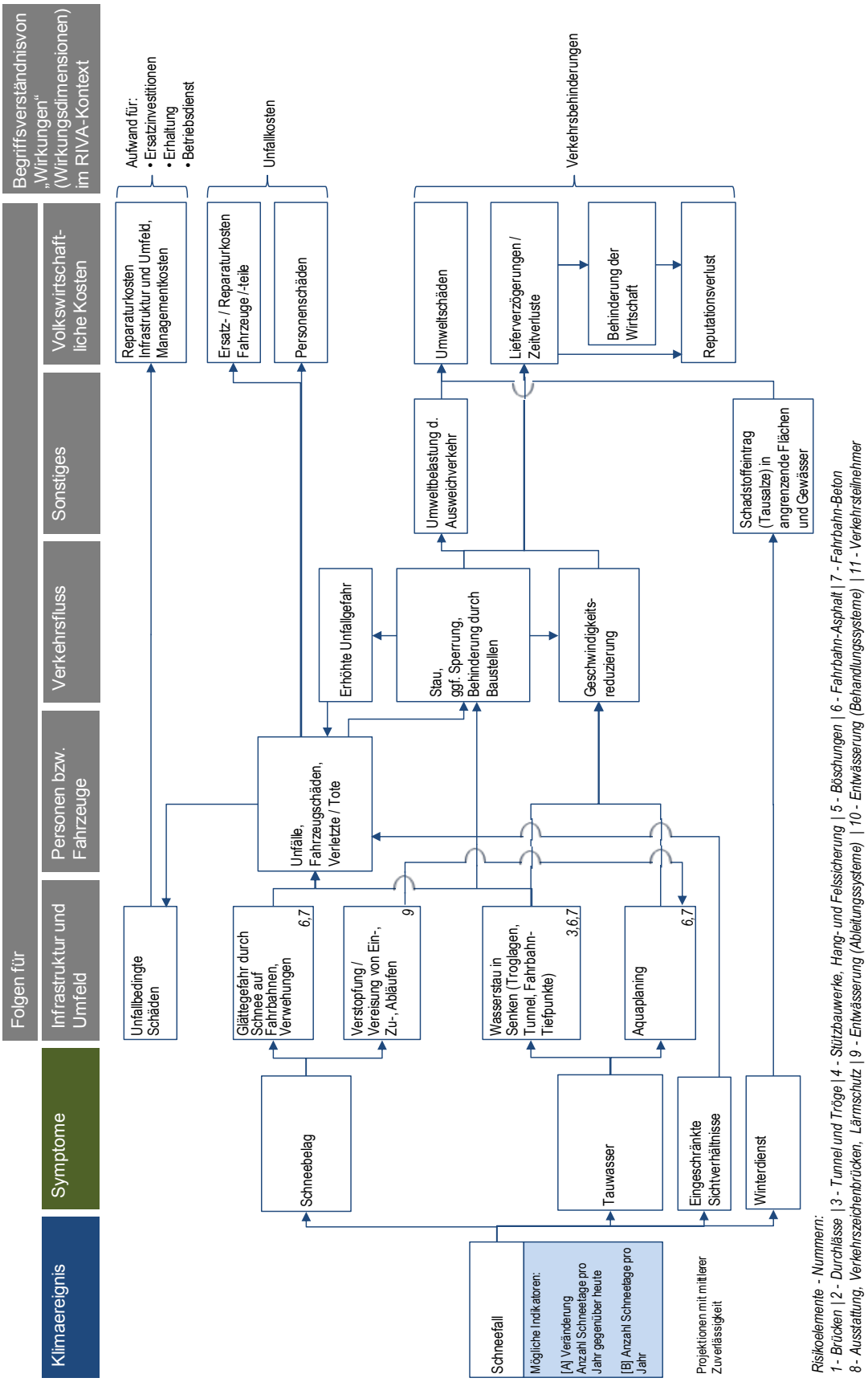


Bild A - 6: Ursache-Wirkungsketten für Klimaereignis – Schneefall

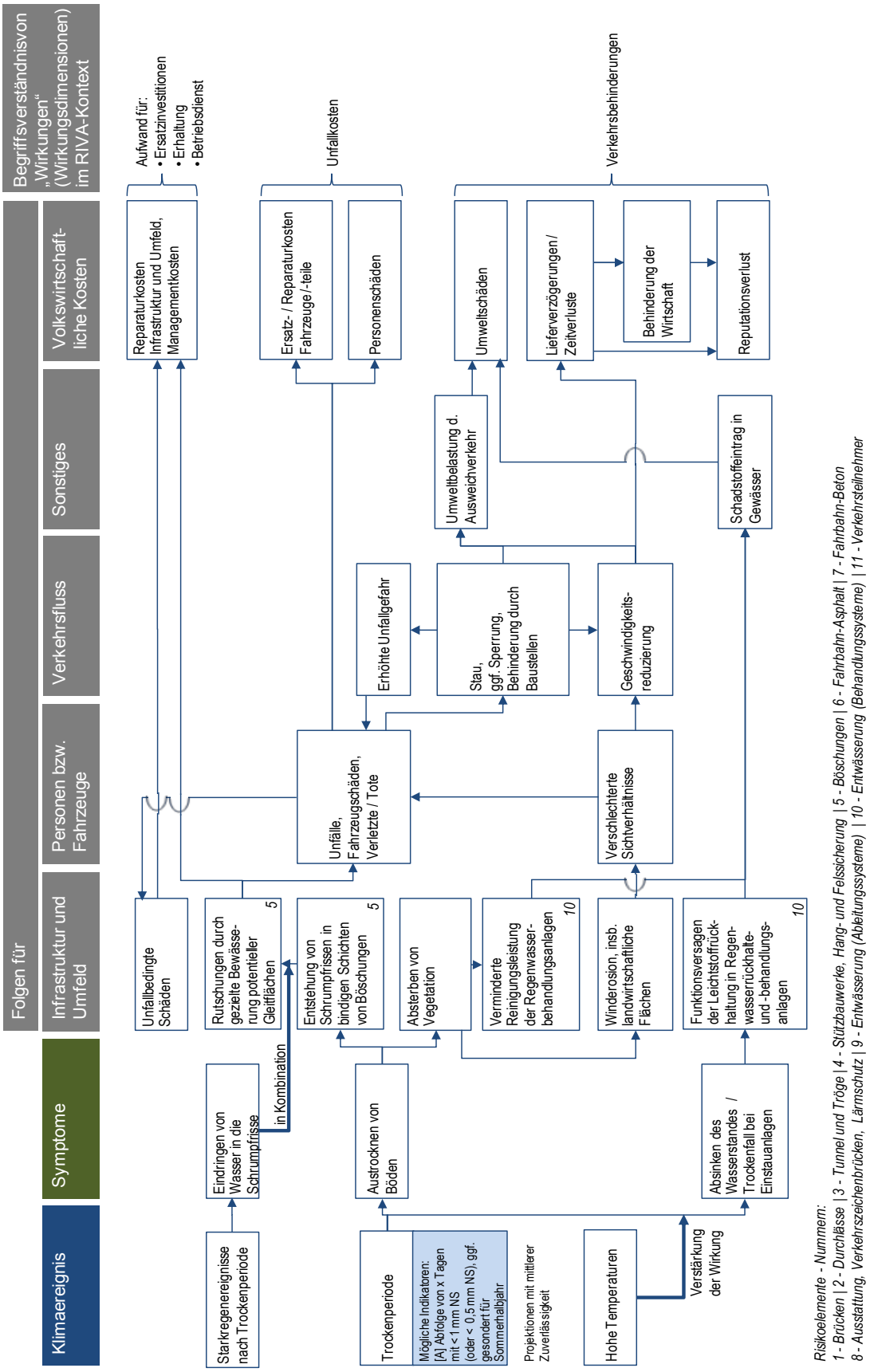


Bild A - 7: Ursache-Wirkungsketten für Klimaereignis – Trockenperiode

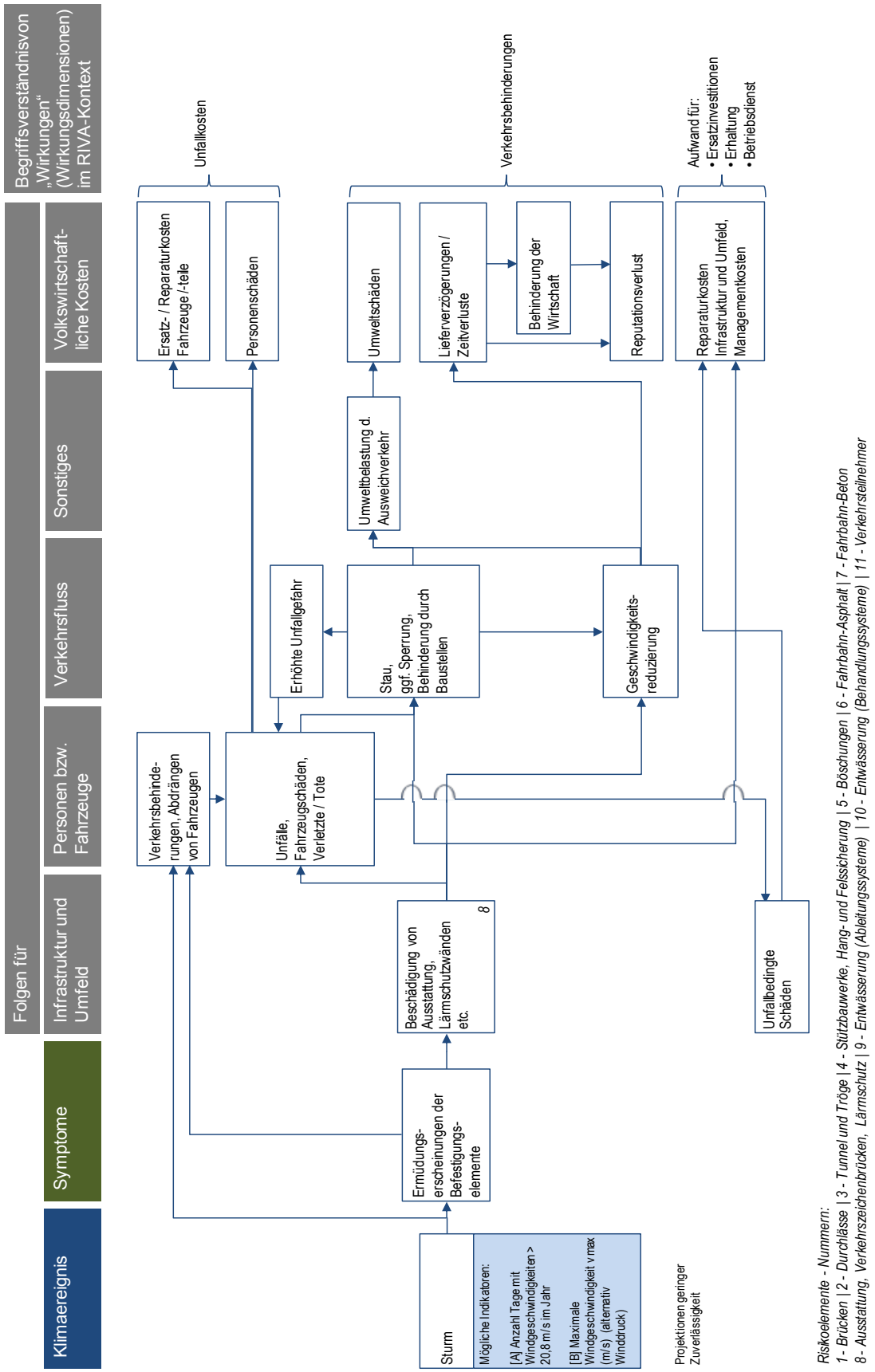


Bild A - 8: Ursache-Wirkungsketten für Klimaereignis – Sturm / Starkwind

2. Anlage: Übersicht zu Datenquellen und Auswertbarkeit der verwendeten Vulnerabilitätsindikatoren

Risikoelement	Indikator	Datenquelle	Auswertbarkeit
Brücken	Baujahr	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Baustoffklasse	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Bauwerksart	SIB-Bauwerke	sehr gut
	DTV-SV in beiden Richtungen	bspw. Straßenverkehrszählungen	Sehr gut
	Lage des Bauwerkes	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	Lichte Höhe	SIB-Bauwerke	sehr gut
	statisches System Längs	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Vorhandene Aufbauten	nicht bekannt (ggf. AV-intern)	nicht auswertbar
	Zustandsnote	SIB-Bauwerke	sehr gut
Durchlässe	Lage des Bauwerkes	Hochwassergefährdungskarten (ggf. AV-intern)	nicht auswertbar
	Zustandsnote	SIB-Bauwerke	sehr gut
Trogbauwerke	Alter der Abdichtung	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Baujahr	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Baustoffklasse	nicht bekannt (SIB-Bauwerke)	nicht auswertbar
	Blocklänge	nicht bekannt (SIB-Bauwerke)	nicht auswertbar
	Breite	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Geologie	detaillierte geologische Karten im Bauwerksbereich (ggf. AV-intern)	nicht auswertbar
	Länge des Bauwerkes	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Trogbreite	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Zustandsnote	SIB-Bauwerke	sehr gut
Tunnel	Alter der Abdichtung	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Baujahr	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Breite	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Geologie	detaillierte geologische Karten im Bauwerksbereich (ggf. AV-intern)	nicht auswertbar
	Länge des Bauwerkes	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Zustandsnote	SIB-Bauwerke	sehr gut
Stützbauwerke, Hang- und Felssicherungen	Alter der Abdichtung	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Baujahr	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Baustoffklasse	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Geologie	detaillierte geologische Karten im Bauwerksbereich (ggf. AV-intern)	nicht auswertbar
	Länge des Bauwerkes	SIB-Bauwerke	sehr gut
	Zustandsnote	SIB-Bauwerke	sehr gut
Böschungen	Gefährdung aus ingenieurgeologischer/(hydro)geologischer Sicht	Forschungsstelle Rutschungen e.V. an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz	nicht auswertbar
Fahrbahn - Asphalt	Anzahl Verwindungsbereiche je km mit Längsneigung ≤0,5%	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	Deckschichtart	FE „Datenmatching für Bedarfsprognosen" / ZAM	gut
	Art der Entwässerung	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	Baujahr	FE „Datenmatching für Bedarfsprognosen" / ZAM	gut
	DTV-SV	bspw. Straßenverkehrszählungen	Sehr gut
	Flickstellen	IT-ZEB-Server	sehr gut
	FS_Anzahl	IT-ZEB-Server	sehr gut
	Lage (Möglichkeiten der Schneeablagerungen)	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	Lage des Streckenabschnittes	Hochwassergefährdungskarten (ggf. AV-intern)	nicht auswertbar
	Lage-Ausrichtung	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	Längsneigung	IT-ZEB-Server	sehr gut
	Risse	IT-ZEB-Server	sehr gut
	Schichtdicken Asphaltschicht in cm	FE „Datenmatching für Bedarfsprognosen" / ZAM	gut
	Schichtdicken Oberbau in cm	FE „Datenmatching für Bedarfsprognosen" / ZAM	gut
	Spurrinnentiefe	IT-ZEB-Server	sehr gut
	Zustandsnote	IT-ZEB-Server	sehr gut

Tab. 70: Übersicht zu Datenquellen und Auswertbarkeit der verwendeten Vulnerabilitätsindikatoren [1/2]

Risikoelement	Indikator	Datenquelle	Auswertbarkeit
Fahrbahn - Beton	Anzahl Verwindungsbereiche je km mit Längsneigung ≤0,5%	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	Art der Entwässerung	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	DTV-SV	bspw. Straßenverkehrszählungen	Sehr gut
	Flickstellen	IT-ZEB-Server	gut
	FS_Anzahl	IT-ZEB-Server	sehr gut
	Lage	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	Lage des Streckenabschnittes	Hochwassergefährdungskarten (ggf. AV-intern)	nicht auswertbar
	Lage-Ausrichtung	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	Längsneigung	IT-ZEB-Server	sehr gut
	Nester/Abplatzungen	IT-ZEB-Server	sehr gut
	Schichtdicken Oberbau in cm	FE „Datenmatching" / ZAM	gut
	Substanzwert	IT-ZEB-Server	sehr gut
	Zustandsnote	IT-ZEB-Server	sehr gut
Ausstattung, Verkehrszeichenbrücken, Lärmschutzwände	Zustandsnote	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
Entwässerung (Ableitungssysteme)	Art der Entwässerung	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	Damm- / Troglage	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
Regenbecken	Art der Behandlung	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	Art der Entwässerung - Ableitung von Strecke	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	Art des Regenbeckens	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	Einbauten im Becken	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
Verkehrsteilnehmer	DTV in beiden Richtungen	bspw. Straßenverkehrszählungen	Sehr gut
	DTV-SV in beiden Richtungen	bspw. Straßenverkehrszählungen	Sehr gut
	Fahrbahndecke	FE „Datenmatching für Bedarfsprognosen" / ZAM	gut
	Geländekategorie	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	Unfallhäufung	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar
	viele Brückenbauwerke	IT-ZEB-Server / SIB-Bauwerke	gut
	zulässige Höchstgeschwindigkeit	nicht bekannt (ggf. AV intern)	nicht auswertbar

Tab. 71: Übersicht zu Datenquellen und Auswertbarkeit der verwendeten Vulnerabilitätsindikatoren [2/2]

3. Anlage: Datentabellen zur Untersuchungsstrecke 4

Brücken	Zahl TBW	Baujahr		Fläche in m²			Zustandsnoten	
Streckenabschnitt		MIN	MAX	MIN	MAX	Summe Fläche	MIN	MAX
US 4 - 01/28	11	1995	1999	307	2.701	3.999	1,70	2,70
US 4 - 02/28	12	1995	2000	333	18.282	24.436	1,90	3,30
US 4 - 03/28	13	1996	1999	287	28.185	40.126	1,80	2,50
US 4 - 04/28	7	1994	1997	485	6.815	12.552	2,00	2,50
US 4 - 05/28	8	1997	2000	1.860	6.532	8.392	1,20	2,70
US 4 - 06/28	6	1995	1999	578	21.140	27.119	1,90	2,40
US 4 - 07/28	9	1998	2000	2.159	5.392	12.428	2,30	3,50
US 4 - 08/28	3	1999	2000	395	969	1.364	2,00	2,70
US 4 - 09/28	8	1997	2000	218	1.840	2.983	1,50	2,70
US 4 - 10/28	4	1992	1997	769	1.477	2.246	2,00	2,50
US 4 - 11/28	11	1938	1998	295	1.626	2.870	1,80	2,90
US 4 - 12/28	3	1997	2000	539	742	1.281	2,20	2,30
US 4 - 13/28	21	1997	1998	1.801	2.532	4.333	1,10	2,50
US 4 - 14/28	11	1995	1997	118	1.578	2.696	1,80	2,50
US 4 - 15/28	10	1938	2000	437	718	1.155	1,90	3,30
US 4 - 16/28	8	1938	1996	681	898	2.331	2,30	3,30
US 4 - 17/28	23	1995	1996	1.237	4.372	5.609	1,20	2,50
US 4 - 18/28	5	1996	2005	422	570	992	1,30	2,20
US 4 - 20/28	11	1998	2000	789	1.844	2.633	1,20	2,20
US 4 - 22/28	14	1999	2004	118	6.104	16.607	1,20	2,80
US 4 - 23/28	8	2001	2004	547	7.182	8.503	1,40	2,40
US 4 - 24/28	11	2003	2006	809	21.618	31.883	2,20	2,50
US 4 - 25/28	15	2003	2005	583	11.272	15.113	1,10	2,80
US 4 - 26/28	10	2004	2006	713	17.002	20.068	1,10	2,40
US 4 - 27/28	14	2005	2006	2.592	5.223	7.815	1,00	2,50
US 4 - 28/28	7	2005	2006	960	9.340	10.300	1,90	2,50

Tab. 72: Übersicht Bestand Brücken in Untersuchungsstrecke 4

Tunnel	Baujahr		Länge in m		Zustandsnoten	
Streckenabschnitt	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
US 4 - 22/28	2002	2004	345	2.349	1,90	2,80
US 4 - 25/28	2004	2004	115	115	1,90	1,90
US 4 - 28/28	2006	2006	300	300	2,50	2,50

Tab. 73: Übersicht Bestand Tunnel in Untersuchungsstrecke 4

Stützbauwerke	Baujahr		Länge in m		Zustandsnoten	
Streckenabschnitt	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
US 4 - 02/28	1999	1999	75	75	2,00	2,00
US 4 - 04/28	1997	1997	90	90	1,90	1,90
US 4 - 07/28	1998	1999	60	291	1,00	2,00
US 4 - 09/28	2000	2000	73	192	1,80	2,00
US 4 - 11/28	1995	1995	343	343	1,90	1,90
US 4 - 13/28	1998	1998	32	32	2,00	2,00
US 4 - 27/28	2006	2006	102	102	k.a.	k.a.

Tab. 74: Übersicht Bestand Stützbauwerke in Untersuchungsstrecke 4

Asphaltbauweise	Baujahr		Fläche		ZWRISS		Flickstellenumfang in %		Dicke Decke in cm	
Streckenabschnitt	MIN	MAX	in m²	in %	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
US4-01/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-02/28	2002	2002	163.557	100%	1,00	5,00	0,33	35,33	70,00	70,00
US4-03/28	2002	2002	10.913	3%	1,00	5,00	0,34	28,28	70,00	70,00
US4-04/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-05/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-06/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-07/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-08/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-09/28	2002	2002	5.110	8%	1,00	2,28	2,92	3,03	60,00	70,00
US4-10/28	2002	2002	36.595	100%	1,00	5,00	0,66	34,00	60,00	60,00
US4-11/28	1996	2002	147.175	100%	1,00	5,00	0,33	33,33	60,00	90,00
US4-12/28	1996	1996	54.874	100%	1,00	5,00	0,33	12,33	80,00	90,00
US4-13/28	1996	1997	196.253	100%	1,00	5,00	0,33	39,22	80,00	80,00
US4-14/28	1996	1996	129.504	100%	1,00	5,00	0,33	8,67	15,50	90,00
US4-15/28	2002	2002	59.830	100%	1,00	5,00	0,33	47,33	60,00	60,00
US4-16/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-17/28	1995	1995	210.279	100%	1,00	5,00	0,33	42,00	75,00	90,00
US4-18/28	1995	1995	95.800	100%	1,00	5,00	0,33	100,00	80,00	90,00
US4-19/28	1995	1995	88.601	100%	1,00	5,00	0,33	62,63	80,00	80,00
US4-20/28	1998	2000	15.114	24%	1,00	5,00	4,76	4,76	26,00	80,00
US4-21/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-22/28	2002	2002	11.213	5%	1,00	1,00	-	-	80,00	80,00
US4-23/28	2003	2003	4.485	6%	1,00	1,66	-	-	-	-
US4-24/28	2004	2006	24.668	31%	1,00	1,00	0,34	0,34	-	-
US4-25/28	2004	2005	15.698	12%	1,00	1,50	0,43	0,43	75,00	75,00
US4-26/28	2006	2006	17.940	14%	1,00	1,66	22,00	22,00	75,00	75,00
US4-27/28	2006	2006	9.962	6%	1,00	2,28	-	-	85,00	85,00
US4-28/28	2006	2006	29.094	21%	1,00	2,54	0,66	0,66	85,00	93,00

Tab. 75: Übersicht Bestand Asphaltfahrbahn in Untersuchungsstrecke 4

Betonbauweise	Baujahr		Fläche		Nester Abplatzungen in		Substanzwert		Dicke Oberbau in cm	
Streckenabschnitt	MIN	MAX	in m²	in %	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
US4-01/28	2002	2002	223.961	100%	-	-	1,00	5,00	80,00	80,00
US4-02/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-03/28	2002	2002	316.514	97%	-	-	1,00	5,00	70,00	90,00
US4-04/28	2002	2002	158.270	100%	4,95	4,95	1,00	5,00	80,00	90,00
US4-05/28	2002	2002	96.560	100%	5,10	5,10	1,00	5,00	80,00	80,00
US4-06/28	2002	2002	89.056	100%	5,00	8,06	1,00	5,00	70,00	80,00
US4-07/28	2002	2002	79.761	100%	-	-	1,00	5,00	70,00	70,00
US4-08/28	2002	2002	48.219	100%	5,00	5,00	1,00	3,64	70,00	70,00
US4-09/28	2002	2002	62.485	92%	10,10	10,10	1,00	4,50	70,00	70,00
US4-10/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-11/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-12/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-13/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-14/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-15/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-16/28	1995	1995	137.443	100%	-	-	1,00	5,00	75,00	75,00
US4-17/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-18/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-19/28	0	0	-	0%	-	-	-	-	-	-
US4-20/28	1999	2000	47.049	76%	-	-	1,00	2,90	-	90,00
US4-21/28	2000	2000	60.368	100%	-	-	1,00	2,78	-	60,00
US4-22/28	2000	2002	213.649	95%	-	-	1,00	4,34	90,00	90,00
US4-23/28	2004	2004	65.257	94%	-	-	1,00	1,68	33,50	75,00
US4-24/28	2005	2005	55.838	69%	-	-	1,00	1,61	75,00	75,00
US4-25/28	2004	2005	117.841	88%	5,10	5,10	1,00	1,72	75,00	80,00
US4-26/28	2005	2006	113.986	86%	5,00	5,00	1,00	1,44	75,00	75,00
US4-27/28	2006	2006	170.430	94%	4,99	15,00	1,00	1,92	85,00	85,00
US4-28/28	2006	2006	110.213	79%	-	-	1,00	3,61	85,00	85,00

Tab. 76: Übersicht Bestand Betonfahrbahn in Untersuchungsstrecke 4

Strecken-abschnitt	Autobahn	DTV-Gesamt in Fzg./d	DTV-SV in Fzg./d	Anteil DTV-SV
US 4 - 01/28	A4	53.100	8124,3	15%
US 4 - 02/28	A4	46.500	7347	16%
US 4 - 03/28	A4	80.000	14160	18%
US 4 - 04/28	A4	81.100	14030,3	17%
US 4 - 05/28	A4	81.100	12246,1	15%
US 4 - 06/28	A4	83.900	11158,7	13%
US 4 - 07/28	A4	77.600	11252	15%
US 4 - 08/28	A4	80.200	11228	14%
US 4 - 09/28	A4	87.200	11597,6	13%
US 4 - 10/28	A4	89.300	11430,4	13%
US 4 - 11/28	A4	54.100	7628,1	14%
US 4 - 12/28	A4	48.700	7110,2	15%
US 4 - 13/28	A4	41.100	6987	17%
US 4 - 14/28	A4	37.400	6245,8	17%
US 4 - 15/28	A13	42.700	5465,6	13%
US 4 - 16/28	A13	37.000	5846	16%
US 4 - 17/28	A13	33.100	5461,5	17%
US 4 - 18/28	A13	32.600	4890	15%
US 4 - 19/28	A13	33.100	4998,1	15%
US 4 - 20/28	A13	30.900	4944	16%
US 4 - 21/28	A17	47.000	6956	15%
US 4 - 22/28	A17	47.000	6251	13%
US 4 - 23/28	A17	42.900	8022,3	19%
US 4 - 24/28	A17	30.400	5350,4	18%
US 4 - 25/28	A17	31.200	5210,4	17%
US 4 - 26/28	A17	17.300	5120,8	30%
US 4 - 27/28	A17	10.900	4033	37%
US 4 - 28/28	A17	10.000	4320	43%

Tab. 77: Übersicht Verkehrsstärke und -menge in Untersuchungsstrecke 4

4. Anlage: Datentabellen Ergebnisse der Untersuchungsstrecken

Tab. 78: Übersicht Vulnerabilitätswerte der Untersuchungsstrecken

Übersicht Vulnerabilitätswerte der Untersuchungsstrecken																					
Strecken-abschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US1-01/27	2,98	2,98	2,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,37	2,44	-	1,54	2,81	2,81	-	3,00	2,91
US1-02/27	2,46	2,46	2,19	-	-	-	1,75	2,00	2,00	2,00	2,00	1,75	2,00	2,63	1,88	1,68	2,05	2,05	3,00	3,00	2,85
US1-03/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	2,50	1,66	1,42	-	-	-	-	2,86
US1-04/27	2,39	2,39	1,64	-	-	-	-	-	-	1,70	1,70	1,00	2,04	2,23	1,66	1,42	2,13	2,13	3,00	3,00	2,31
US1-05/27	2,46	2,46	2,57	-	-	-	-	-	-	1,70	1,70	1,74	1,73	1,99	1,58	1,33	-	-	-	-	2,22
US1-06/27	2,71	2,71	1,61	-	-	-	-	-	-	1,70	1,70	1,00	2,08	2,18	1,55	1,29	1,78	1,78	3,00	3,00	2,64
US1-07/27	2,54	2,54	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	2,78	1,68	1,61	2,21	2,21	2,05	2,05	2,93
US1-08/27	2,74	2,74	2,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,69	2,16	2,18	2,91	2,91	2,00	2,00	3,23
US1-09/27	2,59	2,59	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,85	1,71	1,66	2,52	2,52	2,00	2,00	2,94
US1-10/27	2,75	2,75	2,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,64	1,88	1,86	2,33	2,33	2,00	2,00	3,04
US1-11/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	2,25	1,49	1,40	2,74	2,74	2,00	2,00	2,85
US1-12/27	2,80	2,80	2,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	2,18	1,59	1,51	2,02	2,02	2,00	2,00	2,97
US1-13/27	2,84	2,84	2,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	2,43	1,54	1,45	-	-	-	-	2,95
US1-14/27	2,60	2,60	2,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,25	1,62	1,55	-	-	-	-	2,99
US1-15/27	2,76	2,76	2,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	2,14	1,57	1,49	2,57	2,57	2,00	2,00	2,96
US1-16/27	2,72	2,72	2,20	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	2,13	1,75	2,10	1,71	1,66	-	-	-	-	3,04
US1-17/27	2,67	2,67	2,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	2,04	1,59	1,51	-	-	-	-	2,97
US1-18/27	2,80	2,80	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	1,88	1,64	1,57	2,28	2,28	2,00	2,00	3,00
US1-19/27	2,62	2,62	2,29	-	-	-	-	-	-	2,00	2,00	1,38	1,68	1,88	1,69	1,63	1,94	1,94	2,00	2,00	3,03
US1-20/27	2,66	2,66	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	1,90	1,72	1,68	2,31	2,31	2,00	2,00	3,04
US1-21/27	2,75	2,75	2,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67	1,86	1,63	1,57	2,06	2,06	2,00	2,00	3,00
US1-22/27	2,48	2,48	2,16	-	-	-	-	-	-	2,10	2,10	2,13	1,65	1,87	1,49	1,40	-	-	-	-	2,92
US1-23/27	2,78	2,78	2,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,64	1,84	1,45	1,35	-	-	-	-	2,90
US1-24/27	2,57	2,57	2,18	-	-	-	-	-	-	2,56	2,56	2,96	1,67	1,84	1,65	1,58	-	-	-	-	2,60
US1-25/27	2,57	2,57	1,78	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	2,50	1,67	1,90	1,54	1,46	1,78	1,78	2,00	2,00	2,54
US1-26/27	2,31	2,31	2,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	1,58	1,33	1,21	1,60	1,60	2,00	2,00	2,32
US1-27/27	2,47	2,47	3,00	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	2,25	1,83	1,71	2,48	2,57	1,78	1,78	2,00	2,00	2,93
US2-01/38	2,28	2,28	2,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	1,78	2,12	2,08	-	-	-	-	2,02
US2-02/38	2,29	2,29	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,46	1,79	1,95	1,95	-	-	-	-	1,97
US2-03/38	2,12	2,12	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57	1,73	1,75	1,70	-	-	-	-	2,26
US2-04/38	2,30	2,30	2,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,44	1,98	1,87	1,84	-	-	-	-	2,33
US2-05/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,59	2,35	2,00	2,00	-	-	-	-	2,40
US2-06/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	1,55	1,53	1,45	-	-	-	-	2,14
US2-07/38	1,48	1,48	1,78	-	-	-	-	-	-	1,30	1,30	1,00	1,51	1,52	1,36	1,25	-	-	-	-	2,05
US2-08/38	1,45	1,45	1,72	-	-	-	-	-	-	1,30	1,30	1,25	1,37	2,00	1,35	1,18	-	-	-	-	2,00
US2-09/38	1,82	1,82	2,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	1,55	1,40	1,29	-	-	-	-	2,07
US2-10/38	1,94	1,94	2,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	1,81	1,50	1,41	-	-	-	-	2,12
US2-11/38	2,10	2,10	2,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	1,90	1,47	1,37	-	-	-	-	2,11
US2-12/38	2,18	2,18	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,64	1,83	1,58	1,50	-	-	-	-	2,17
US2-13/38	2,21	2,21	2,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,61	1,76	1,52	1,44	-	-	-	-	2,14
US2-14/38	2,45	2,45	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	1,66	1,35	1,24	-	-	-	-	2,04
US2-15/38	2,28	2,28	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,49	1,64	1,33	1,21	1,26	1,26	2,00	2,00	1,86
US2-16/38	2,47	2,47	2,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,25	1,25	1,00	1,00	3,00
US2-17/38	2,39	2,39	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,39	1,39	1,00	1,00	3,00
US2-18/38	2,18	2,18	2,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	1,47	1,00	1,00	3,00
US2-19/38	2,47	2,47	2,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,52	1,52	1,00	1,00	3,67
US2-20/38	2,44	2,44	2,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	1,36	1,00	1,00	3,67
US2-21/38	2,63	2,63	2,11	-	-	-	-	-	-	3,30	3,30	2,31	-	-	-	-	1,70	1,70	1,00	1,00	3,67
US2-22/38	2,40	2,40	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	1,58	1,00	1,00	3,67
US2-23/38	2,73	2,73	2,85	-	-	-	-	-	-	3,30	3,30	2,38	-	-	-	-	1,64	1,64	1,00	1,00	3,67
US2-24/38	2,44	2,44	2,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	1,68	1,00	1,00	3,67
US2-25/38	2,81	2,81	2,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,55	1,55	1,00	1,00	3,67
US2-26/38	2,84	2,84	2,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	1,68	1,00	1,00	3,67
US2-27/38	2,75	2,75	2,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	1,75	1,00	1,00	3,67
US2-28/38	2,82	2,82	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	1,51	1,00	1,00	3,67
US2-29/38	2,74	2,74	2,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	1,74	1,00	1,00	3,67
US2-30/38	2,77	2,77	2,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	1,75	1,00	1,00	3,67
US2-31/38	2,48	2,48	2,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	1,76	1,00	1,00	3,67

Übersicht Vulnerabilitätswerte der Untersuchungsstrecken																					
Strecken-abschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US2-32/38	2,88	2,88	3,00	-	-	-	-	-	-	2,10	2,10	1,88	1,93	2,09	1,50	1,42	1,67	1,67	2,00	2,00	2,79
US2-33/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	2,37	1,51	1,43	-	-	-	-	2,93
US2-34/38	2,29	2,29	2,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,41	1,96	1,96	1,88	-	-	-	-	1,91
US2-35/38	2,66	2,66	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	2,72	2,15	2,00	-	-	-	-	3,13
US2-36/38	2,52	2,52	2,04	2,75	2,60	2,60	3,00	2,86	2,86	-	-	-	2,18	2,67	1,79	1,57	-	-	-	-	2,93
US2-37/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,67	1,71	1,48	-	-	-	-	2,89
US2-38/38	3,13	3,13	1,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	2,84	1,77	1,62	-	-	-	-	2,98
US3-01/29	2,29	2,29	2,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,55	1,84	1,82	1,79	-	-	-	-	2,70
US3-02/29	2,35	2,35	2,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	1,82	1,63	1,57	-	-	-	-	2,60
US3-03/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	1,82	1,70	1,65	-	-	-	-	2,64
US3-04/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,44	1,53	1,94	1,93	-	-	-	-	1,97
US3-05/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	1,82	1,71	1,66	-	-	-	-	2,64
US3-06/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	1,64	1,65	1,59	-	-	-	-	1,81
US3-07/29	2,43	2,43	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,06	1,66	1,60	-	-	-	-	3,01
US3-08/29	2,76	2,76	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	2,22	1,87	1,85	-	-	-	-	3,13
US3-09/29	2,69	2,69	2,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,60	2,30	1,72	1,67	-	-	-	-	3,04
US3-10/29	2,64	2,64	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	2,36	1,90	1,89	-	-	-	-	3,15
US3-11/29	2,69	2,69	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,59	2,09	1,81	1,78	-	-	-	-	3,10
US3-12/29	2,29	2,29	1,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	2,48	2,34	2,22	-	-	-	-	3,24
US3-13/29	2,27	2,27	1,49	-	-	-	-	-	-	1,70	1,70	1,20	2,28	2,41	1,82	1,60	-	-	-	-	2,54
US3-14/29	2,92	2,92	1,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,29	2,36	2,09	1,93	-	-	-	-	3,10
US3-15/29	2,62	2,62	2,52	-	-	-	-	-	-	1,97	1,97	1,43	2,32	2,35	2,10	1,95	-	-	-	-	3,11
US3-16/29	2,76	2,76	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	2,16	1,94	1,81	-	-	-	-	3,07
US3-17/29	2,46	2,46	2,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	2,54	2,00	1,82	2,01	2,01	3,00	3,00	2,96
US3-18/29	2,57	2,57	1,58	-	-	-	-	-	-	1,70	1,70	1,38	2,30	2,53	1,86	1,66	2,28	2,28	3,00	3,00	2,92
US3-19/29	2,66	2,66	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,29	2,52	1,92	1,73	2,09	2,09	3,00	3,00	3,00
US3-20/29	2,34	2,34	1,81	-	-	-	-	-	-	2,10	2,10	1,38	2,16	2,44	1,72	1,49	2,05	2,05	3,00	3,00	2,72
US3-21/29	2,66	2,66	2,20	-	-	-	1,63	2,07	2,07	2,41	2,41	1,42	2,17	2,88	1,68	1,44	2,03	2,03	3,00	3,00	2,77
US3-22/29	2,76	2,76	3,03	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	2,00	1,88	2,48	1,73	1,50	2,08	2,08	3,00	3,00	2,80
US3-23/29	2,68	2,68	2,44	-	-	-	-	-	-	2,21	2,21	1,44	2,18	2,82	1,79	1,57	2,33	2,33	3,00	3,00	2,83
US3-24/29	2,82	2,82	2,90	-	-	-	-	-	-	2,89	2,89	1,85	2,20	2,80	2,12	1,93	2,78	2,78	3,18	3,18	3,08
US3-25/29	2,90	2,90	2,38	-	-	-	-	-	-	2,58	2,58	2,70	2,26	2,61	1,97	1,79	-	-	-	-	3,03
US3-26/29	2,79	2,79	2,61	-	-	-	-	-	-	2,30	2,30	1,00	2,30	2,62	1,97	1,79	-	-	-	-	3,04
US3-27/29	2,69	2,69	2,30	-	-	-	-	-	-	1,60	1,60	1,00	2,37	2,65	2,18	1,96	-	-	-	-	2,98
US3-28/29	2,59	2,59	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	2,42	1,85	1,57	2,36	2,36	3,39	3,39	2,60
US3-29/29	2,66	2,66	2,65	-	-	-	-	-	-	1,34	1,34	1,42	2,26	2,64	1,93	1,75	2,31	2,31	2,97	2,97	2,92
US4-01/28	2,47	2,47	1,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	1,73	1,00	1,00	3,67
US4-02/28	2,62	2,62	1,96	-	-	-	-	-	-	2,00	2,00	1,38	1,77	2,01	1,69	1,46	-	-	-	-	2,88
US4-03/28	2,44	2,44	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,47	2,66	2,10	1,94	2,01	2,01	3,00	3,00	2,91
US4-04/28	2,36	2,36	1,62	-	-	-	-	-	-	1,70	1,70	1,00	-	-	-	-	2,11	2,11	1,00	1,00	3,67
US4-05/28	2,40	2,40	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,08	1,00	1,00	3,67
US4-06/28	2,47	2,47	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	1,84	1,00	1,00	3,67
US4-07/28	2,54	2,54	1,56	-	-	-	-	-	-	1,71	1,71	1,06	-	-	-	-	1,76	1,76	1,00	1,00	3,67
US4-08/28	2,46	2,46	1,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	1,77	1,00	1,00	3,67
US4-09/28	2,39	2,39	2,30	-	-	-	-	-	-	1,80	1,80	1,12	2,00	2,12	1,69	1,63	1,90	1,90	2,00	2,00	2,84
US4-10/28	2,41	2,41	2,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	2,21	2,01	1,89	-	-	-	-	3,11
US4-11/28	2,35	2,35	1,61	-	-	-	-	-	-	1,70	1,70	1,25	1,78	2,04	1,65	1,59	-	-	-	-	3,01
US4-12/28	2,35	2,35	2,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	1,90	1,73	1,68	-	-	-	-	3,05
US4-13/28	2,37	2,37	1,77	-	-	-	-	-	-	2,00	2,00	1,38	1,74	1,91	1,57	1,49	-	-	-	-	2,96
US4-14/28	2,40	2,40	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	1,90	1,66	1,60	-	-	-	-	2,61
US4-15/28	2,48	2,48	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	2,23	2,02	2,02	-	-	-	-	3,21
US4-16/28	2,31	2,31	2,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,03	2,03	1,00	1,00	3,00
US4-17/28	2,12	2,12	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	1,91	1,84	1,81	-	-	-	-	2,71
US4-18/28	2,11	2,11	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	2,01	2,07	2,08	-	-	-	-	2,84
US4-19/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	1,98	2,17	2,20	-	-	-	-	2,89
US4-20/28	2,09	2,09	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,13	1,82	1,79	1,57	1,57	2,00	2,00	2,55
US4-21/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	1,47	1,00	1,00	3,67
US4-22/28	2,20	2,20	1,56	2,30	2,06	2,06	-	-	-	-	-	-	1,92	1,83	1,27	1,14	1,46	1,46	2,00	2,00	2,59

Übersicht Vulnerabilitätswerte der Untersuchungsstrecken																						
Strecken-abschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US4-23/28	1,99	1,99	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	1,84	1,39	1,29	1,46	1,46	2,00	2,00	2,68
US4-24/28	2,03	2,03	1,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	1,83	1,39	1,29	1,46	1,46	2,00	2,00	2,33
US4-25/28	1,97	1,97	1,59	1,50	1,30	1,30	-	-	-	-	-	-	1,93	1,83	1,41	1,31	1,45	1,45	2,00	2,00	2,30
US4-26/28	2,02	2,02	1,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	1,86	1,54	1,46	1,47	1,47	2,00	2,00	1,98
US4-27/28	1,70	1,70	1,76	-	-	-	-	-	-	1,30	1,30	1,00	1,82	1,79	1,38	1,27	1,47	1,47	2,00	2,00	1,87
US4-28/28	1,77	1,77	1,74	2,13	2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	1,88	1,78	1,68	1,62	1,61	1,61	2,00	2,00	2,07
US5-01/12	2,35	2,35	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	1,45	1,00	1,00	3,67
US5-02/12	1,93	1,93	1,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,08	1,27	1,14	1,47	1,47	2,00	2,00	2,20
US5-03/12	1,93	1,93	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,36	1,66	1,60	1,46	1,46	2,00	2,00	2,95
US5-04/12	2,06	2,06	2,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,23	1,68	1,62	-	-	-	-	2,62
US5-05/12	1,89	1,89	2,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,60	2,04	1,73	1,73	2,10	2,10	1,75	1,75	2,27
US5-06/12	2,02	2,02	2,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,52	1,69	1,39	1,28	-	-	-	-	2,07
US5-07/12	2,00	2,00	2,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	1,95	1,71	1,65	-	-	-	-	2,24
US5-08/12	1,95	1,95	2,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,59	1,75	1,43	1,33	-	-	-	-	2,09
US5-09/12	2,04	2,04	2,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43	1,74	1,51	1,42	1,53	1,53	2,00	2,00	2,43
US5-10/12	2,00	2,00	1,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57	1,83	1,85	1,82	1,65	1,65	2,00	2,00	2,24
US5-11/12	1,97	1,97	1,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,59	2,07	1,40	1,30	1,64	1,64	2,00	2,00	1,92
US5-12/12	1,97	1,97	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	1,78	1,53	1,45	1,27	1,27	2,00	2,00	2,04
US6-01/27	2,00	2,00	1,86	-	-	-	-	-	-	1,86	1,86	1,21	1,45	1,74	1,27	1,15	-	-	-	-	2,40
US6-02/27	2,00	2,00	2,34	-	-	-	-	-	-	1,70	1,70	1,00	1,40	1,77	1,28	1,15	-	-	-	-	2,40
US6-03/27	1,98	1,98	2,02	1,88	2,00	2,00	-	-	-	1,70	1,70	1,38	1,44	1,66	1,29	1,16	-	-	-	-	2,41
US6-04/27	2,11	2,11	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	1,65	1,55	1,47	-	-	-	-	2,15
US6-05/27	1,82	1,82	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,44	1,50	1,36	1,24	-	-	-	-	2,45
US6-06/27	2,21	2,21	2,07	1,99	1,67	1,67	-	-	-	1,64	1,64	1,33	1,48	1,62	1,50	1,42	-	-	-	-	2,13
US6-07/27	2,07	2,07	1,63	2,00	2,00	2,00	-	-	-	1,40	1,40	1,25	1,55	1,82	1,50	1,41	-	-	-	-	2,53
US6-08/27	2,01	2,01	1,86	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	1,46	1,59	1,67	1,61	-	-	-	-	2,22
US6-09/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	1,48	1,31	1,19	-	-	-	-	2,02
US6-10/27	1,58	1,58	1,61	-	-	-	-	-	-	1,22	1,22	1,80	1,47	1,48	1,29	1,17	-	-	-	-	2,01
US6-11/27	1,63	1,63	1,68	-	-	-	-	-	-	1,30	1,30	1,90	1,45	1,49	1,28	1,15	-	-	-	-	2,01
US6-12/27	1,56	1,56	1,73	-	-	-	-	-	-	1,30	1,30	1,38	1,67	1,73	1,31	1,19	1,28	1,28	2,00	2,00	1,89
US6-13/27	1,68	1,68	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	1,48	1,30	1,18	-	-	-	-	2,02
US6-14/27	1,89	1,89	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,48	1,48	1,51	1,42	1,25	1,25	2,00	2,00	2,03
US6-15/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	1,47	1,28	1,15	-	-	-	-	2,00
US6-16/27	1,66	1,66	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	1,47	1,28	1,15	-	-	-	-	2,00
US6-17/27	1,52	1,52	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,37	1,48	1,27	1,14	1,23	1,23	2,00	2,00	1,89
US6-18/27	1,98	1,98	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,55	1,47	1,27	1,14	-	-	-	-	2,00
US6-19/27	1,63	1,63	1,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	1,47	1,28	1,16	-	-	-	-	2,01
US6-20/27	2,26	2,26	2,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	1,53	1,28	1,15	-	-	-	-	2,41
US6-21/27	2,45	2,45	2,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	1,59	1,38	1,27	-	-	-	-	2,46
US6-22/27	2,37	2,37	2,29	-	-	-	-	-	-	2,23	2,23	1,54	1,42	1,66	1,47	1,37	-	-	-	-	2,51
US6-23/27	2,14	2,14	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,55	1,62	1,55	1,47	-	-	-	-	2,55
US6-24/27	2,06	2,06	1,93	-	-	-	-	-	-	1,82	1,82	1,61	1,41	1,63	1,39	1,28	-	-	-	-	2,47
US6-25/27	2,20	2,20	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	1,69	1,48	1,38	-	-	-	-	2,51
US6-26/27	2,40	2,40	2,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,56	1,64	1,39	1,29	-	-	-	-	2,47
US6-27/27	2,13	2,13	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43	1,59	1,43	1,33	-	-	-	-	2,49
US7-01/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-02/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-03/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-04/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-05/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-06/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-07/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-08/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-09/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63	1,90	2,59	2,70	-	-	-	-	2,33
US7-10/62	2,47	2,47	1,45	-	-	-	-	-	-	1,80	1,80	2,63	2,07	2,29	2,51	2,60	-	-	-	-	2,28
US7-11/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,33	2,33	2,90	2,11	2,40	2,21	2,25	-	-	-	-	2,52
US7-12/62	1,89	1,89	1,00	-	-	-	-	-	-	1,95	1,95	1,64	1,44	1,63	1,58	1,51	-	-	-	-	2,17
US7-13/62	2,29	2,29	2,10	-	-	-	-	-	-	2,53	2,53	2,66	1,57	1,92	2,42	2,52	-	-	-	-	2,65

Übersicht Vulnerabilitätswerte der Untersuchungsstrecken																					
Strecken-abschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US7-14/62	2,06	2,06	2,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43	2,06	1,35	1,29	-	-	-	-	2,09
US7-15/62	2,29	2,29	1,89	-	-	-	-	-	-	2,82	2,82	2,39	1,40	1,72	1,50	1,41	-	-	-	-	2,12
US7-16/62	2,05	2,05	2,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,41	1,74	1,57	1,50	-	-	-	-	2,17
US7-17/62	2,12	2,12	1,81	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	2,13	1,48	1,69	1,69	1,63	-	-	-	-	2,23
US7-18/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50	1,72	1,67	1,61	-	-	-	-	2,22
US7-19/62	2,21	2,21	1,22	-	-	-	1,70	2,18	2,18	-	-	-	1,88	1,60	1,57	1,49	-	-	-	-	2,16
US7-20/62	2,50	2,50	1,62	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	2,38	1,75	2,12	1,80	1,80	-	-	-	-	2,32
US7-21/62	1,58	1,58	1,89	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	2,88	1,69	1,69	1,27	1,15	-	-	-	-	2,00
US7-22/62	2,35	2,35	2,19	-	-	-	-	-	-	2,62	2,62	2,40	1,70	1,62	1,89	1,87	-	-	-	-	2,34
US7-23/62	2,13	2,13	2,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	1,57	1,35	1,24	-	-	-	-	2,44
US7-24/62	2,37	2,37	3,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	1,62	1,38	1,27	-	-	-	-	2,46
US7-25/62	2,38	2,38	1,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	1,68	1,92	1,90	-	-	-	-	3,15
US7-26/62	2,44	2,44	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	1,74	1,78	1,74	-	-	-	-	3,08
US7-27/62	2,22	2,22	1,61	-	-	-	2,25	2,43	2,43	2,50	2,50	2,26	1,34	1,66	1,27	1,14	-	-	-	-	2,80
US7-28/62	2,11	2,11	1,41	-	-	-	-	-	-	1,70	1,70	1,25	1,55	1,77	2,41	2,48	-	-	-	-	3,42
US7-29/62	2,23	2,23	3,04	-	-	-	-	-	-	2,02	2,02	1,50	1,59	1,99	2,36	2,43	-	-	-	-	3,40
US7-30/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67	2,25	2,48	2,52	-	-	-	-	3,42
US7-31/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-32/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-33/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-34/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-35/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-36/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-37/62	2,47	2,47	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-38/62	2,29	2,29	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-39/62	2,29	2,29	2,67	-	-	-	-	-	-	2,31	2,31	2,80	1,52	2,14	1,87	1,85	-	-	-	-	2,33
US7-40/62	1,82	1,82	2,55	-	-	-	-	-	-	1,70	1,70	1,00	1,50	2,05	1,61	1,55	-	-	-	-	2,19
US7-41/62	1,81	1,81	1,63	-	-	-	-	-	-	1,70	1,70	1,21	1,59	1,74	1,88	1,86	-	-	-	-	1,93
US7-42/62	2,27	2,27	1,19	-	-	-	-	-	-	2,10	2,10	1,38	1,37	1,65	1,33	1,21	-	-	-	-	1,63
US7-43/62	2,13	2,13	1,68	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	2,51	1,55	1,68	1,36	1,25	-	-	-	-	1,65
US7-44/62	2,36	2,36	1,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	1,84	1,50	1,42	-	-	-	-	1,73
US7-45/62	2,65	2,65	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	2,33	1,83	1,80	-	-	-	-	1,91
US7-46/62	1,82	1,82	1,00	-	-	-	-	-	-	1,70	1,70	1,36	1,95	1,77	1,92	1,90	-	-	-	-	1,95
US7-47/62	2,08	2,08	1,41	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	2,87	1,80	1,82	2,39	2,46	-	-	-	-	2,21
US7-48/62	2,30	2,30	1,46	-	-	-	-	-	-	2,70	2,70	3,24	1,75	1,70	2,58	2,72	-	-	-	-	2,34
US7-49/62	2,01	2,01	2,41	-	-	-	-	-	-	1,44	1,44	1,00	1,95	1,82	1,72	1,68	-	-	-	-	1,85
US7-50/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,31	2,31	1,88	2,05	2,22	2,15	2,17	-	-	-	-	2,08
US7-51/62	2,43	2,43	1,45	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	2,70	1,86	1,84	1,71	1,66	-	-	-	-	1,84
US7-52/62	2,19	2,19	1,49	-	-	-	-	-	-	2,34	2,34	2,98	1,72	1,81	1,40	1,30	-	-	-	-	1,67
US7-53/62	2,23	2,23	1,53	-	-	-	-	-	-	2,33	2,33	2,65	1,62	2,05	1,35	1,24	-	-	-	-	1,64
US7-54/62	2,09	2,09	1,38	-	-	-	-	-	-	2,06	2,06	1,96	1,61	1,90	1,35	1,24	-	-	-	-	1,64
US7-55/62	2,17	2,17	1,13	-	-	-	2,13	2,43	2,43	2,46	2,46	2,70	1,54	1,77	2,33	2,39	-	-	-	-	2,18
US7-56/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	2,15	1,97	1,58	1,63	1,66	1,60	-	-	-	-	1,81
US7-57/62	2,13	2,13	1,26	-	-	-	-	-	-	2,06	2,06	1,91	1,79	1,89	2,37	2,44	-	-	-	-	2,20
US7-58/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	1,80	1,81	1,77	-	-	-	-	1,89
US7-59/62	2,65	2,65	1,90	-	-	-	-	-	-	2,10	2,10	2,38	1,72	1,73	1,98	2,05	-	-	-	-	2,05
US7-60/62	2,13	2,13	2,54	-	-	-	-	-	-	2,37	2,37	2,95	1,46	1,78	1,49	1,40	-	-	-	-	2,12
US7-61/62	2,29	2,29	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	1,89	1,46	1,38	-	-	-	-	2,11
US7-62/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67	2,06	2,65	2,77	-	-	-	-	2,76
US8-01/5	2,46	2,46	1,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	2,03	1,43	1,33	1,63	1,63	2,00	2,00	2,34
US8-02/5	2,24	2,24	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	1,96	2,30	2,35	1,65	1,65	2,00	2,00	2,83
US8-03/5	2,21	2,21	2,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,03	1,27	1,14	1,45	1,45	2,00	2,00	2,20
US8-04/5	2,35	2,35	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	2,09	1,69	1,64	1,68	1,68	2,00	2,00	2,45
US8-05/5	2,49	2,49	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	1,85	1,61	1,54	1,60	1,60	2,00	2,00	2,05
US9-01/43	2,47	2,47	3,00	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	1,75	1,90	1,93	1,82	1,79	-	-	-	-	3,10
US9-02/43	2,47	2,47	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67	1,92	1,37	1,26	-	-	-	-	2,86
US9-03/43	2,47	2,47	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	2,39	1,79	1,75	-	-	-	-	3,08
US9-04/43	2,37	2,37	2,82	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	1,75	2,14	2,42	1,89	1,87	-	-	-	-	3,14

Übersicht Vulnerabilitätswerte der Untersuchungsstrecken																						
Strecken-abschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US9-05/43	2,47	2,47	3,00	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	2,00	1,97	1,92	2,15	2,17	-	-	-	-	3,28
US9-06/43	2,28	2,28	2,41	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	2,39	1,83	2,02	2,30	2,36	-	-	-	-	3,37
US9-07/43	2,47	2,47	1,90	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	2,16	1,87	1,89	2,88	3,04	-	-	-	-	3,68
US9-08/43	2,24	2,24	1,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	1,93	2,47	2,56	-	-	-	-	3,46
US9-09/43	2,65	2,65	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,00	2,68	2,80	-	-	-	-	3,57
US9-10/43	2,54	2,54	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,82	2,05	1,70	1,64	-	-	-	-	3,03
US9-11/43	2,40	2,40	2,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,03	1,93	1,91	-	-	-	-	2,76
US9-12/43	1,94	1,94	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,55	1,99	2,05	2,06	-	-	-	-	2,83
US9-13/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,03	2,03	1,58	1,59	2,08	2,10	2,11	-	-	-	-	2,85
US9-14/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	1,75	1,57	1,90	2,30	2,35	-	-	-	-	2,96
US9-15/43	2,01	2,01	2,34	1,50	1,70	1,70	-	-	-	2,00	2,00	1,31	1,48	1,70	1,58	1,50	-	-	-	-	2,97
US9-16/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,46	1,66	1,40	1,29	-	-	-	-	2,47
US9-17/43	2,27	2,27	2,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	1,70	1,52	1,43	-	-	-	-	2,54
US9-18/43	1,69	1,69	1,35	-	-	-	1,31	1,33	1,33	-	-	-	1,46	1,49	1,43	1,32	-	-	-	-	2,08
US9-19/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US9-20/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63	2,13	2,73	2,50	-	-	-	-	2,50
US9-21/43	2,29	2,29	3,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,33	2,85	2,64	-	-	-	-	2,57
US9-22/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63	1,83	2,34	2,54	-	-	-	-	2,70
US9-23/43	2,23	2,23	1,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,44	1,68	1,68	1,63	-	-	-	-	2,23
US9-24/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,62	1,52	2,85	2,88	-	-	-	-	2,77
US9-25/43	2,15	2,15	1,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	1,77	2,68	2,64	-	-	-	-	2,64
US9-26/43	2,26	2,26	1,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	1,68	1,45	1,39	-	-	-	-	2,13
US9-27/43	2,47	2,47	1,45	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	1,95	1,94	2,03	1,72	1,67	-	-	-	-	2,25
US9-28/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	1,89	1,27	1,14	-	-	-	-	2,00
US9-29/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,66	1,55	1,27	1,14	-	-	-	-	2,00
US9-30/43	2,12	2,12	1,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,56	1,47	1,27	1,14	-	-	-	-	2,00
US9-31/43	2,00	2,00	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50	1,76	1,91	1,89	-	-	-	-	2,35
US9-32/43	2,29	2,29	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	1,80	1,78	1,74	-	-	-	-	2,28
US9-33/43	2,29	2,29	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	1,52	1,43	1,32	-	-	-	-	2,08
US9-34/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,46	1,70	1,85	1,82	-	-	-	-	2,32
US9-35/43	1,98	1,98	2,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	1,62	1,69	1,54	-	-	-	-	2,15
US9-36/43	1,40	1,40	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63	1,80	1,47	1,37	-	-	-	-	2,11
US9-37/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,46	1,79	1,75	1,70	-	-	-	-	2,26
US9-38/43	2,06	2,06	2,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	1,60	1,53	1,46	-	-	-	-	2,15
US9-39/43	2,26	2,26	2,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	1,67	1,29	1,17	-	-	-	-	2,01
US9-40/43	2,29	2,29	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43	1,77	1,57	1,49	-	-	-	-	2,96
US9-41/43	2,24	2,24	2,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,55	1,48	1,30	1,17	-	-	-	-	2,81
US9-42/43	2,26	2,26	1,63	2,13	2,00	2,00	-	-	-	2,40	2,40	2,13	1,59	2,08	2,09	2,10	-	-	-	-	3,25
US9-43/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 79: Übersicht Kombinationswerte Klima der Untersuchungsstrecken – Minimalwert

Übersicht Kombinationswerte Klima der Untersuchungsstrecken - Minimalwert																							
Zeitraum	Klima-region	Unter-suchungs-strecke	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
1971-2000																							
2011-2040	1	US1	1,85	1,50	2,00	-	-	-	2,00	2,00	1,60	2,00	1,60	2,00	1,90	2,25	2,25	1,00	1,70	1,90	2,25	1,00	2,50
2041-2070			2,55	1,60	2,00	-	-	-	2,00	2,80	1,40	2,80	1,40	2,00	2,40	1,40	2,00	1,00	2,40	1,30	2,00	1,00	2,00
2071-2100			2,70	1,60	2,00	-	-	-	2,00	2,80	1,40	2,80	1,40	2,00	3,20	1,00	2,00	1,00	3,10	1,00	2,00	1,00	2,00
1971-2000																							
2011-2040	2	US2	1,40	1,50	2,00	1,00	1,60	1,60	1,00	1,60	1,60	1,60	1,60	1,00	1,00	2,25	1,00	1,00	1,20	1,80	1,00	1,00	1,00
2041-2070			1,65	1,60	2,00	2,00	2,00	1,40	2,00	2,00	1,40	2,00	1,40	2,00	1,25	1,40	1,00	1,00	1,30	1,20	1,00	1,00	1,00
2071-2100			1,65	1,60	2,00	2,00	2,00	1,40	2,00	2,00	1,40	2,00	1,40	2,00	1,30	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00
1971-2000																							
2011-2040	3	US3	2,10	1,80	2,00	-	-	-	1,00	2,40	1,60	2,40	1,60	1,00	1,45	1,40	1,00	1,00	1,20	1,40	1,00	1,00	1,00
2041-2070			2,00	1,30	2,00	-	-	-	1,00	2,20	1,40	2,20	1,40	1,00	1,95	1,40	1,00	1,00	1,90	1,20	1,00	1,00	1,00
2071-2100			2,40	1,60	2,00	-	-	-	1,00	2,80	1,40	2,80	1,40	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00
1971-2000																							
2011-2040	4	US4	1,40	1,50	2,00	1,00	1,60	1,60	-	-	-	1,60	1,60	1,00	1,20	3,10	1,00	1,00	1,30	2,30	1,00	1,00	1,00
2041-2070			1,55	1,30	2,00	1,00	1,80	1,40	-	-	-	1,80	1,40	1,00	1,50	2,70	1,00	1,00	1,50	1,90	1,00	1,00	1,00
2071-2100			2,10	1,60	2,00	1,00	2,40	1,40	-	-	-	2,40	1,40	1,00	1,70	1,85	1,00	1,00	1,80	1,50	1,00	1,00	1,00
1971-2000																							
2011-2040	5	US5	2,10	1,80	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	2,70	1,00	1,00	1,40	1,80	1,00	1,00	1,00
2041-2070			1,85	1,30	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	2,25	1,00	1,00	1,80	1,70	1,00	1,00	1,00
2071-2100			2,15	1,30	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	1,40	1,00	1,00	2,10	1,30	1,00	1,00	1,00
1971-2000																							
2011-2040	61	US6	1,40	2,00	2,00	1,00	1,60	2,00	-	-	-	1,60	2,00	1,00	1,20	3,10	1,00	2,00	-	-	-	-	1,00
2041-2070			1,65	1,60	2,00	1,00	2,00	1,40	-	-	-	2,00	1,40	1,00	1,20	2,70	1,00	1,00	-	-	-	-	1,00
2071-2100			1,95	1,60	2,00	1,00	2,40	1,40	-	-	-	2,40	1,40	1,00	1,65	1,85	1,00	1,00	-	-	-	-	1,00
1971-2000																							
2011-2040	62	US6	1,40	1,50	2,00	1,00	1,60	1,60	-	-	-	1,60	1,60	1,00	1,20	3,10	1,00	1,00	1,10	2,30	1,00	1,00	1,00
2041-2070			2,25	1,60	2,00	1,00	2,60	1,40	-	-	-	2,60	1,40	1,00	1,90	2,25	1,00	1,00	1,50	1,70	1,00	1,00	1,00
2071-2100			1,85	1,30	1,00	1,00	2,00	1,00	-	-	-	2,00	1,00	1,00	1,90	1,40	1,00	1,00	1,70	1,30	1,00	1,00	1,00
1971-2000																							
2011-2040	7	US7	2,10	1,80	2,00	-	-	-	1,00	2,40	1,60	2,40	1,60	1,00	1,45	2,25	1,00	1,00	-	-	-	-	1,00
2041-2070			2,15	1,30	2,00	-	-	-	1,00	2,20	1,40	2,20	1,40	1,00	1,95	1,40	1,00	1,00	-	-	-	-	1,00
2071-2100			2,55	1,60	2,00	-	-	-	1,00	2,80	1,40	2,80	1,40	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	1,00
1971-2000																							
2011-2040	8	US8	1,65	1,80	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,20	2,70	1,00	1,00	1,30	1,80	1,00	1,00	1,00
2041-2070			1,85	1,30	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	2,25	1,00	1,00	1,80	1,70	1,00	1,00	1,00
2071-2100			2,40	1,60	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	1,40	1,00	1,00	2,10	1,30	1,00	1,00	1,00
1971-2000																							
2011-2040	91	US9	1,65	1,80	2,00	1,00	2,00	1,60	1,00	2,00	1,60	2,00	1,60	1,00	1,40	2,70	1,25	1,00	-	-	-	-	1,50
2041-2070			2,55	1,60	2,00	2,00	2,80	1,40	2,00	2,80	1,40	2,80	1,40	2,00	2,10	1,85	1,00	1,00	-	-	-	-	1,00
2071-2100			2,30	1,30	2,00	1,00	2,40	1,40	1,00	2,40	1,40	2,40	1,40	1,00	2,60	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	1,00
1971-2000																							
2011-2040	92	US9	1,40	1,50	2,00	1,00	1,60	1,60	-	-	-	1,60	1,60	1,00	1,40	3,10	1,00	1,00	-	-	-	-	1,00
2041-2070			1,95	1,60	2,00	1,00	2,40	1,40	-	-	-	2,40	1,40	1,00	1,85	2,25	1,00	1,00	-	-	-	-	1,00
2071-2100			1,85	1,30	1,00	2,00	2,00	1,00	-	-	-	2,00	1,00	2,00	2,35	1,40	1,00	1,00	-	-	-	-	1,00

Tab. 80: Übersicht Kombinationswerte Klima der Untersuchungsstrecken – Mittelwert

Übersicht Kombinationswerte Klima der Untersuchungsstrecken - Mittelwert																							
Zeitraum	Klima-region	Unter-suchungs-strecke	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
1971-2000	1	US1	1,85	1,50	2,00	-	-	-	1,00	1,80	1,60	1,80	1,60	1,00	1,60	3,10	3,25	2,00	1,50	3,10	3,25	2,00	3,50
2011-2040			2,15	1,50	2,00	-	-	-	1,00	2,20	1,60	2,20	1,60	1,00	1,90	3,10	3,25	1,00	1,90	2,70	3,25	1,00	3,50
2041-2070			2,90	1,30	2,00	-	-	-	1,00	2,80	1,40	2,80	1,40	1,00	3,15	2,25	3,25	1,00	3,00	1,70	3,25	1,00	3,50
2071-2100			2,90	1,30	1,00	-	-	-	1,00	2,80	1,00	2,80	1,00	1,00	3,40	1,40	3,25	1,00	3,40	1,20	3,25	1,00	3,50
1971-2000	2	US2	1,25	1,50	2,00	1,00	1,40	1,60	1,00	1,40	1,60	1,40	1,60	1,00	1,20	3,10	1,00	2,00	1,30	2,60	1,00	2,00	1,00
2011-2040			1,40	1,50	2,00	2,00	1,60	1,60	2,00	1,60	1,60	1,60	1,60	2,00	1,20	3,10	1,00	1,00	1,30	2,70	1,00	1,00	1,00
2041-2070			1,55	1,30	2,00	2,00	1,80	1,40	2,00	1,80	1,40	1,80	1,40	2,00	1,25	2,25	1,00	1,00	1,50	1,70	1,00	1,00	1,00
2071-2100			2,00	1,30	1,00	2,00	2,20	1,00	2,00	2,20	1,00	2,20	1,00	2,00	1,95	1,40	1,00	1,00	1,90	1,30	1,00	1,00	1,00
1971-2000	3	US3	1,70	1,50	2,00	-	-	-	1,00	1,80	1,60	1,80	1,60	1,00	1,40	2,65	1,70	1,00	1,40	2,40	1,70	1,00	2,00
2011-2040			2,10	1,80	2,00	-	-	-	2,00	2,40	1,60	2,40	1,60	2,00	1,90	2,25	1,70	1,00	1,90	1,90	1,70	1,00	2,00
2041-2070			2,75	1,30	2,00	-	-	-	2,00	2,80	1,40	2,80	1,40	2,00	2,40	1,80	2,00	1,00	2,30	1,50	2,00	1,00	2,00
2071-2100			2,75	1,30	1,00	-	-	-	2,00	2,80	1,00	2,80	1,00	2,00	3,15	1,40	2,00	1,00	3,00	1,20	2,00	1,00	2,00
1971-2000	4	US4	1,70	1,50	2,00	1,00	1,80	1,60	-	-	-	1,80	1,60	1,00	1,40	3,55	1,00	2,00	1,40	3,30	1,00	2,00	1,00
2011-2040			1,40	1,50	2,00	1,00	1,60	1,60	-	-	-	1,60	1,60	1,00	1,25	3,55	1,00	2,00	1,30	3,30	1,00	2,00	1,00
2041-2070			2,00	1,30	2,00	2,00	2,20	1,40	-	-	-	2,20	1,40	2,00	1,95	3,10	1,00	2,00	1,90	2,60	1,00	2,00	1,00
2071-2100			2,30	1,30	1,00	2,00	2,40	1,00	-	-	-	2,40	1,00	2,00	2,20	2,25	1,00	1,00	2,20	1,70	1,00	1,00	1,00
1971-2000	5	US5	1,70	1,50	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	3,55	1,00	2,00	1,40	3,30	1,00	2,00	1,00
2011-2040			2,10	1,80	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	3,10	1,00	2,00	1,70	3,10	1,00	2,00	1,00
2041-2070			2,40	1,60	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,25	1,00	1,00	2,10	1,80	1,00	1,00	1,00
2071-2100			2,75	1,30	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,65	1,80	1,00	1,00	2,90	1,50	1,00	1,00	1,00
1971-2000	61	US6	1,25	1,50	2,00	1,00	1,40	1,60	-	-	-	1,40	1,60	1,00	1,20	3,55	1,00	3,00	-	-	-	-	1,00
2011-2040			1,65	1,80	2,00	2,00	2,00	1,60	-	-	-	2,00	1,60	2,00	1,20	3,55	1,25	2,00	-	-	-	-	1,50
2041-2070			2,25	1,60	2,00	2,00	2,60	1,40	-	-	-	2,60	1,40	2,00	1,90	3,10	1,25	2,00	-	-	-	-	1,50
2071-2100			2,30	1,30	1,00	2,00	2,40	1,00	-	-	-	2,40	1,00	2,00	2,15	2,25	1,70	1,00	-	-	-	-	2,00
1971-2000	62	US6	1,25	1,50	2,00	1,00	1,40	1,60	-	-	-	1,40	1,60	1,00	1,20	3,55	1,25	2,00	1,30	3,70	1,25	2,00	1,50
2011-2040			1,85	1,50	2,00	2,00	2,00	1,60	-	-	-	2,00	1,60	2,00	1,60	3,10	1,25	2,00	1,50	3,10	1,25	2,00	1,50
2041-2070			2,15	1,30	2,00	2,00	2,40	1,40	-	-	-	2,40	1,40	2,00	1,90	3,10	1,25	1,00	1,90	2,60	1,25	1,00	1,50
2071-2100			2,75	1,30	1,00	2,00	2,80	1,00	-	-	-	2,80	1,00	2,00	2,75	2,25	1,25	1,00	2,60	1,80	1,25	1,00	1,50
1971-2000	7	US7	1,70	1,50	2,00	-	-	-	1,00	1,80	1,60	1,80	1,60	1,00	1,40	3,10	1,00	1,00	-	-	-	-	1,00
2011-2040			1,85	1,50	2,00	-	-	-	2,00	2,00	1,60	2,00	1,60	2,00	1,90	2,65	1,00	1,00	-	-	-	-	1,00
2041-2070			2,75	1,30	2,00	-	-	-	2,00	2,80	1,40	2,80	1,40	2,00	2,60	2,25	1,25	1,00	-	-	-	-	1,50
2071-2100			2,75	1,30	1,00	-	-	-	2,00	2,80	1,00	2,80	1,00	2,00	3,40	1,40	1,25	1,00	-	-	-	-	1,50
1971-2000	8	US8	1,70	1,50	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	3,55	1,00	2,00	1,40	3,30	1,00	2,00	1,00
2011-2040			2,10	1,80	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	3,10	1,00	2,00	1,50	3,10	1,00	2,00	1,00
2041-2070			2,25	1,60	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,25	1,00	1,00	2,10	1,80	1,00	1,00	1,00
2071-2100			2,75	1,30	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,45	1,80	1,00	1,00	2,60	1,60	1,00	1,00	1,00
1971-2000	91	US9	1,70	1,50	2,00	1,00	1,80	1,60	1,00	1,80	1,60	1,80	1,60	1,00	1,40	3,55	2,00	2,00	-	-	-	-	2,00
2011-2040			1,85	1,50	2,00	1,00	2,00	1,60	1,00	2,00	1,60	2,00	1,60	1,00	1,90	3,10	2,00	2,00	-	-	-	-	2,00
2041-2070			2,75	1,30	2,00	1,00	2,80	1,40	1,00	2,80	1,40	2,80	1,40	1,00	2,60	2,65	2,00	1,00	-	-	-	-	2,00
2071-2100			2,90	1,30	1,00	1,00	2,80	1,00	1,00	2,80	1,00	2,80	1,00	1,00	3,40	1,80	1,70	1,00	-	-	-	-	2,00
1971-2000	92	US9	1,25	1,50	2,00	1,00	1,40	1,60	-	-	-	1,40	1,60	1,00	1,20	3,55	1,70	2,00	-	-	-	-	2,00
2011-2040			1,85	1,50	2,00	1,00	2,00	1,60	-	-	-	2,00	1,60	1,00	1,60	3,10	1,70	2,00	-	-	-	-	2,00
2041-2070			2,75	1,30	2,00	1,00	2,80	1,40	-	-	-	2,80	1,40	1,00	2,35	3,10	1,70	1,00	-	-	-	-	2,00
2071-2100			2,90	1,30	1,00	1,00	2,80	1,00	-	-	-	2,80	1,00	1,00	3,40	1,80	1,70	1,00	-	-	-	-	2,00

Tab. 81: Übersicht Kombinationswerte Klima der Untersuchungsstrecken – Maximalwert

Übersicht Kombinationswerte Klima der Untersuchungsstrecken - Maximalwert																							
Zeitraum	Klima-region	Unter-suchungs-strecke	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
1971-2000																							
2011-2040	1	US 1	2,60	1,30	2,00	-	-	-	1,00	2,60	1,40	2,60	1,40	1,00	2,60	3,10	4,00	2,00	2,50	3,50	4,00	2,00	4,00
2041-2070			3,35	1,30	2,00	-	-	-	1,00	3,20	1,40	3,20	1,40	1,00	3,15	2,65	4,00	1,00	3,20	2,40	4,00	1,00	4,00
2071-2100			3,50	1,30	1,00	-	-	-	1,00	3,20	1,00	3,20	1,00	1,00	3,70	1,80	4,00	1,00	3,60	1,50	4,00	1,00	4,00
1971-2000																							
2011-2040	2	US 2	1,85	1,30	2,00	2,00	2,00	1,40	2,00	2,00	1,40	2,00	1,40	2,00	1,40	3,10	1,25	2,00	1,40	3,10	1,25	2,00	1,50
2041-2070			2,00	1,30	2,00	1,00	2,20	1,40	1,00	2,20	1,40	2,20	1,40	1,00	1,95	2,25	1,25	1,00	1,90	2,10	1,25	1,00	1,50
2071-2100			2,75	1,30	1,00	2,00	2,80	1,00	2,00	2,80	1,00	2,80	1,00	2,00	2,15	2,25	1,25	1,00	2,20	1,70	1,25	1,00	1,50
1971-2000																							
2011-2040	3	US 3	3,30	1,60	2,00	-	-	-	2,00	3,40	1,40	3,40	1,40	2,00	2,10	2,70	2,25	1,00	2,00	2,50	2,25	1,00	2,50
2041-2070			3,35	1,30	1,00	-	-	-	2,00	3,20	1,00	3,20	1,00	2,00	2,85	2,25	2,25	1,00	3,00	1,80	2,25	1,00	2,50
2071-2100			3,50	1,30	1,00	-	-	-	2,00	3,20	1,00	3,20	1,00	2,00	3,70	1,40	2,55	1,00	3,60	1,30	2,55	1,00	2,50
1971-2000																							
2011-2040	4	US 4	2,40	1,80	2,00	2,00	2,60	1,60	-	-	-	2,60	1,60	2,00	1,65	3,55	1,70	3,00	1,50	3,70	1,70	3,00	2,00
2041-2070			2,60	1,30	2,00	2,00	2,80	1,40	-	-	-	2,80	1,40	2,00	2,70	3,10	2,00	2,00	2,70	3,10	2,00	2,00	2,00
2071-2100			3,35	1,30	1,00	2,00	3,20	1,00	-	-	-	3,20	1,00	2,00	3,15	2,65	2,00	1,00	3,20	2,40	2,00	1,00	2,00
1971-2000																							
2011-2040	5	US 5	2,15	1,50	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	3,55	1,00	2,00	2,00	3,70	1,00	2,00	1,00
2041-2070			3,00	1,60	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,15	3,10	1,00	1,00	3,20	3,00	1,00	1,00	1,00
2071-2100			2,90	1,30	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,70	2,25	1,00	1,00	3,60	2,20	1,00	1,00	1,00
1971-2000																							
2011-2040	61	US 6	1,65	1,60	2,00	2,00	2,00	1,40	-	-	-	2,00	1,40	2,00	1,45	3,55	1,70	3,00	-	-	-	-	2,00
2041-2070			2,60	1,30	2,00	2,00	2,80	1,40	-	-	-	2,80	1,40	2,00	2,15	3,10	1,70	2,00	-	-	-	-	2,00
2071-2100			2,75	1,30	1,00	2,00	2,80	1,00	-	-	-	2,80	1,00	2,00	2,95	2,65	2,00	1,00	-	-	-	-	2,00
1971-2000																							
2011-2040	62	US 6	2,15	1,30	2,00	2,00	2,20	1,40	-	-	-	2,20	1,40	2,00	1,90	3,55	1,70	2,00	1,70	3,70	1,70	2,00	2,00
2041-2070			2,75	1,30	2,00	2,00	2,80	1,40	-	-	-	2,80	1,40	2,00	2,75	3,10	2,00	2,00	2,80	3,50	2,00	2,00	2,00
2071-2100			3,20	1,30	1,00	2,00	3,20	1,00	-	-	-	3,20	1,00	2,00	3,15	2,65	2,00	1,00	3,20	2,90	2,00	1,00	2,00
1971-2000																							
2011-2040	7	US 7	3,05	1,30	2,00	-	-	-	2,00	3,00	1,40	3,00	1,40	2,00	2,10	3,10	2,00	1,00	-	-	-	-	2,00
2041-2070			3,20	1,30	2,00	-	-	-	2,00	3,20	1,40	3,20	1,40	2,00	3,15	2,25	2,00	1,00	-	-	-	-	2,00
2071-2100			3,35	1,30	1,00	-	-	-	2,00	3,20	1,00	3,20	1,00	2,00	3,70	1,80	2,00	1,00	-	-	-	-	2,00
1971-2000																							
2011-2040	8	US 8	2,40	1,60	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	3,55	1,00	2,00	2,00	3,70	1,00	2,00	1,00
2041-2070			3,00	1,60	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,15	3,10	1,00	1,00	3,20	3,00	1,00	1,00	1,00
2071-2100			2,90	1,30	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,70	2,25	1,00	1,00	3,60	1,80	1,00	1,00	1,00
1971-2000																							
2011-2040	91	US 9	2,60	1,30	2,00	1,00	2,60	1,40	1,00	2,60	1,40	2,60	1,40	1,00	2,10	3,10	2,00	2,00	-	-	-	-	2,00
2041-2070			3,20	1,30	2,00	1,00	3,20	1,40	1,00	3,20	1,40	3,20	1,40	1,00	3,15	3,10	2,25	2,00	-	-	-	-	2,50
2071-2100			3,35	1,30	1,00	1,00	3,20	1,00	1,00	3,20	1,00	3,20	1,00	1,00	3,40	2,20	2,25	1,00	-	-	-	-	2,50
1971-2000																							
2011-2040	92	US 9	2,30	1,30	2,00	1,00	2,40	1,40	-	-	-	2,40	1,40	1,00	2,35	3,55	1,70	2,00	-	-	-	-	2,00
2041-2070			3,20	1,30	2,00	1,00	3,20	1,40	-	-	-	3,20	1,40	1,00	3,15	3,10	1,70	2,00	-	-	-	-	2,00
2071-2100			3,35	1,30	1,00	1,00	3,20	1,00	-	-	-	3,20	1,00	1,00	3,70	2,65	1,70	1,00	-	-	-	-	2,00

Tab. 82: Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Beobachtungszeitraum 1971-2000 – Mittelwert

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Beobachtungszeitraum 1971-2000 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US1-01/27	2,35	2,12	2,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,75	-	1,76	2,12	2,95	-	2,45	3,19
US1-02/27	2,13	1,92	2,09	-	-	-	1,32	1,90	1,79	1,90	1,79	1,32	1,79	2,86	2,47	1,83	1,81	2,52	3,12	2,45	3,16
US1-03/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	2,78	2,32	1,69	-	-	-	-	3,17
US1-04/27	2,10	1,89	1,81	-	-	-	-	-	-	1,75	1,65	1,00	1,81	2,63	2,32	1,69	1,85	2,57	3,12	2,45	2,84
US1-05/27	2,13	1,92	2,27	-	-	-	-	-	-	1,75	1,65	1,32	1,67	2,49	2,27	1,63	-	-	-	-	2,79
US1-06/27	2,24	2,02	1,79	-	-	-	-	-	-	1,75	1,65	1,00	1,83	2,60	2,24	1,60	1,69	2,35	3,12	2,45	3,04
US1-07/27	2,17	1,95	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,93	2,33	1,79	1,88	2,62	2,58	2,02	3,20
US1-08/27	2,25	2,03	2,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,82	2,89	2,65	2,09	2,16	3,00	2,55	2,00	3,36
US1-09/27	2,19	1,97	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,82	2,97	2,36	1,82	2,01	2,80	2,55	2,00	3,21
US1-10/27	2,26	2,03	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	2,86	2,48	1,93	1,93	2,69	2,55	2,00	3,26
US1-11/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	2,64	2,20	1,68	2,09	2,91	2,55	2,00	3,16
US1-12/27	2,28	2,05	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	2,60	2,27	1,74	1,80	2,50	2,55	2,00	3,22
US1-13/27	2,29	2,06	2,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	2,74	2,23	1,71	-	-	-	-	3,21
US1-14/27	2,19	1,98	2,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,72	2,64	2,29	1,76	-	-	-	-	3,23
US1-15/27	2,26	2,03	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	2,57	2,26	1,73	2,03	2,82	2,55	2,00	3,22
US1-16/27	2,24	2,02	2,10	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,46	1,67	2,55	2,36	1,82	-	-	-	-	3,26
US1-17/27	2,22	2,00	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	2,51	2,27	1,74	-	-	-	-	3,23
US1-18/27	2,27	2,05	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,64	2,42	2,31	1,77	1,91	2,66	2,55	2,00	3,24
US1-19/27	2,20	1,98	2,14	-	-	-	-	-	-	1,90	1,79	1,17	1,64	2,41	2,34	1,81	1,76	2,46	2,55	2,00	3,25
US1-20/27	2,22	2,00	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	2,43	2,37	1,83	1,92	2,68	2,55	2,00	3,26
US1-21/27	2,26	2,03	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,64	2,40	2,30	1,77	1,81	2,52	2,55	2,00	3,24
US1-22/27	2,14	1,93	2,08	-	-	-	-	-	-	1,94	1,83	1,46	1,63	2,41	2,20	1,67	-	-	-	-	3,20
US1-23/27	2,27	2,04	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,62	2,39	2,17	1,65	-	-	-	-	3,19
US1-24/27	2,18	1,96	2,09	-	-	-	-	-	-	2,15	2,02	1,72	1,64	2,39	2,31	1,78	-	-	-	-	3,02
US1-25/27	2,18	1,96	1,89	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,58	1,63	2,43	2,24	1,71	1,69	2,35	2,55	2,00	2,98
US1-26/27	2,07	1,86	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	2,21	2,08	1,56	1,60	2,23	2,55	2,00	2,85
US1-27/27	2,14	1,93	2,45	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,50	1,71	2,30	2,84	2,27	1,69	2,35	2,55	2,00	3,20
US2-01/38	1,69	1,85	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	2,35	1,45	2,04	-	-	-	-	1,42
US2-02/38	1,69	1,86	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	2,35	1,40	1,97	-	-	-	-	1,41
US2-03/38	1,63	1,78	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,37	2,31	1,32	1,85	-	-	-	-	1,50
US2-04/38	1,70	1,86	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,31	2,48	1,37	1,92	-	-	-	-	1,53
US2-05/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	2,70	1,41	2,00	-	-	-	-	1,55
US2-06/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,41	2,19	1,24	1,70	-	-	-	-	1,46
US2-07/38	1,36	1,49	1,89	-	-	-	-	-	-	1,35	1,44	1,00	1,35	2,17	1,17	1,58	-	-	-	-	1,43
US2-08/38	1,35	1,48	1,86	-	-	-	-	-	-	1,35	1,44	1,12	1,28	2,49	1,16	1,54	-	-	-	-	1,41
US2-09/38	1,51	1,65	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,30	2,19	1,18	1,61	-	-	-	-	1,44
US2-10/38	1,56	1,71	2,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	2,37	1,22	1,68	-	-	-	-	1,46
US2-11/38	1,62	1,77	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	2,43	1,21	1,66	-	-	-	-	1,45
US2-12/38	1,65	1,81	2,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	2,38	1,26	1,73	-	-	-	-	1,47
US2-13/38	1,66	1,82	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,39	2,34	1,23	1,70	-	-	-	-	1,46
US2-14/38	1,75	1,92	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	2,27	1,16	1,57	-	-	-	-	1,43
US2-15/38	1,69	1,85	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	2,25	1,15	1,56	1,23	1,81	1,41	2,00	1,36
US2-16/38	1,76	1,93	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,23	1,80	1,00	1,41	1,73
US2-17/38	1,73	1,89	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,29	1,90	1,00	1,41	1,73
US2-18/38	1,65	1,81	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,33	1,96	1,00	1,41	1,73
US2-19/38	1,76	1,93	2,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	1,99	1,00	1,41	1,91
US2-20/38	1,74	1,91	2,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,28	1,88	1,00	1,41	1,91
US2-21/38	1,81	1,99	2,05	-	-	-	-	-	-	2,15	2,30	1,52	-	-	-	-	1,43	2,10	1,00	1,41	1,91
US2-22/38	1,73	1,90	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	2,03	1,00	1,41	1,91
US2-23/38	1,85	2,03	2,39	-	-	-	-	-	-	2,15	2,30	1,54	-	-	-	-	1,40	2,06	1,00	1,41	1,91
US2-24/38	1,75	1,91	2,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,42	2,09	1,00	1,41	1,91
US2-25/38	1,88	2,05	2,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	2,01	1,00	1,41	1,91
US2-26/38	1,88	2,06	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,42	2,09	1,00	1,41	1,91
US2-27/38	1,85	2,03	2,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	2,13	1,00	1,41	1,91
US2-28/38	1,88	2,06	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	1,98	1,00	1,41	1,91
US2-29/38	1,85	2,03	2,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	2,13	1,00	1,41	1,91
US2-30/38	1,86	2,04	2,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	2,13	1,00	1,41	1,91
US2-31/38	1,76	1,93	2,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	2,14	1,00	1,41	1,91

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Beobachtungszeitraum 1971-2000 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US2-32/38	1,90	2,08	2,45	-	-	-	-	-	-	1,71	1,83	1,37	1,52	2,54	1,23	1,68	1,41	2,08	1,41	2,00	1,67
US2-33/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63	2,71	1,23	1,69	-	-	-	-	1,71
US2-34/38	1,69	1,86	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,30	2,47	1,40	1,94	-	-	-	-	1,38
US2-35/38	1,82	2,00	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	2,90	1,47	2,00	-	-	-	-	1,77
US2-36/38	1,78	1,95	2,02	1,66	1,91	2,04	1,73	2,00	2,14	-	-	-	1,62	2,88	1,34	1,77	-	-	-	-	1,71
US2-37/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	2,88	1,31	1,72	-	-	-	-	1,70
US2-38/38	1,98	2,17	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,64	2,97	1,33	1,80	-	-	-	-	1,73
US3-01/29	1,97	1,86	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	2,21	1,76	1,34	-	-	-	-	2,32
US3-02/29	2,00	1,88	2,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	2,20	1,67	1,25	-	-	-	-	2,28
US3-03/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,19	1,70	1,29	-	-	-	-	2,30
US3-04/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,42	2,01	1,82	1,39	-	-	-	-	1,98
US3-05/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,20	1,71	1,29	-	-	-	-	2,30
US3-06/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,37	2,09	1,67	1,26	-	-	-	-	1,90
US3-07/29	2,03	1,91	2,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,46	2,34	1,68	1,27	-	-	-	-	2,46
US3-08/29	2,17	2,04	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,49	2,42	1,78	1,36	-	-	-	-	2,50
US3-09/29	2,14	2,01	2,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50	2,47	1,71	1,29	-	-	-	-	2,47
US3-10/29	2,12	1,99	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,52	2,50	1,80	1,37	-	-	-	-	2,51
US3-11/29	2,14	2,01	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,49	2,35	1,76	1,33	-	-	-	-	2,49
US3-12/29	1,97	1,85	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	2,56	2,00	1,49	-	-	-	-	2,54
US3-13/29	1,96	1,84	1,73	-	-	-	-	-	-	1,75	1,65	1,10	1,79	2,53	1,76	1,27	-	-	-	-	2,25
US3-14/29	2,23	2,09	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,50	1,89	1,39	-	-	-	-	2,49
US3-15/29	2,11	1,98	2,25	-	-	-	-	-	-	1,88	1,77	1,20	1,80	2,50	1,89	1,40	-	-	-	-	2,49
US3-16/29	2,17	2,03	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	2,40	1,82	1,35	-	-	-	-	2,48
US3-17/29	2,04	1,92	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	2,59	1,84	1,35	1,68	2,19	2,26	1,73	2,43
US3-18/29	2,09	1,96	1,78	-	-	-	-	-	-	1,75	1,65	1,17	1,79	2,59	1,78	1,29	1,79	2,34	2,26	1,73	2,42
US3-19/29	2,13	2,00	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,59	1,81	1,32	1,71	2,24	2,26	1,73	2,45
US3-20/29	2,00	1,87	1,91	-	-	-	-	-	-	1,94	1,83	1,17	1,74	2,54	1,71	1,22	1,70	2,22	2,26	1,73	2,33
US3-21/29	2,13	2,00	2,10	-	-	-	1,27	1,93	1,82	2,08	1,96	1,19	1,74	2,76	1,69	1,20	1,69	2,21	2,26	1,73	2,35
US3-22/29	2,17	2,04	2,46	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,41	1,62	2,56	1,71	1,22	1,71	2,24	2,26	1,73	2,37
US3-23/29	2,13	2,00	2,21	-	-	-	-	-	-	1,99	1,88	1,20	1,75	2,73	1,74	1,25	1,81	2,36	2,26	1,73	2,38
US3-24/29	2,19	2,06	2,41	-	-	-	-	-	-	2,28	2,15	1,36	1,75	2,72	1,90	1,39	1,97	2,58	2,32	1,78	2,48
US3-25/29	2,22	2,09	2,18	-	-	-	-	-	-	2,15	2,03	1,64	1,78	2,63	1,83	1,34	-	-	-	-	2,46
US3-26/29	2,18	2,04	2,29	-	-	-	-	-	-	2,03	1,92	1,00	1,79	2,64	1,83	1,34	-	-	-	-	2,46
US3-27/29	2,14	2,01	2,14	-	-	-	-	-	-	1,70	1,60	1,00	1,82	2,65	1,92	1,40	-	-	-	-	2,44
US3-28/29	2,10	1,97	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,53	1,77	1,25	1,82	2,38	2,40	1,84	2,28
US3-29/29	2,12	2,00	2,30	-	-	-	-	-	-	1,55	1,46	1,19	1,78	2,64	1,81	1,32	1,80	2,35	2,25	1,72	2,42
US4-01/28	2,05	1,92	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,56	2,39	1,00	1,41	1,91
US4-02/28	2,11	1,98	1,98	-	-	-	-	-	-	1,90	1,79	1,17	1,57	2,67	1,30	1,71	-	-	-	-	1,70
US4-03/28	2,04	1,91	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	3,07	1,45	1,97	1,68	2,58	1,73	2,45	1,71
US4-04/28	2,00	1,88	1,80	-	-	-	-	-	-	1,75	1,65	1,00	-	-	-	-	1,72	2,64	1,00	1,41	1,91
US4-05/28	2,02	1,90	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	2,62	1,00	1,41	1,91
US4-06/28	2,05	1,93	2,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,61	2,47	1,00	1,41	1,91
US4-07/28	2,08	1,95	1,77	-	-	-	-	-	-	1,75	1,65	1,03	-	-	-	-	1,57	2,41	1,00	1,41	1,91
US4-08/28	2,04	1,92	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57	2,42	1,00	1,41	1,91
US4-09/28	2,02	1,89	2,14	-	-	-	-	-	-	1,80	1,69	1,06	1,68	2,75	1,30	1,81	1,63	2,51	1,42	2,00	1,69
US4-10/28	2,03	1,90	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	2,80	1,42	1,95	-	-	-	-	1,76
US4-11/28	2,00	1,88	1,79	-	-	-	-	-	-	1,75	1,65	1,12	1,58	2,69	1,29	1,78	-	-	-	-	1,73
US4-12/28	2,00	1,88	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	2,60	1,32	1,84	-	-	-	-	1,75
US4-13/28	2,01	1,88	1,88	-	-	-	-	-	-	1,90	1,79	1,17	1,56	2,60	1,25	1,73	-	-	-	-	1,72
US4-14/28	2,02	1,90	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,59	2,59	1,29	1,79	-	-	-	-	1,62
US4-15/28	2,05	1,93	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,62	2,81	1,42	2,01	-	-	-	-	1,79
US4-16/28	1,98	1,86	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,59	1,00	1,41	1,73
US4-17/28	1,90	1,78	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,56	2,60	1,36	1,90	-	-	-	-	1,65
US4-18/28	1,89	1,78	2,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,62	2,67	1,44	2,04	-	-	-	-	1,68
US4-19/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63	2,65	1,47	2,10	-	-	-	-	1,70
US4-20/28	1,88	1,77	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	2,75	1,35	1,89	1,48	2,28	1,41	2,00	1,60
US4-21/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43	2,20	1,00	1,41	1,91
US4-22/28	1,94	1,82	1,77	1,52	1,93	1,82	-	-	-	-	-	-	1,64	2,55	1,13	1,51	1,43	2,19	1,41	2,00	1,61
US4-23/28	1,84	1,73	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	2,56	1,18	1,60	1,43	2,19	1,41	2,00	1,64

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Beobachtungszeitraum 1971-2000 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US4-24/28	1,86	1,74	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	2,55	1,18	1,60	1,43	2,19	1,41	2,00	1,53
US4-25/28	1,83	1,72	1,78	1,22	1,53	1,44	-	-	-	-	-	-	1,64	2,55	1,19	1,62	1,42	2,19	1,41	2,00	1,52
US4-26/28	1,85	1,74	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,72	2,57	1,24	1,71	1,44	2,20	1,41	2,00	1,41
US4-27/28	1,70	1,60	1,87	-	-	-	-	-	-	1,53	1,44	1,00	1,60	2,52	1,17	1,59	1,43	2,20	1,41	2,00	1,37
US4-28/28	1,74	1,63	1,86	1,46	1,90	1,79	-	-	-	-	-	-	1,62	2,51	1,30	1,80	1,50	2,31	1,41	2,00	1,44
US5-01/12	2,00	1,88	2,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,42	2,19	1,00	1,41	1,91
US5-02/12	1,81	1,70	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	2,72	1,13	1,51	1,43	2,20	1,41	2,00	1,48
US5-03/12	1,81	1,70	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	2,90	1,29	1,79	1,43	2,20	1,41	2,00	1,72
US5-04/12	1,87	1,76	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	2,81	1,30	1,80	-	-	-	-	1,62
US5-05/12	1,79	1,68	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,49	2,69	1,32	1,86	1,71	2,63	1,32	1,87	1,51
US5-06/12	1,85	1,74	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,46	2,45	1,18	1,60	-	-	-	-	1,44
US5-07/12	1,84	1,73	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43	2,63	1,31	1,82	-	-	-	-	1,50
US5-08/12	1,82	1,71	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,49	2,49	1,20	1,63	-	-	-	-	1,44
US5-09/12	1,86	1,75	2,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,42	2,48	1,23	1,69	1,46	2,25	1,41	2,00	1,56
US5-10/12	1,84	1,73	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,48	2,55	1,36	1,91	1,52	2,34	1,41	2,00	1,50
US5-11/12	1,83	1,72	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,49	2,71	1,18	1,61	1,52	2,33	1,41	2,00	1,39
US5-12/12	1,83	1,72	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	2,52	1,24	1,70	1,33	2,05	1,41	2,00	1,43
US6-01/27	1,58	1,73	1,93	-	-	-	-	-	-	1,62	1,73	1,10	1,32	2,48	1,13	1,85	-	-	-	-	1,55
US6-02/27	1,58	1,73	2,16	-	-	-	-	-	-	1,54	1,65	1,00	1,29	2,51	1,13	1,86	-	-	-	-	1,55
US6-03/27	1,57	1,72	2,01	1,37	1,67	1,79	-	-	-	1,54	1,65	1,17	1,32	2,43	1,13	1,87	-	-	-	-	1,55
US6-04/27	1,62	1,78	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	2,42	1,25	2,10	-	-	-	-	1,47
US6-05/27	1,51	1,65	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	2,30	1,16	1,93	-	-	-	-	1,56
US6-06/27	1,66	1,82	2,03	1,41	1,53	1,63	-	-	-	1,51	1,62	1,15	1,33	2,40	1,37	1,68	-	-	-	-	1,79
US6-07/27	1,61	1,76	1,80	1,41	1,67	1,79	-	-	-	1,40	1,50	1,12	1,37	2,54	1,37	1,68	-	-	-	-	1,95
US6-08/27	1,58	1,74	1,93	1,41	1,67	1,79	-	-	-	-	-	-	1,32	2,38	1,44	1,79	-	-	-	-	1,82
US6-09/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,33	2,29	1,28	1,54	-	-	-	-	1,74
US6-10/27	1,41	1,54	1,80	-	-	-	-	-	-	1,31	1,40	1,34	1,33	2,29	1,27	1,53	-	-	-	-	1,74
US6-11/27	1,43	1,56	1,83	-	-	-	-	-	-	1,35	1,44	1,38	1,32	2,30	1,27	1,52	-	-	-	-	1,73
US6-12/27	1,40	1,53	1,86	-	-	-	-	-	-	1,35	1,44	1,17	1,41	2,48	1,28	1,54	1,24	2,18	1,58	2,00	1,69
US6-13/27	1,45	1,59	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,28	2,29	1,28	1,53	-	-	-	-	1,74
US6-14/27	1,54	1,68	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,33	2,30	1,37	1,69	1,22	2,15	1,58	2,00	1,75
US6-15/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,28	2,29	1,27	1,52	-	-	-	-	1,73
US6-16/27	1,44	1,58	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,29	2,29	1,26	1,51	-	-	-	-	1,73
US6-17/27	1,38	1,51	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,28	2,29	1,26	1,51	1,22	2,13	1,58	2,00	1,68
US6-18/27	1,57	1,72	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	2,29	1,26	1,51	-	-	-	-	1,73
US6-19/27	1,43	1,56	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,27	2,29	1,27	1,52	-	-	-	-	1,73
US6-20/27	1,68	1,84	2,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,27	2,33	1,27	1,52	-	-	-	-	1,90
US6-21/27	1,75	1,92	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,28	2,37	1,31	1,59	-	-	-	-	1,92
US6-22/27	1,72	1,89	2,14	-	-	-	-	-	-	1,77	1,89	1,24	1,31	2,43	1,36	1,66	-	-	-	-	1,94
US6-23/27	1,64	1,79	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	2,40	1,39	1,71	-	-	-	-	1,96
US6-24/27	1,60	1,76	1,96	-	-	-	-	-	-	1,60	1,71	1,27	1,30	2,40	1,32	1,60	-	-	-	-	1,92
US6-25/27	1,66	1,82	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	2,45	1,36	1,66	-	-	-	-	1,94
US6-26/27	1,73	1,90	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,37	2,41	1,32	1,60	-	-	-	-	1,92
US6-27/27	1,63	1,79	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,31	2,38	1,34	1,63	-	-	-	-	1,93
US7-01/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-02/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-03/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-04/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-05/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-06/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-07/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-08/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-09/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	2,43	1,61	1,64	-	-	-	-	1,53
US7-10/62	2,05	1,93	1,70	-	-	-	-	-	-	1,80	1,70	1,62	1,70	2,66	1,58	1,61	-	-	-	-	1,51
US7-11/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	1,93	1,70	1,72	2,73	1,49	1,50	-	-	-	-	1,59
US7-12/62	1,79	1,68	1,41	-	-	-	-	-	-	1,87	1,77	1,28	1,42	2,25	1,26	1,23	-	-	-	-	1,47
US7-13/62	1,97	1,86	2,05	-	-	-	-	-	-	2,13	2,01	1,63	1,48	2,44	1,55	1,59	-	-	-	-	1,63
US7-14/62	1,87	1,76	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,42	2,53	1,16	1,14	-	-	-	-	1,45

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Beobachtungszeitraum 1971-2000 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US7-15/62	1,97	1,85	1,94	-	-	-	-	-	-	2,25	2,12	1,55	1,40	2,31	1,22	1,19	-	-	-	-	1,46
US7-16/62	1,87	1,75	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	2,32	1,25	1,22	-	-	-	-	1,47
US7-17/62	1,90	1,78	1,90	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,46	1,44	2,29	1,30	1,28	-	-	-	-	1,49
US7-18/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	2,31	1,29	1,27	-	-	-	-	1,49
US7-19/62	1,94	1,82	1,56	-	-	-	1,31	1,98	1,87	-	-	-	1,62	2,22	1,25	1,22	-	-	-	-	1,47
US7-20/62	2,06	1,94	1,80	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,54	1,56	2,57	1,34	1,34	-	-	-	-	1,52
US7-21/62	1,64	1,54	1,95	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,70	1,54	2,29	1,13	1,07	-	-	-	-	1,42
US7-22/62	2,00	1,88	2,09	-	-	-	-	-	-	2,17	2,05	1,55	1,54	2,24	1,37	1,37	-	-	-	-	1,53
US7-23/62	1,90	1,79	2,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,55	2,21	1,16	1,11	-	-	-	-	1,56
US7-24/62	2,01	1,88	2,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,39	2,24	1,17	1,13	-	-	-	-	1,57
US7-25/62	2,01	1,89	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,46	2,28	1,38	1,38	-	-	-	-	1,78
US7-26/62	2,04	1,91	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	2,32	1,33	1,32	-	-	-	-	1,75
US7-27/62	1,94	1,82	1,80	-	-	-	1,50	2,09	1,97	2,12	2,00	1,50	1,37	2,27	1,13	1,07	-	-	-	-	1,67
US7-28/62	1,89	1,78	1,68	-	-	-	-	-	-	1,75	1,65	1,12	1,47	2,34	1,55	1,58	-	-	-	-	1,85
US7-29/62	1,95	1,83	2,47	-	-	-	-	-	-	1,91	1,80	1,22	1,49	2,49	1,54	1,56	-	-	-	-	1,84
US7-30/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,64	1,58	1,59	-	-	-	-	1,85
US7-31/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-32/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-33/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-34/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-35/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-36/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-37/62	2,05	1,93	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-38/62	1,97	1,86	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-39/62	1,97	1,85	2,31	-	-	-	-	-	-	2,04	1,92	1,67	1,46	2,57	1,37	1,36	-	-	-	-	1,53
US7-40/62	1,76	1,65	2,26	-	-	-	-	-	-	1,75	1,65	1,00	1,45	2,52	1,27	1,24	-	-	-	-	1,48
US7-41/62	1,75	1,65	1,80	-	-	-	-	-	-	1,75	1,65	1,10	1,49	2,32	1,37	1,36	-	-	-	-	1,39
US7-42/62	1,96	1,84	1,54	-	-	-	-	-	-	1,94	1,83	1,17	1,38	2,26	1,15	1,10	-	-	-	-	1,28
US7-43/62	1,90	1,79	1,83	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,58	1,47	2,28	1,17	1,12	-	-	-	-	1,28
US7-44/62	2,00	1,88	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,62	2,39	1,23	1,19	-	-	-	-	1,31
US7-45/62	2,12	1,99	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,69	1,35	1,34	-	-	-	-	1,38
US7-46/62	1,76	1,65	1,41	-	-	-	-	-	-	1,75	1,65	1,16	1,65	2,34	1,38	1,38	-	-	-	-	1,40
US7-47/62	1,88	1,76	1,68	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,69	1,59	2,38	1,55	1,57	-	-	-	-	1,49
US7-48/62	1,98	1,86	1,71	-	-	-	-	-	-	2,20	2,08	1,80	1,57	2,29	1,61	1,65	-	-	-	-	1,53
US7-49/62	1,85	1,74	2,20	-	-	-	-	-	-	1,61	1,52	1,00	1,65	2,38	1,31	1,30	-	-	-	-	1,36
US7-50/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	1,92	1,37	1,69	2,62	1,46	1,47	-	-	-	-	1,44
US7-51/62	2,03	1,91	1,70	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,64	1,61	2,39	1,31	1,29	-	-	-	-	1,36
US7-52/62	1,93	1,81	1,72	-	-	-	-	-	-	2,05	1,94	1,73	1,55	2,37	1,19	1,14	-	-	-	-	1,29
US7-53/62	1,95	1,83	1,75	-	-	-	-	-	-	2,05	1,93	1,63	1,51	2,52	1,16	1,11	-	-	-	-	1,28
US7-54/62	1,88	1,77	1,66	-	-	-	-	-	-	1,92	1,81	1,40	1,50	2,43	1,16	1,11	-	-	-	-	1,28
US7-55/62	1,92	1,80	1,50	-	-	-	1,46	2,09	1,97	2,11	1,99	1,64	1,47	2,34	1,53	1,55	-	-	-	-	1,48
US7-56/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	1,85	1,41	1,49	2,24	1,29	1,26	-	-	-	-	1,35
US7-57/62	1,90	1,79	1,58	-	-	-	-	-	-	1,92	1,81	1,38	1,58	2,42	1,54	1,56	-	-	-	-	1,48
US7-58/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,54	2,37	1,34	1,33	-	-	-	-	1,38
US7-59/62	2,12	1,99	1,95	-	-	-	-	-	-	1,94	1,83	1,54	1,55	2,32	1,41	1,43	-	-	-	-	1,43
US7-60/62	1,90	1,79	2,25	-	-	-	-	-	-	2,06	1,95	1,72	1,43	2,35	1,22	1,18	-	-	-	-	1,46
US7-61/62	1,97	1,86	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,46	2,42	1,21	1,17	-	-	-	-	1,45
US7-62/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,53	1,63	1,66	-	-	-	-	1,66
US8-01/5	2,04	1,92	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,68	1,19	1,63	1,51	2,32	1,41	2,00	1,53
US8-02/5	1,95	1,83	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	2,64	1,52	2,17	1,52	2,33	1,41	2,00	1,68
US8-03/5	1,94	1,82	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,54	2,68	1,13	1,51	1,43	2,19	1,41	2,00	1,48
US8-04/5	2,00	1,88	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	2,72	1,30	1,81	1,53	2,35	1,41	2,00	1,57
US8-05/5	2,06	1,93	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	2,56	1,27	1,76	1,50	2,30	1,41	2,00	1,43
US9-01/43	2,05	1,93	2,45	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,32	1,63	2,62	1,91	1,89	-	-	-	-	2,49
US9-02/43	2,05	1,93	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,61	1,66	1,59	-	-	-	-	2,39
US9-03/43	2,05	1,93	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	2,91	1,89	1,87	-	-	-	-	2,48
US9-04/43	2,01	1,89	2,38	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,32	1,73	2,93	1,95	1,94	-	-	-	-	2,51
US9-05/43	2,05	1,93	2,45	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,41	1,66	2,61	2,07	2,08	-	-	-	-	2,56
US9-06/43	1,97	1,85	2,19	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,55	1,60	2,68	2,15	2,17	-	-	-	-	2,59

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Beobachtungszeitraum 1971-2000 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US9-07/43	2,05	1,93	1,95	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,47	1,62	2,59	2,40	2,46	-	-	-	-	2,71
US9-08/43	1,95	1,83	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,59	2,62	2,22	2,26	-	-	-	-	2,63
US9-09/43	2,12	1,99	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,61	2,66	2,31	2,37	-	-	-	-	2,67
US9-10/43	2,08	1,95	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,60	2,70	1,84	1,81	-	-	-	-	2,46
US9-11/43	2,02	1,90	2,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,54	2,68	1,96	1,96	-	-	-	-	2,35
US9-12/43	1,82	1,71	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	2,66	2,02	2,03	-	-	-	-	2,38
US9-13/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	1,80	1,26	1,49	2,72	2,05	2,06	-	-	-	-	2,39
US9-14/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	1,96	1,32	1,48	2,60	2,14	2,17	-	-	-	-	2,43
US9-15/43	1,85	1,74	2,16	1,22	1,75	1,65	-	-	-	1,90	1,79	1,14	1,44	2,46	1,78	1,73	-	-	-	-	2,44
US9-16/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43	2,43	1,67	1,61	-	-	-	-	2,22
US9-17/43	1,97	1,85	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,54	2,46	1,74	1,69	-	-	-	-	2,25
US9-18/43	1,69	1,59	1,64	-	-	-	1,14	1,55	1,46	-	-	-	1,43	2,30	1,69	1,63	-	-	-	-	2,04
US9-19/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US9-20/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	2,75	2,34	2,24	-	-	-	-	2,24
US9-21/43	1,97	1,86	2,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,54	2,88	2,39	2,30	-	-	-	-	2,27
US9-22/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	2,55	2,16	2,25	-	-	-	-	2,32
US9-23/43	1,95	1,83	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,42	2,45	1,83	1,80	-	-	-	-	2,11
US9-24/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	2,32	2,39	2,40	-	-	-	-	2,35
US9-25/43	1,91	1,79	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	2,51	2,31	2,30	-	-	-	-	2,30
US9-26/43	1,68	1,84	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	2,45	1,57	1,67	-	-	-	-	2,06
US9-27/43	1,76	1,93	1,70	-	-	-	-	-	-	1,83	1,96	1,40	1,53	2,69	1,71	1,83	-	-	-	-	2,12
US9-28/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	2,59	1,47	1,51	-	-	-	-	2,00
US9-29/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,41	2,35	1,47	1,51	-	-	-	-	2,00
US9-30/43	1,63	1,78	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,37	2,29	1,47	1,51	-	-	-	-	2,00
US9-31/43	1,58	1,73	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	2,50	1,80	1,94	-	-	-	-	2,17
US9-32/43	1,69	1,86	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	2,53	1,74	1,86	-	-	-	-	2,13
US9-33/43	1,69	1,86	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,30	2,32	1,56	1,63	-	-	-	-	2,04
US9-34/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	2,46	1,77	1,91	-	-	-	-	2,15
US9-35/43	1,57	1,72	2,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,44	2,40	1,69	1,75	-	-	-	-	2,07
US9-36/43	1,32	1,45	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	2,53	1,58	1,66	-	-	-	-	2,05
US9-37/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	2,52	1,72	1,84	-	-	-	-	2,13
US9-38/43	1,60	1,76	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,30	2,38	1,61	1,71	-	-	-	-	2,07
US9-39/43	1,68	1,84	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,30	2,44	1,48	1,53	-	-	-	-	2,01
US9-40/43	1,69	1,85	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,31	2,51	1,63	1,73	-	-	-	-	2,43
US9-41/43	1,67	1,83	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	2,29	1,49	1,53	-	-	-	-	2,37
US9-42/43	1,68	1,84	1,81	1,46	1,67	1,79	-	-	-	1,83	1,96	1,46	1,38	2,72	1,88	2,05	-	-	-	-	2,55
US9-43/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 83: Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2011-2040 – Mittelwert

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2011-2040 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US1-01/27	2,53	2,12	2,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	2,75	-	1,24	2,31	2,76	-	1,73	3,19
US1-02/27	2,30	1,92	2,09	-	-	-	1,32	2,10	1,79	2,10	1,79	1,32	1,95	2,86	2,47	1,30	1,98	2,35	3,12	1,73	3,16
US1-03/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	2,78	2,32	1,19	-	-	-	-	3,17
US1-04/27	2,27	1,89	1,81	-	-	-	-	-	-	1,93	1,65	1,00	1,97	2,63	2,32	1,19	2,01	2,40	3,12	1,73	2,84
US1-05/27	2,30	1,92	2,27	-	-	-	-	-	-	1,93	1,65	1,32	1,81	2,49	2,27	1,15	-	-	-	-	2,79
US1-06/27	2,41	2,02	1,79	-	-	-	-	-	-	1,93	1,65	1,00	1,99	2,60	2,24	1,13	1,84	2,19	3,12	1,73	3,04
US1-07/27	2,34	1,95	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	2,93	2,33	1,27	2,05	2,44	2,58	1,43	3,20
US1-08/27	2,43	2,03	2,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,89	2,65	1,48	2,35	2,80	2,55	1,41	3,36
US1-09/27	2,36	1,97	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	2,97	2,36	1,29	2,19	2,61	2,55	1,41	3,21
US1-10/27	2,43	2,03	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,86	2,48	1,37	2,10	2,51	2,55	1,41	3,26
US1-11/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	2,64	2,20	1,18	2,28	2,72	2,55	1,41	3,16
US1-12/27	2,45	2,05	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	2,60	2,27	1,23	1,96	2,33	2,55	1,41	3,22
US1-13/27	2,47	2,06	2,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	2,74	2,23	1,21	-	-	-	-	3,21
US1-14/27	2,37	1,98	2,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	2,64	2,29	1,25	-	-	-	-	3,23
US1-15/27	2,43	2,03	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	2,57	2,26	1,22	2,21	2,64	2,55	1,41	3,22
US1-16/27	2,42	2,02	2,10	-	-	-	-	-	-	2,30	1,96	1,46	1,82	2,55	2,36	1,29	-	-	-	-	3,26
US1-17/27	2,40	2,00	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	2,51	2,27	1,23	-	-	-	-	3,23
US1-18/27	2,45	2,05	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,42	2,31	1,25	2,08	2,48	2,55	1,41	3,24
US1-19/27	2,38	1,98	2,14	-	-	-	-	-	-	2,10	1,79	1,17	1,79	2,41	2,34	1,28	1,92	2,29	2,55	1,41	3,25
US1-20/27	2,39	2,00	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	2,43	2,37	1,29	2,10	2,50	2,55	1,41	3,26
US1-21/27	2,43	2,03	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,40	2,30	1,25	1,98	2,36	2,55	1,41	3,24
US1-22/27	2,31	1,93	2,08	-	-	-	-	-	-	2,15	1,83	1,46	1,77	2,41	2,20	1,18	-	-	-	-	3,20
US1-23/27	2,45	2,04	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	2,39	2,17	1,16	-	-	-	-	3,19
US1-24/27	2,35	1,96	2,09	-	-	-	-	-	-	2,37	2,02	1,72	1,78	2,39	2,31	1,26	-	-	-	-	3,02
US1-25/27	2,35	1,96	1,89	-	-	-	-	-	-	2,30	1,96	1,58	1,78	2,43	2,24	1,21	1,84	2,19	2,55	1,41	2,98
US1-26/27	2,23	1,86	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,60	2,21	2,08	1,10	1,74	2,08	2,55	1,41	2,85
US1-27/27	2,30	1,93	2,45	-	-	-	-	-	-	2,30	1,96	1,50	1,87	2,30	2,84	1,60	1,84	2,19	2,55	1,41	3,20
US2-01/38	1,79	1,85	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	2,35	1,45	1,44	-	-	-	-	1,42
US2-02/38	1,79	1,86	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	2,35	1,40	1,39	-	-	-	-	1,41
US2-03/38	1,72	1,78	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,37	2,31	1,32	1,30	-	-	-	-	1,50
US2-04/38	1,80	1,86	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,31	2,48	1,37	1,36	-	-	-	-	1,53
US2-05/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	2,70	1,41	1,41	-	-	-	-	1,55
US2-06/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,41	2,19	1,24	1,20	-	-	-	-	1,46
US2-07/38	1,44	1,49	1,89	-	-	-	-	-	-	1,44	1,44	1,41	1,35	2,17	1,17	1,12	-	-	-	-	1,43
US2-08/38	1,43	1,48	1,86	-	-	-	-	-	-	1,44	1,44	1,58	1,28	2,49	1,16	1,09	-	-	-	-	1,41
US2-09/38	1,60	1,65	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,30	2,19	1,18	1,14	-	-	-	-	1,44
US2-10/38	1,65	1,71	2,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	2,37	1,22	1,19	-	-	-	-	1,46
US2-11/38	1,71	1,77	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	2,43	1,21	1,17	-	-	-	-	1,45
US2-12/38	1,75	1,81	2,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	2,38	1,26	1,22	-	-	-	-	1,47
US2-13/38	1,76	1,82	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,39	2,34	1,23	1,20	-	-	-	-	1,46
US2-14/38	1,85	1,92	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	2,27	1,16	1,11	-	-	-	-	1,43
US2-15/38	1,79	1,85	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	2,25	1,15	1,10	1,23	1,84	1,41	1,41	1,36
US2-16/38	1,86	1,93	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,23	1,84	1,00	1,00	1,73
US2-17/38	1,83	1,89	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,29	1,94	1,00	1,00	1,73
US2-18/38	1,75	1,81	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,33	1,99	1,00	1,00	1,73
US2-19/38	1,86	1,93	2,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	2,02	1,00	1,00	1,91
US2-20/38	1,85	1,91	2,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,28	1,91	1,00	1,00	1,91
US2-21/38	1,92	1,99	2,05	-	-	-	-	-	-	2,30	2,30	2,15	-	-	-	-	1,43	2,14	1,00	1,00	1,91
US2-22/38	1,83	1,90	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	2,07	1,00	1,00	1,91
US2-23/38	1,96	2,03	2,39	-	-	-	-	-	-	2,30	2,30	2,18	-	-	-	-	1,40	2,10	1,00	1,00	1,91
US2-24/38	1,85	1,91	2,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,42	2,13	1,00	1,00	1,91
US2-25/38	1,99	2,05	2,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	2,05	1,00	1,00	1,91
US2-26/38	1,99	2,06	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,42	2,13	1,00	1,00	1,91
US2-27/38	1,96	2,03	2,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	2,17	1,00	1,00	1,91
US2-28/38	1,99	2,06	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	2,02	1,00	1,00	1,91
US2-29/38	1,96	2,03	2,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	2,17	1,00	1,00	1,91
US2-30/38	1,97	2,04	2,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	2,17	1,00	1,00	1,91
US2-31/38	1,86	1,93	2,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	2,18	1,00	1,00	1,91

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2011-2040 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US2-32/38	2,01	2,08	2,45	-	-	-	-	-	-	1,83	1,83	1,94	1,52	2,54	1,23	1,19	1,41	2,12	1,41	1,41	1,67
US2-33/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63	2,71	1,23	1,20	-	-	-	-	1,71
US2-34/38	1,79	1,86	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,30	2,47	1,40	1,37	-	-	-	-	1,38
US2-35/38	1,93	2,00	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	2,90	1,47	1,42	-	-	-	-	1,77
US2-36/38	1,88	1,95	2,02	2,35	2,04	2,04	2,45	2,14	2,14	-	-	-	1,62	2,88	1,34	1,25	-	-	-	-	1,71
US2-37/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	2,88	1,31	1,22	-	-	-	-	1,70
US2-38/38	2,09	2,17	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,64	2,97	1,33	1,27	-	-	-	-	1,73
US3-01/29	2,19	2,03	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,72	2,04	1,76	1,34	-	-	-	-	2,32
US3-02/29	2,22	2,05	2,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,02	1,67	1,25	-	-	-	-	2,28
US3-03/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,02	1,70	1,29	-	-	-	-	2,30
US3-04/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	1,85	1,82	1,39	-	-	-	-	1,98
US3-05/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,03	1,71	1,29	-	-	-	-	2,30
US3-06/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,60	1,92	1,67	1,26	-	-	-	-	1,90
US3-07/29	2,26	2,09	2,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	2,15	1,68	1,27	-	-	-	-	2,46
US3-08/29	2,41	2,23	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	2,23	1,78	1,36	-	-	-	-	2,50
US3-09/29	2,38	2,20	2,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	2,28	1,71	1,29	-	-	-	-	2,47
US3-10/29	2,35	2,18	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	2,30	1,80	1,37	-	-	-	-	2,51
US3-11/29	2,37	2,20	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	2,17	1,76	1,33	-	-	-	-	2,49
US3-12/29	2,19	2,03	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	2,36	2,00	1,49	-	-	-	-	2,54
US3-13/29	2,18	2,02	1,73	-	-	-	-	-	-	2,02	1,65	1,55	2,08	2,33	1,76	1,27	-	-	-	-	2,25
US3-14/29	2,48	2,29	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,30	1,89	1,39	-	-	-	-	2,49
US3-15/29	2,35	2,17	2,25	-	-	-	-	-	-	2,17	1,77	1,69	2,10	2,30	1,89	1,40	-	-	-	-	2,49
US3-16/29	2,41	2,23	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,21	1,82	1,35	-	-	-	-	2,48
US3-17/29	2,27	2,10	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,39	1,84	1,35	1,95	1,95	2,26	1,73	2,43
US3-18/29	2,32	2,15	1,78	-	-	-	-	-	-	2,02	1,65	1,66	2,09	2,39	1,78	1,29	2,08	2,08	2,26	1,73	2,42
US3-19/29	2,36	2,19	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,38	1,81	1,32	1,99	1,99	2,26	1,73	2,45
US3-20/29	2,22	2,05	1,91	-	-	-	-	-	-	2,24	1,83	1,66	2,02	2,34	1,71	1,22	1,98	1,98	2,26	1,73	2,33
US3-21/29	2,36	2,19	2,10	-	-	-	1,80	2,23	1,82	2,40	1,96	1,68	2,03	2,55	1,69	1,20	1,96	1,96	2,26	1,73	2,35
US3-22/29	2,41	2,23	2,46	-	-	-	-	-	-	2,40	1,96	2,00	1,89	2,36	1,71	1,22	1,99	1,99	2,26	1,73	2,37
US3-23/29	2,37	2,19	2,21	-	-	-	-	-	-	2,30	1,88	1,70	2,04	2,52	1,74	1,25	2,10	2,10	2,26	1,73	2,38
US3-24/29	2,44	2,25	2,41	-	-	-	-	-	-	2,63	2,15	1,92	2,04	2,51	1,90	1,39	2,30	2,30	2,32	1,78	2,48
US3-25/29	2,47	2,29	2,18	-	-	-	-	-	-	2,49	2,03	2,32	2,07	2,42	1,83	1,34	-	-	-	-	2,46
US3-26/29	2,42	2,24	2,29	-	-	-	-	-	-	2,35	1,92	1,41	2,09	2,43	1,83	1,34	-	-	-	-	2,46
US3-27/29	2,38	2,20	2,14	-	-	-	-	-	-	1,96	1,60	1,41	2,12	2,44	1,92	1,40	-	-	-	-	2,44
US3-28/29	2,33	2,16	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	2,33	1,77	1,25	2,12	2,12	2,40	1,84	2,28
US3-29/29	2,36	2,19	2,30	-	-	-	-	-	-	1,79	1,46	1,68	2,07	2,44	1,81	1,32	2,09	2,09	2,25	1,72	2,42
US4-01/28	1,86	1,92	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	2,39	1,00	1,41	1,91
US4-02/28	1,92	1,98	1,98	-	-	-	-	-	-	1,79	1,79	1,17	1,49	2,67	1,30	1,71	-	-	-	-	1,70
US4-03/28	1,85	1,91	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	3,07	1,45	1,97	1,59	2,58	1,73	2,45	1,71
US4-04/28	1,82	1,88	1,80	-	-	-	-	-	-	1,65	1,65	1,00	-	-	-	-	1,62	2,64	1,00	1,41	1,91
US4-05/28	1,83	1,90	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,61	2,62	1,00	1,41	1,91
US4-06/28	1,86	1,93	2,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,52	2,47	1,00	1,41	1,91
US4-07/28	1,88	1,95	1,77	-	-	-	-	-	-	1,65	1,65	1,03	-	-	-	-	1,48	2,41	1,00	1,41	1,91
US4-08/28	1,85	1,92	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,49	2,42	1,00	1,41	1,91
US4-09/28	1,83	1,89	2,14	-	-	-	-	-	-	1,69	1,69	1,06	1,58	2,75	1,30	1,81	1,54	2,51	1,42	2,00	1,69
US4-10/28	1,84	1,90	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,64	2,80	1,42	1,95	-	-	-	-	1,76
US4-11/28	1,81	1,88	1,79	-	-	-	-	-	-	1,65	1,65	1,12	1,49	2,69	1,29	1,78	-	-	-	-	1,73
US4-12/28	1,81	1,88	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,49	2,60	1,32	1,84	-	-	-	-	1,75
US4-13/28	1,82	1,88	1,88	-	-	-	-	-	-	1,79	1,79	1,17	1,47	2,60	1,25	1,73	-	-	-	-	1,72
US4-14/28	1,83	1,90	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50	2,59	1,29	1,79	-	-	-	-	1,62
US4-15/28	1,86	1,93	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,81	1,42	2,01	-	-	-	-	1,79
US4-16/28	1,80	1,86	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,59	2,59	1,00	1,41	1,73
US4-17/28	1,72	1,78	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	2,60	1,36	1,90	-	-	-	-	1,65
US4-18/28	1,72	1,78	2,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,67	1,44	2,04	-	-	-	-	1,68
US4-19/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,54	2,65	1,47	2,10	-	-	-	-	1,70
US4-20/28	1,71	1,77	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,61	2,75	1,35	1,89	1,40	2,28	1,41	2,00	1,60
US4-21/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	2,20	1,00	1,41	1,91
US4-22/28	1,76	1,82	1,77	1,52	1,82	1,82	-	-	-	-	-	-	1,55	2,55	1,13	1,51	1,35	2,19	1,41	2,00	1,61
US4-23/28	1,67	1,73	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,66	2,56	1,18	1,60	1,35	2,19	1,41	2,00	1,64

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2011-2040 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US4-24/28	1,68	1,74	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	2,55	1,18	1,60	1,35	2,19	1,41	2,00	1,53
US4-25/28	1,66	1,72	1,78	1,22	1,44	1,44	-	-	-	-	-	-	1,55	2,55	1,19	1,62	1,35	2,19	1,41	2,00	1,52
US4-26/28	1,68	1,74	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63	2,57	1,24	1,71	1,36	2,20	1,41	2,00	1,41
US4-27/28	1,54	1,60	1,87	-	-	-	-	-	-	1,44	1,44	1,00	1,51	2,52	1,17	1,59	1,35	2,20	1,41	2,00	1,37
US4-28/28	1,57	1,63	1,86	1,46	1,79	1,79	-	-	-	-	-	-	1,53	2,51	1,30	1,80	1,42	2,31	1,41	2,00	1,44
US5-01/12	2,22	2,06	2,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,66	2,12	1,00	1,41	1,91
US5-02/12	2,01	1,86	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,54	1,13	1,51	1,67	2,13	1,41	2,00	1,48
US5-03/12	2,01	1,86	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,71	1,29	1,79	1,67	2,13	1,41	2,00	1,72
US5-04/12	2,08	1,93	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,63	1,30	1,80	-	-	-	-	1,62
US5-05/12	1,99	1,84	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	2,51	1,32	1,86	2,00	2,55	1,32	1,87	1,51
US5-06/12	2,06	1,91	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	2,29	1,18	1,60	-	-	-	-	1,44
US5-07/12	2,05	1,90	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67	2,46	1,31	1,82	-	-	-	-	1,50
US5-08/12	2,02	1,87	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	2,33	1,20	1,63	-	-	-	-	1,44
US5-09/12	2,07	1,91	2,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	2,32	1,23	1,69	1,71	2,18	1,41	2,00	1,56
US5-10/12	2,05	1,90	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	2,38	1,36	1,91	1,77	2,26	1,41	2,00	1,50
US5-11/12	2,03	1,88	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	2,53	1,18	1,61	1,77	2,26	1,41	2,00	1,39
US5-12/12	2,04	1,88	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63	2,35	1,24	1,70	1,55	1,98	1,41	2,00	1,43
US6-01/27	1,82	1,90	1,93	-	-	-	-	-	-	1,93	1,73	1,55	1,32	2,48	1,26	1,51	-	-	-	-	1,90
US6-02/27	1,82	1,90	2,16	-	-	-	-	-	-	1,84	1,65	1,41	1,29	2,51	1,27	1,52	-	-	-	-	1,90
US6-03/27	1,81	1,89	2,01	1,94	2,00	1,79	-	-	-	1,84	1,65	1,66	1,32	2,43	1,27	1,52	-	-	-	-	1,90
US6-04/27	1,87	1,95	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	2,42	1,39	1,72	-	-	-	-	1,80
US6-05/27	1,73	1,81	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	2,30	1,30	1,58	-	-	-	-	1,92
US6-06/27	2,02	1,82	2,03	1,99	1,83	1,63	-	-	-	1,81	1,62	1,63	1,54	2,24	1,37	1,68	-	-	-	-	1,79
US6-07/27	1,96	1,76	1,80	2,00	2,00	1,79	-	-	-	1,67	1,50	1,58	1,58	2,37	1,37	1,68	-	-	-	-	1,95
US6-08/27	1,93	1,74	1,93	2,00	2,00	1,79	-	-	-	-	-	-	1,53	2,22	1,44	1,79	-	-	-	-	1,82
US6-09/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,14	1,28	1,54	-	-	-	-	1,74
US6-10/27	1,71	1,54	1,80	-	-	-	-	-	-	1,56	1,40	1,90	1,53	2,14	1,27	1,53	-	-	-	-	1,74
US6-11/27	1,74	1,56	1,83	-	-	-	-	-	-	1,61	1,44	1,95	1,52	2,15	1,27	1,52	-	-	-	-	1,73
US6-12/27	1,70	1,53	1,86	-	-	-	-	-	-	1,61	1,44	1,66	1,63	2,31	1,28	1,54	1,43	2,00	1,58	2,00	1,69
US6-13/27	1,76	1,59	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	2,14	1,28	1,53	-	-	-	-	1,74
US6-14/27	1,87	1,68	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,54	2,15	1,37	1,69	1,41	1,97	1,58	2,00	1,75
US6-15/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,48	2,14	1,27	1,52	-	-	-	-	1,73
US6-16/27	1,75	1,58	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,49	2,14	1,26	1,51	-	-	-	-	1,73
US6-17/27	1,67	1,51	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,48	2,14	1,26	1,51	1,40	1,95	1,58	2,00	1,68
US6-18/27	1,91	1,72	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57	2,14	1,26	1,51	-	-	-	-	1,73
US6-19/27	1,74	1,56	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	2,14	1,27	1,52	-	-	-	-	1,73
US6-20/27	2,05	1,84	2,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47	2,18	1,27	1,52	-	-	-	-	1,90
US6-21/27	2,13	1,92	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,48	2,22	1,31	1,59	-	-	-	-	1,92
US6-22/27	2,09	1,89	2,14	-	-	-	-	-	-	2,11	1,89	1,76	1,51	2,27	1,36	1,66	-	-	-	-	1,94
US6-23/27	1,99	1,79	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57	2,24	1,39	1,71	-	-	-	-	1,96
US6-24/27	1,95	1,76	1,96	-	-	-	-	-	-	1,91	1,71	1,79	1,50	2,25	1,32	1,60	-	-	-	-	1,92
US6-25/27	2,02	1,82	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,59	2,29	1,36	1,66	-	-	-	-	1,94
US6-26/27	2,11	1,90	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	2,25	1,32	1,60	-	-	-	-	1,92
US6-27/27	1,99	1,79	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	2,22	1,34	1,63	-	-	-	-	1,93
US7-01/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-02/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-03/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-04/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-05/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-06/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-07/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-08/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-09/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	2,25	1,61	1,64	-	-	-	-	1,53
US7-10/62	2,14	1,93	1,70	-	-	-	-	-	-	1,90	1,70	2,29	1,98	2,46	1,58	1,61	-	-	-	-	1,51
US7-11/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,16	1,93	2,41	2,00	2,52	1,49	1,50	-	-	-	-	1,59
US7-12/62	1,87	1,68	1,41	-	-	-	-	-	-	1,97	1,77	1,81	1,66	2,08	1,26	1,23	-	-	-	-	1,47
US7-13/62	2,06	1,86	2,05	-	-	-	-	-	-	2,25	2,01	2,31	1,73	2,25	1,55	1,59	-	-	-	-	1,63
US7-14/62	1,95	1,76	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	2,33	1,16	1,14	-	-	-	-	1,45

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2011-2040 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US7-15/62	2,06	1,85	1,94	-	-	-	-	-	-	2,37	2,12	2,19	1,63	2,13	1,22	1,19	-	-	-	-	1,46
US7-16/62	1,95	1,75	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,64	2,15	1,25	1,22	-	-	-	-	1,47
US7-17/62	1,98	1,78	1,90	-	-	-	-	-	-	2,19	1,96	2,06	1,68	2,11	1,30	1,28	-	-	-	-	1,49
US7-18/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,13	1,29	1,27	-	-	-	-	1,49
US7-19/62	2,02	1,82	1,56	-	-	-	1,85	2,09	1,87	-	-	-	1,89	2,06	1,25	1,22	-	-	-	-	1,47
US7-20/62	2,15	1,94	1,80	-	-	-	-	-	-	2,19	1,96	2,18	1,82	2,37	1,34	1,34	-	-	-	-	1,52
US7-21/62	1,71	1,54	1,95	-	-	-	-	-	-	2,19	1,96	2,40	1,79	2,12	1,13	1,07	-	-	-	-	1,42
US7-22/62	2,09	1,88	2,09	-	-	-	-	-	-	2,29	2,05	2,19	1,80	2,07	1,37	1,37	-	-	-	-	1,53
US7-23/62	1,99	1,79	2,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,04	1,16	1,11	-	-	-	-	1,56
US7-24/62	2,09	1,88	2,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,62	2,07	1,17	1,13	-	-	-	-	1,57
US7-25/62	2,10	1,89	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	2,11	1,38	1,38	-	-	-	-	1,78
US7-26/62	2,12	1,91	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,15	1,33	1,32	-	-	-	-	1,75
US7-27/62	2,03	1,82	1,80	-	-	-	2,12	2,20	1,97	2,24	2,00	2,12	1,60	2,10	1,13	1,07	-	-	-	-	1,67
US7-28/62	1,98	1,78	1,68	-	-	-	-	-	-	1,84	1,65	1,58	1,72	2,17	1,55	1,58	-	-	-	-	1,85
US7-29/62	2,03	1,83	2,47	-	-	-	-	-	-	2,01	1,80	1,73	1,74	2,30	1,54	1,56	-	-	-	-	1,84
US7-30/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,44	1,58	1,59	-	-	-	-	1,85
US7-31/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-32/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-33/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-34/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-35/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-36/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-37/62	2,14	1,93	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-38/62	2,06	1,86	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-39/62	2,06	1,85	2,31	-	-	-	-	-	-	2,15	1,92	2,37	1,70	2,38	1,37	1,36	-	-	-	-	1,53
US7-40/62	1,84	1,65	2,26	-	-	-	-	-	-	1,84	1,65	1,41	1,69	2,33	1,27	1,24	-	-	-	-	1,48
US7-41/62	1,83	1,65	1,80	-	-	-	-	-	-	1,84	1,65	1,56	1,74	2,15	1,37	1,36	-	-	-	-	1,39
US7-42/62	2,05	1,84	1,54	-	-	-	-	-	-	2,05	1,83	1,66	1,61	2,09	1,15	1,10	-	-	-	-	1,28
US7-43/62	1,99	1,79	1,83	-	-	-	-	-	-	2,19	1,96	2,24	1,72	2,11	1,17	1,12	-	-	-	-	1,28
US7-44/62	2,09	1,88	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	2,21	1,23	1,19	-	-	-	-	1,31
US7-45/62	2,21	1,99	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	2,49	1,35	1,34	-	-	-	-	1,38
US7-46/62	1,84	1,65	1,41	-	-	-	-	-	-	1,84	1,65	1,65	1,92	2,16	1,38	1,38	-	-	-	-	1,40
US7-47/62	1,96	1,76	1,68	-	-	-	-	-	-	2,19	1,96	2,40	1,85	2,20	1,55	1,57	-	-	-	-	1,49
US7-48/62	2,06	1,86	1,71	-	-	-	-	-	-	2,32	2,08	2,55	1,83	2,12	1,61	1,65	-	-	-	-	1,53
US7-49/62	1,93	1,74	2,20	-	-	-	-	-	-	1,70	1,52	1,41	1,92	2,20	1,31	1,30	-	-	-	-	1,36
US7-50/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	1,92	1,94	1,97	2,42	1,46	1,47	-	-	-	-	1,44
US7-51/62	2,12	1,91	1,70	-	-	-	-	-	-	2,19	1,96	2,33	1,88	2,21	1,31	1,29	-	-	-	-	1,36
US7-52/62	2,01	1,81	1,72	-	-	-	-	-	-	2,16	1,94	2,44	1,81	2,19	1,19	1,14	-	-	-	-	1,29
US7-53/62	2,03	1,83	1,75	-	-	-	-	-	-	2,16	1,93	2,30	1,76	2,33	1,16	1,11	-	-	-	-	1,28
US7-54/62	1,97	1,77	1,66	-	-	-	-	-	-	2,03	1,81	1,98	1,75	2,24	1,16	1,11	-	-	-	-	1,28
US7-55/62	2,00	1,80	1,50	-	-	-	2,06	2,20	1,97	2,22	1,99	2,32	1,71	2,17	1,53	1,55	-	-	-	-	1,48
US7-56/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	1,85	1,99	1,73	2,08	1,29	1,26	-	-	-	-	1,35
US7-57/62	1,99	1,79	1,58	-	-	-	-	-	-	2,03	1,81	1,96	1,84	2,24	1,54	1,56	-	-	-	-	1,48
US7-58/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,19	1,34	1,33	-	-	-	-	1,38
US7-59/62	2,21	1,99	1,95	-	-	-	-	-	-	2,05	1,83	2,18	1,81	2,14	1,41	1,43	-	-	-	-	1,43
US7-60/62	1,98	1,79	2,25	-	-	-	-	-	-	2,18	1,95	2,43	1,67	2,17	1,22	1,18	-	-	-	-	1,46
US7-61/62	2,06	1,86	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	2,24	1,21	1,17	-	-	-	-	1,45
US7-62/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,34	1,63	1,66	-	-	-	-	1,66
US8-01/5	2,27	2,10	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	2,51	1,19	1,63	1,64	2,25	1,41	2,00	1,53
US8-02/5	2,17	2,01	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	2,47	1,52	2,17	1,65	2,26	1,41	2,00	1,68
US8-03/5	2,15	1,99	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67	2,51	1,13	1,51	1,55	2,12	1,41	2,00	1,48
US8-04/5	2,22	2,06	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,82	2,54	1,30	1,81	1,66	2,28	1,41	2,00	1,57
US8-05/5	2,29	2,12	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,82	2,39	1,27	1,76	1,62	2,23	1,41	2,00	1,43
US9-01/43	2,14	1,93	2,45	-	-	-	-	-	-	2,19	1,96	1,32	1,90	2,45	1,91	1,89	-	-	-	-	2,49
US9-02/43	2,14	1,93	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,44	1,66	1,59	-	-	-	-	2,39
US9-03/43	2,14	1,93	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,72	1,89	1,87	-	-	-	-	2,48
US9-04/43	2,09	1,89	2,38	-	-	-	-	-	-	2,19	1,96	1,32	2,02	2,74	1,95	1,94	-	-	-	-	2,51
US9-05/43	2,14	1,93	2,45	-	-	-	-	-	-	2,19	1,96	1,41	1,93	2,44	2,07	2,08	-	-	-	-	2,56
US9-06/43	2,05	1,85	2,19	-	-	-	-	-	-	2,19	1,96	1,55	1,87	2,50	2,15	2,17	-	-	-	-	2,59

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2011-2040 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US9-07/43	2,14	1,93	1,95	-	-	-	-	-	-	2,19	1,96	1,47	1,89	2,42	2,40	2,46	-	-	-	-	2,71
US9-08/43	2,03	1,83	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,45	2,22	2,26	-	-	-	-	2,63
US9-09/43	2,21	1,99	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	2,49	2,31	2,37	-	-	-	-	2,67
US9-10/43	2,17	1,95	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	2,52	1,84	1,81	-	-	-	-	2,46
US9-11/43	2,11	1,90	2,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,51	1,96	1,96	-	-	-	-	2,35
US9-12/43	1,89	1,71	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,72	2,49	2,02	2,03	-	-	-	-	2,38
US9-13/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,02	1,80	1,26	1,74	2,54	2,05	2,06	-	-	-	-	2,39
US9-14/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	1,96	1,32	1,73	2,43	2,14	2,17	-	-	-	-	2,43
US9-15/43	1,93	1,74	2,16	1,22	1,84	1,65	-	-	-	2,00	1,79	1,14	1,68	2,30	1,78	1,73	-	-	-	-	2,44
US9-16/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,66	2,27	1,67	1,61	-	-	-	-	2,22
US9-17/43	2,05	1,85	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,29	1,74	1,69	-	-	-	-	2,25
US9-18/43	1,77	1,59	1,64	-	-	-	1,14	1,63	1,46	-	-	-	1,66	2,15	1,69	1,63	-	-	-	-	2,04
US9-19/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US9-20/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	2,57	2,34	2,24	-	-	-	-	2,24
US9-21/43	2,06	1,86	2,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,69	2,39	2,30	-	-	-	-	2,27
US9-22/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	2,38	2,16	2,25	-	-	-	-	2,32
US9-23/43	2,03	1,83	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	2,28	1,83	1,80	-	-	-	-	2,11
US9-24/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	2,17	2,39	2,40	-	-	-	-	2,35
US9-25/43	1,99	1,79	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,35	2,31	2,30	-	-	-	-	2,30
US9-26/43	2,04	1,84	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,55	2,28	1,57	1,67	-	-	-	-	2,06
US9-27/43	2,14	1,93	1,70	-	-	-	-	-	-	2,19	1,96	1,40	1,76	2,51	1,71	1,83	-	-	-	-	2,12
US9-28/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	2,42	1,47	1,51	-	-	-	-	2,00
US9-29/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63	2,19	1,47	1,51	-	-	-	-	2,00
US9-30/43	1,98	1,78	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	2,14	1,47	1,51	-	-	-	-	2,00
US9-31/43	1,92	1,73	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,55	2,34	1,80	1,94	-	-	-	-	2,17
US9-32/43	2,06	1,86	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,52	2,36	1,74	1,86	-	-	-	-	2,13
US9-33/43	2,06	1,86	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50	2,17	1,56	1,63	-	-	-	-	2,04
US9-34/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,30	1,77	1,91	-	-	-	-	2,15
US9-35/43	1,91	1,72	2,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67	2,24	1,69	1,75	-	-	-	-	2,07
US9-36/43	1,61	1,45	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,62	2,36	1,58	1,66	-	-	-	-	2,05
US9-37/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,35	1,72	1,84	-	-	-	-	2,13
US9-38/43	1,95	1,76	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50	2,23	1,61	1,71	-	-	-	-	2,07
US9-39/43	2,04	1,84	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,50	2,28	1,48	1,53	-	-	-	-	2,01
US9-40/43	2,06	1,85	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	2,34	1,63	1,73	-	-	-	-	2,43
US9-41/43	2,04	1,83	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57	2,14	1,49	1,53	-	-	-	-	2,37
US9-42/43	2,05	1,84	1,81	1,46	2,00	1,79	-	-	-	2,19	1,96	1,46	1,60	2,54	1,88	2,05	-	-	-	-	2,55
US9-43/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 84: Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2041-2070 – Mittelwert

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2041-2070 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US1-01/27	2,94	1,97	2,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,74	2,34	-	1,24	2,98	2,19	-	1,73	3,19
US1-02/27	2,67	1,79	2,09	-	-	-	1,32	2,37	1,67	2,37	1,67	1,32	2,51	2,43	2,47	1,30	2,54	1,87	3,12	1,73	3,16
US1-03/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,66	2,37	2,32	1,19	-	-	-	-	3,17
US1-04/27	2,63	1,76	1,81	-	-	-	-	-	-	2,18	1,54	1,00	2,54	2,24	2,32	1,19	2,59	1,90	3,12	1,73	2,84
US1-05/27	2,67	1,79	2,27	-	-	-	-	-	-	2,18	1,54	1,32	2,34	2,12	2,27	1,15	-	-	-	-	2,79
US1-06/27	2,80	1,88	1,79	-	-	-	-	-	-	2,18	1,54	1,00	2,56	2,22	2,24	1,13	2,37	1,74	3,12	1,73	3,04
US1-07/27	2,71	1,82	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,54	2,50	2,33	1,27	2,64	1,94	2,58	1,43	3,20
US1-08/27	2,82	1,89	2,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,56	2,46	2,65	1,48	3,03	2,22	2,55	1,41	3,36
US1-09/27	2,74	1,84	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,55	2,53	2,36	1,29	2,82	2,07	2,55	1,41	3,21
US1-10/27	2,82	1,89	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	2,44	2,48	1,37	2,71	1,99	2,55	1,41	3,26
US1-11/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,25	2,20	1,18	2,94	2,16	2,55	1,41	3,16
US1-12/27	2,85	1,91	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,21	2,27	1,23	2,52	1,85	2,55	1,41	3,22
US1-13/27	2,87	1,92	2,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,44	2,34	2,23	1,21	-	-	-	-	3,21
US1-14/27	2,75	1,84	2,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,41	2,25	2,29	1,25	-	-	-	-	3,23
US1-15/27	2,83	1,89	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	2,19	2,26	1,22	2,85	2,09	2,55	1,41	3,22
US1-16/27	2,81	1,88	2,10	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	1,46	2,35	2,18	2,36	1,29	-	-	-	-	3,26
US1-17/27	2,78	1,86	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,32	2,14	2,27	1,23	-	-	-	-	3,23
US1-18/27	2,85	1,91	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	2,06	2,31	1,25	2,68	1,97	2,55	1,41	3,24
US1-19/27	2,76	1,85	2,14	-	-	-	-	-	-	2,37	1,67	1,17	2,30	2,06	2,34	1,28	2,47	1,82	2,55	1,41	3,25
US1-20/27	2,78	1,86	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,31	2,07	2,37	1,29	2,70	1,98	2,55	1,41	3,26
US1-21/27	2,83	1,89	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,29	2,05	2,30	1,25	2,54	1,87	2,55	1,41	3,24
US1-22/27	2,68	1,80	2,08	-	-	-	-	-	-	2,42	1,71	1,46	2,28	2,05	2,20	1,18	-	-	-	-	3,20
US1-23/27	2,84	1,90	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,27	2,04	2,17	1,16	-	-	-	-	3,19
US1-24/27	2,73	1,83	2,09	-	-	-	-	-	-	2,68	1,89	1,72	2,29	2,03	2,31	1,26	-	-	-	-	3,02
US1-25/27	2,73	1,83	1,89	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	1,58	2,29	2,07	2,24	1,21	2,37	1,74	2,55	1,41	2,98
US1-26/27	2,59	1,73	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	1,88	2,08	1,10	2,25	1,65	2,55	1,41	2,85
US1-27/27	2,68	1,79	2,45	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	1,50	2,40	1,96	2,84	1,60	2,37	1,74	2,55	1,41	3,20
US2-01/38	1,88	1,72	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,37	2,00	1,45	1,44	-	-	-	-	1,42
US2-02/38	1,89	1,73	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	2,01	1,40	1,39	-	-	-	-	1,41
US2-03/38	1,81	1,66	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	1,97	1,32	1,30	-	-	-	-	1,50
US2-04/38	1,89	1,73	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	2,11	1,37	1,36	-	-	-	-	1,53
US2-05/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,41	2,30	1,41	1,41	-	-	-	-	1,55
US2-06/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,44	1,87	1,24	1,20	-	-	-	-	1,46
US2-07/38	1,51	1,39	1,89	-	-	-	-	-	-	1,53	1,35	1,41	1,37	1,85	1,17	1,12	-	-	-	-	1,43
US2-08/38	1,50	1,37	1,86	-	-	-	-	-	-	1,53	1,35	1,58	1,31	2,12	1,16	1,09	-	-	-	-	1,41
US2-09/38	1,68	1,54	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	1,87	1,18	1,14	-	-	-	-	1,44
US2-10/38	1,74	1,59	2,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,54	2,02	1,22	1,19	-	-	-	-	1,46
US2-11/38	1,80	1,65	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,54	2,07	1,21	1,17	-	-	-	-	1,45
US2-12/38	1,84	1,68	2,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43	2,03	1,26	1,22	-	-	-	-	1,47
US2-13/38	1,85	1,70	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,42	1,99	1,23	1,20	-	-	-	-	1,46
US2-14/38	1,95	1,78	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,37	1,93	1,16	1,11	-	-	-	-	1,43
US2-15/38	1,88	1,72	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	1,92	1,15	1,10	1,25	1,46	1,41	1,41	1,36
US2-16/38	1,96	1,79	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,25	1,46	1,00	1,00	1,73
US2-17/38	1,93	1,76	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	1,54	1,00	1,00	1,73
US2-18/38	1,84	1,68	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	1,58	1,00	1,00	1,73
US2-19/38	1,96	1,79	2,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	1,61	1,00	1,00	1,91
US2-20/38	1,94	1,78	2,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,30	1,52	1,00	1,00	1,91
US2-21/38	2,02	1,85	2,05	-	-	-	-	-	-	2,44	2,15	2,15	-	-	-	-	1,46	1,70	1,00	1,00	1,91
US2-22/38	1,93	1,77	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,41	1,64	1,00	1,00	1,91
US2-23/38	2,06	1,89	2,39	-	-	-	-	-	-	2,44	2,15	2,18	-	-	-	-	1,43	1,67	1,00	1,00	1,91
US2-24/38	1,95	1,78	2,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	1,69	1,00	1,00	1,91
US2-25/38	2,09	1,91	2,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,39	1,62	1,00	1,00	1,91
US2-26/38	2,10	1,92	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	1,69	1,00	1,00	1,91
US2-27/38	2,07	1,89	2,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,48	1,73	1,00	1,00	1,91
US2-28/38	2,09	1,92	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	1,60	1,00	1,00	1,91
US2-29/38	2,06	1,89	2,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,48	1,72	1,00	1,00	1,91
US2-30/38	2,07	1,90	2,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,48	1,73	1,00	1,00	1,91
US2-31/38	1,96	1,80	2,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,48	1,73	1,00	1,00	1,91

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2041-2070 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US2-32/38	2,11	1,94	2,45	-	-	-	-	-	-	1,94	1,71	1,94	1,55	2,17	1,23	1,19	1,44	1,68	1,41	1,41	1,67
US2-33/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,66	2,31	1,23	1,20	-	-	-	-	1,71
US2-34/38	1,89	1,73	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,33	2,10	1,40	1,37	-	-	-	-	1,38
US2-35/38	2,03	1,86	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	2,47	1,47	1,42	-	-	-	-	1,77
US2-36/38	1,98	1,81	2,02	2,35	2,16	1,91	2,45	2,27	2,00	-	-	-	1,65	2,45	1,34	1,25	-	-	-	-	1,71
US2-37/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,62	2,45	1,31	1,22	-	-	-	-	1,70
US2-38/38	2,20	2,02	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	2,53	1,33	1,27	-	-	-	-	1,73
US3-01/29	2,51	1,73	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	1,82	1,91	1,34	-	-	-	-	2,32
US3-02/29	2,54	1,75	2,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	1,81	1,81	1,25	-	-	-	-	2,28
US3-03/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	1,81	1,85	1,29	-	-	-	-	2,30
US3-04/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	1,66	1,97	1,39	-	-	-	-	1,98
US3-05/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	1,81	1,85	1,29	-	-	-	-	2,30
US3-06/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	1,72	1,82	1,26	-	-	-	-	1,90
US3-07/29	2,58	1,78	2,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	1,93	1,82	1,27	-	-	-	-	2,46
US3-08/29	2,76	1,90	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,00	1,93	1,36	-	-	-	-	2,50
US3-09/29	2,72	1,87	2,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	2,03	1,85	1,29	-	-	-	-	2,47
US3-10/29	2,69	1,85	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,06	1,95	1,37	-	-	-	-	2,51
US3-11/29	2,72	1,87	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	1,94	1,90	1,33	-	-	-	-	2,49
US3-12/29	2,51	1,73	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	2,11	2,16	1,49	-	-	-	-	2,54
US3-13/29	2,50	1,72	1,73	-	-	-	-	-	-	2,18	1,54	1,55	2,34	2,08	1,91	1,27	-	-	-	-	2,25
US3-14/29	2,83	1,95	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,34	2,06	2,05	1,39	-	-	-	-	2,49
US3-15/29	2,69	1,85	2,25	-	-	-	-	-	-	2,35	1,66	1,69	2,36	2,06	2,05	1,40	-	-	-	-	2,49
US3-16/29	2,75	1,89	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	1,97	1,97	1,35	-	-	-	-	2,48
US3-17/29	2,60	1,79	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,32	2,14	2,00	1,35	2,19	1,74	2,45	1,73	2,43
US3-18/29	2,66	1,83	1,78	-	-	-	-	-	-	2,18	1,54	1,66	2,35	2,14	1,93	1,29	2,34	1,85	2,45	1,73	2,42
US3-19/29	2,70	1,86	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,34	2,13	1,96	1,32	2,24	1,77	2,45	1,73	2,45
US3-20/29	2,54	1,75	1,91	-	-	-	-	-	-	2,42	1,71	1,66	2,27	2,10	1,85	1,22	2,22	1,76	2,45	1,73	2,33
US3-21/29	2,71	1,86	2,10	-	-	-	1,80	2,41	1,70	2,60	1,84	1,68	2,28	2,28	1,83	1,20	2,21	1,74	2,45	1,73	2,35
US3-22/29	2,76	1,90	2,46	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	2,00	2,12	2,11	1,86	1,22	2,24	1,77	2,45	1,73	2,37
US3-23/29	2,71	1,87	2,21	-	-	-	-	-	-	2,48	1,76	1,70	2,29	2,25	1,89	1,25	2,36	1,87	2,45	1,73	2,38
US3-24/29	2,79	1,92	2,41	-	-	-	-	-	-	2,85	2,01	1,92	2,30	2,25	2,06	1,39	2,58	2,04	2,52	1,78	2,48
US3-25/29	2,82	1,94	2,18	-	-	-	-	-	-	2,69	1,90	2,32	2,33	2,17	1,99	1,34	-	-	-	-	2,46
US3-26/29	2,77	1,90	2,29	-	-	-	-	-	-	2,54	1,79	1,41	2,35	2,17	1,99	1,34	-	-	-	-	2,46
US3-27/29	2,72	1,87	2,14	-	-	-	-	-	-	2,12	1,50	1,41	2,38	2,18	2,09	1,40	-	-	-	-	2,44
US3-28/29	2,67	1,83	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,33	2,09	1,92	1,25	2,38	1,88	2,60	1,84	2,28
US3-29/29	2,70	1,86	2,30	-	-	-	-	-	-	1,94	1,37	1,68	2,33	2,18	1,97	1,32	2,35	1,86	2,44	1,72	2,42
US4-01/28	2,22	1,79	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,12	1,00	1,41	1,91
US4-02/28	2,29	1,85	1,98	-	-	-	-	-	-	2,10	1,67	1,66	1,86	2,49	1,30	1,71	-	-	-	-	1,70
US4-03/28	2,21	1,78	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	2,87	1,45	1,97	1,98	2,29	1,73	2,45	1,71
US4-04/28	2,17	1,75	1,80	-	-	-	-	-	-	1,93	1,54	1,41	-	-	-	-	2,03	2,34	1,00	1,41	1,91
US4-05/28	2,19	1,77	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	2,33	1,00	1,41	1,91
US4-06/28	2,22	1,79	2,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	2,19	1,00	1,41	1,91
US4-07/28	2,25	1,82	1,77	-	-	-	-	-	-	1,94	1,55	1,46	-	-	-	-	1,85	2,14	1,00	1,41	1,91
US4-08/28	2,22	1,79	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	2,15	1,00	1,41	1,91
US4-09/28	2,19	1,76	2,14	-	-	-	-	-	-	1,99	1,59	1,50	1,98	2,57	1,30	1,81	1,93	2,22	1,42	2,00	1,69
US4-10/28	2,20	1,77	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	2,62	1,42	1,95	-	-	-	-	1,76
US4-11/28	2,17	1,75	1,79	-	-	-	-	-	-	1,93	1,54	1,58	1,86	2,52	1,29	1,78	-	-	-	-	1,73
US4-12/28	2,17	1,75	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	2,43	1,32	1,84	-	-	-	-	1,75
US4-13/28	2,18	1,75	1,88	-	-	-	-	-	-	2,10	1,67	1,66	1,84	2,43	1,25	1,73	-	-	-	-	1,72
US4-14/28	2,19	1,76	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	2,42	1,29	1,79	-	-	-	-	1,62
US4-15/28	2,22	1,79	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	2,63	1,42	2,01	-	-	-	-	1,79
US4-16/28	2,15	1,73	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,30	1,00	1,41	1,73
US4-17/28	2,06	1,66	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,43	1,36	1,90	-	-	-	-	1,65
US4-18/28	2,05	1,65	2,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	2,50	1,44	2,04	-	-	-	-	1,68
US4-19/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	2,48	1,47	2,10	-	-	-	-	1,70
US4-20/28	2,04	1,65	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	2,57	1,35	1,89	1,75	2,02	1,41	2,00	1,60
US4-21/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	1,95	1,00	1,41	1,91
US4-22/28	2,10	1,69	1,77	2,14	2,13	1,70	-	-	-	-	-	-	1,94	2,38	1,13	1,51	1,68	1,95	1,41	2,00	1,61
US4-23/28	2,00	1,61	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	2,39	1,18	1,60	1,69	1,95	1,41	2,00	1,64

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2041-2070 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US4-24/28	2,01	1,62	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,38	1,18	1,60	1,69	1,95	1,41	2,00	1,53
US4-25/28	1,99	1,60	1,78	1,73	1,69	1,35	-	-	-	-	-	-	1,94	2,38	1,19	1,62	1,68	1,94	1,41	2,00	1,52
US4-26/28	2,01	1,62	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,03	2,40	1,24	1,71	1,69	1,96	1,41	2,00	1,41
US4-27/28	1,84	1,49	1,87	-	-	-	-	-	-	1,69	1,35	1,41	1,89	2,35	1,17	1,59	1,69	1,95	1,41	2,00	1,37
US4-28/28	1,88	1,52	1,86	2,06	2,10	1,67	-	-	-	-	-	-	1,92	2,35	1,30	1,80	1,77	2,05	1,41	2,00	1,44
US5-01/12	2,37	1,94	2,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	1,61	1,00	1,00	1,91
US5-02/12	2,15	1,76	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	2,16	1,13	1,07	1,71	1,62	1,41	1,41	1,48
US5-03/12	2,15	1,76	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	2,31	1,29	1,26	1,71	1,62	1,41	1,41	1,72
US5-04/12	2,22	1,81	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	2,24	1,30	1,27	-	-	-	-	1,62
US5-05/12	2,13	1,74	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,14	1,32	1,32	2,05	1,94	1,32	1,32	1,51
US5-06/12	2,20	1,80	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	1,95	1,18	1,13	-	-	-	-	1,44
US5-07/12	2,19	1,79	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	2,09	1,31	1,29	-	-	-	-	1,50
US5-08/12	2,16	1,77	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	1,99	1,20	1,15	-	-	-	-	1,44
US5-09/12	2,21	1,81	2,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	1,98	1,23	1,19	1,75	1,66	1,41	1,41	1,56
US5-10/12	2,19	1,79	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	2,03	1,36	1,35	1,82	1,72	1,41	1,41	1,50
US5-11/12	2,17	1,77	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,16	1,18	1,14	1,81	1,72	1,41	1,41	1,39
US5-12/12	2,18	1,78	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67	2,00	1,24	1,20	1,59	1,51	1,41	1,41	1,43
US6-01/27	2,12	1,79	1,93	-	-	-	-	-	-	2,20	1,62	1,55	1,66	2,32	1,26	1,51	-	-	-	-	1,90
US6-02/27	2,12	1,79	2,16	-	-	-	-	-	-	2,10	1,54	1,41	1,63	2,34	1,27	1,52	-	-	-	-	1,90
US6-03/27	2,11	1,78	2,01	1,94	2,28	1,67	-	-	-	2,10	1,54	1,66	1,66	2,27	1,27	1,52	-	-	-	-	1,90
US6-04/27	2,18	1,84	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	2,26	1,39	1,72	-	-	-	-	1,80
US6-05/27	2,03	1,71	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,66	2,15	1,30	1,58	-	-	-	-	1,92
US6-06/27	2,18	1,69	2,03	1,99	2,00	1,53	-	-	-	1,98	1,51	1,63	1,68	2,24	1,37	1,19	-	-	-	-	1,79
US6-07/27	2,11	1,64	1,80	2,00	2,19	1,67	-	-	-	1,83	1,40	1,58	1,72	2,37	1,37	1,19	-	-	-	-	1,95
US6-08/27	2,08	1,62	1,93	2,00	2,19	1,67	-	-	-	-	-	-	1,67	2,22	1,44	1,27	-	-	-	-	1,82
US6-09/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67	2,14	1,28	1,09	-	-	-	-	1,74
US6-10/27	1,84	1,43	1,80	-	-	-	-	-	-	1,71	1,31	1,90	1,67	2,14	1,27	1,08	-	-	-	-	1,74
US6-11/27	1,87	1,46	1,83	-	-	-	-	-	-	1,77	1,35	1,95	1,66	2,15	1,27	1,07	-	-	-	-	1,73
US6-12/27	1,83	1,43	1,86	-	-	-	-	-	-	1,77	1,35	1,66	1,78	2,31	1,28	1,09	1,56	1,83	1,58	1,41	1,69
US6-13/27	1,90	1,48	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,60	2,14	1,28	1,08	-	-	-	-	1,74
US6-14/27	2,01	1,57	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	2,15	1,37	1,19	1,54	1,80	1,58	1,41	1,75
US6-15/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,61	2,14	1,27	1,07	-	-	-	-	1,73
US6-16/27	1,89	1,47	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,62	2,14	1,26	1,07	-	-	-	-	1,73
US6-17/27	1,81	1,40	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,61	2,14	1,26	1,07	1,53	1,79	1,58	1,41	1,68
US6-18/27	2,06	1,60	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	2,14	1,26	1,07	-	-	-	-	1,73
US6-19/27	1,87	1,46	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,60	2,14	1,27	1,07	-	-	-	-	1,73
US6-20/27	2,21	1,72	2,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,60	2,18	1,27	1,07	-	-	-	-	1,90
US6-21/27	2,30	1,79	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,61	2,22	1,31	1,13	-	-	-	-	1,92
US6-22/27	2,26	1,76	2,14	-	-	-	-	-	-	2,32	1,77	1,76	1,64	2,27	1,36	1,17	-	-	-	-	1,94
US6-23/27	2,15	1,67	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	2,24	1,39	1,21	-	-	-	-	1,96
US6-24/27	2,10	1,64	1,96	-	-	-	-	-	-	2,09	1,60	1,79	1,64	2,25	1,32	1,13	-	-	-	-	1,92
US6-25/27	2,18	1,69	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	2,29	1,36	1,18	-	-	-	-	1,94
US6-26/27	2,27	1,77	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,72	2,25	1,32	1,13	-	-	-	-	1,92
US6-27/27	2,14	1,66	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	2,22	1,34	1,15	-	-	-	-	1,93
US7-01/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-02/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-03/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-04/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-05/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-06/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-07/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-08/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-09/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,07	1,80	1,64	-	-	-	-	1,87
US7-10/62	2,61	1,79	1,70	-	-	-	-	-	-	2,24	1,59	2,29	2,32	2,27	1,77	1,61	-	-	-	-	1,85
US7-11/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,55	1,81	2,41	2,34	2,32	1,66	1,50	-	-	-	-	1,94
US7-12/62	2,28	1,57	1,41	-	-	-	-	-	-	2,34	1,65	1,81	1,94	1,92	1,41	1,23	-	-	-	-	1,80
US7-13/62	2,51	1,73	2,05	-	-	-	-	-	-	2,66	1,88	2,31	2,02	2,08	1,74	1,59	-	-	-	-	1,99
US7-14/62	2,38	1,63	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	2,15	1,30	1,14	-	-	-	-	1,77

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2041-2070 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US7-15/62	2,51	1,73	1,94	-	-	-	-	-	-	2,81	1,99	2,19	1,90	1,97	1,37	1,19	-	-	-	-	1,79
US7-16/62	2,37	1,63	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	1,98	1,40	1,22	-	-	-	-	1,80
US7-17/62	2,41	1,66	1,90	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	2,06	1,96	1,95	1,45	1,28	-	-	-	-	1,83
US7-18/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	1,97	1,44	1,27	-	-	-	-	1,82
US7-19/62	2,46	1,69	1,56	-	-	-	1,85	2,47	1,75	-	-	-	2,21	1,89	1,40	1,22	-	-	-	-	1,80
US7-20/62	2,62	1,80	1,80	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	2,18	2,13	2,19	1,50	1,34	-	-	-	-	1,87
US7-21/62	2,08	1,43	1,95	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	2,40	2,10	1,95	1,26	1,07	-	-	-	-	1,73
US7-22/62	2,54	1,75	2,09	-	-	-	-	-	-	2,71	1,92	2,19	2,10	1,91	1,54	1,37	-	-	-	-	1,87
US7-23/62	2,42	1,67	2,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	1,88	1,30	1,11	-	-	-	-	1,91
US7-24/62	2,55	1,75	2,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	1,91	1,31	1,13	-	-	-	-	1,92
US7-25/62	2,56	1,76	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	1,94	1,55	1,38	-	-	-	-	2,18
US7-26/62	2,59	1,78	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	1,98	1,49	1,32	-	-	-	-	2,15
US7-27/62	2,47	1,70	1,80	-	-	-	2,12	2,61	1,84	2,65	1,87	2,12	1,87	1,93	1,26	1,07	-	-	-	-	2,05
US7-28/62	2,41	1,66	1,68	-	-	-	-	-	-	2,18	1,54	1,58	2,01	2,00	1,73	1,58	-	-	-	-	2,27
US7-29/62	2,48	1,70	2,47	-	-	-	-	-	-	2,38	1,68	1,73	2,03	2,12	1,72	1,56	-	-	-	-	2,26
US7-30/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,25	1,76	1,59	-	-	-	-	2,27
US7-31/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-32/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-33/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-34/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-35/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-36/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-37/62	2,61	1,79	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-38/62	2,51	1,73	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-39/62	2,51	1,73	2,31	-	-	-	-	-	-	2,55	1,80	2,37	1,99	2,19	1,53	1,36	-	-	-	-	1,87
US7-40/62	2,24	1,54	2,26	-	-	-	-	-	-	2,18	1,54	1,41	1,97	2,15	1,42	1,24	-	-	-	-	1,81
US7-41/62	2,23	1,53	1,80	-	-	-	-	-	-	2,18	1,54	1,56	2,04	1,98	1,53	1,36	-	-	-	-	1,70
US7-42/62	2,50	1,72	1,54	-	-	-	-	-	-	2,42	1,71	1,66	1,88	1,93	1,29	1,10	-	-	-	-	1,56
US7-43/62	2,42	1,66	1,83	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	2,24	2,01	1,95	1,30	1,12	-	-	-	-	1,57
US7-44/62	2,55	1,75	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,21	2,04	1,37	1,19	-	-	-	-	1,61
US7-45/62	2,70	1,86	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,31	2,29	1,51	1,34	-	-	-	-	1,69
US7-46/62	2,24	1,54	1,41	-	-	-	-	-	-	2,18	1,54	1,65	2,25	1,99	1,55	1,38	-	-	-	-	1,71
US7-47/62	2,39	1,64	1,68	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	2,40	2,16	2,03	1,73	1,57	-	-	-	-	1,82
US7-48/62	2,51	1,73	1,71	-	-	-	-	-	-	2,75	1,94	2,55	2,14	1,95	1,80	1,65	-	-	-	-	1,88
US7-49/62	2,35	1,62	2,20	-	-	-	-	-	-	2,01	1,42	1,41	2,25	2,03	1,47	1,30	-	-	-	-	1,67
US7-50/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,54	1,80	1,94	2,31	2,23	1,64	1,47	-	-	-	-	1,77
US7-51/62	2,58	1,78	1,70	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	2,33	2,20	2,03	1,46	1,29	-	-	-	-	1,66
US7-52/62	2,45	1,69	1,72	-	-	-	-	-	-	2,56	1,81	2,44	2,12	2,02	1,33	1,14	-	-	-	-	1,58
US7-53/62	2,48	1,70	1,75	-	-	-	-	-	-	2,56	1,81	2,30	2,05	2,15	1,30	1,11	-	-	-	-	1,57
US7-54/62	2,40	1,65	1,66	-	-	-	-	-	-	2,40	1,70	1,98	2,04	2,07	1,30	1,11	-	-	-	-	1,57
US7-55/62	2,44	1,68	1,50	-	-	-	2,06	2,61	1,84	2,63	1,86	2,32	2,00	2,00	1,71	1,55	-	-	-	-	1,81
US7-56/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,45	1,74	1,99	2,03	1,91	1,44	1,26	-	-	-	-	1,65
US7-57/62	2,42	1,66	1,58	-	-	-	-	-	-	2,40	1,70	1,96	2,15	2,06	1,72	1,56	-	-	-	-	1,82
US7-58/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,01	1,50	1,33	-	-	-	-	1,69
US7-59/62	2,70	1,86	1,95	-	-	-	-	-	-	2,42	1,71	2,18	2,12	1,98	1,57	1,43	-	-	-	-	1,76
US7-60/62	2,42	1,66	2,25	-	-	-	-	-	-	2,57	1,82	2,43	1,95	2,00	1,37	1,18	-	-	-	-	1,78
US7-61/62	2,51	1,73	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,06	1,35	1,17	-	-	-	-	1,78
US7-62/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,15	1,82	1,66	-	-	-	-	2,03
US8-01/5	2,35	1,98	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,02	2,14	1,19	1,15	1,81	1,71	1,41	1,41	1,53
US8-02/5	2,25	1,90	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,10	1,52	1,53	1,81	1,72	1,41	1,41	1,68
US8-03/5	2,23	1,88	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,14	1,13	1,07	1,71	1,62	1,41	1,41	1,48
US8-04/5	2,30	1,94	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,17	1,30	1,28	1,83	1,74	1,41	1,41	1,57
US8-05/5	2,37	2,00	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,04	1,27	1,24	1,79	1,70	1,41	1,41	1,43
US9-01/43	2,61	1,79	2,45	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	1,32	2,23	2,26	1,91	1,34	-	-	-	-	2,49
US9-02/43	2,61	1,79	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,26	1,66	1,12	-	-	-	-	2,39
US9-03/43	2,61	1,79	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,32	2,52	1,89	1,32	-	-	-	-	2,48
US9-04/43	2,55	1,76	2,38	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	1,32	2,36	2,53	1,95	1,37	-	-	-	-	2,51
US9-05/43	2,61	1,79	2,45	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	1,41	2,26	2,26	2,07	1,47	-	-	-	-	2,56
US9-06/43	2,50	1,72	2,19	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	1,55	2,18	2,31	2,15	1,53	-	-	-	-	2,59

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2041-2070 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US9-07/43	2,61	1,79	1,95	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	1,47	2,21	2,24	2,40	1,74	-	-	-	-	2,71
US9-08/43	2,48	1,71	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	2,26	2,22	1,60	-	-	-	-	2,63
US9-09/43	2,70	1,86	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	2,30	2,31	1,67	-	-	-	-	2,67
US9-10/43	2,64	1,82	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	2,33	1,84	1,28	-	-	-	-	2,46
US9-11/43	2,57	1,77	2,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,32	1,96	1,38	-	-	-	-	2,35
US9-12/43	2,31	1,59	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	2,30	2,02	1,43	-	-	-	-	2,38
US9-13/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	1,69	1,26	2,04	2,35	2,05	1,45	-	-	-	-	2,39
US9-14/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	1,32	2,02	2,24	2,14	1,53	-	-	-	-	2,43
US9-15/43	2,35	1,62	2,16	1,22	2,18	1,54	-	-	-	2,37	1,67	1,14	1,96	2,12	1,78	1,23	-	-	-	-	2,44
US9-16/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,10	1,67	1,14	-	-	-	-	2,22
US9-17/43	2,50	1,72	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,12	1,74	1,20	-	-	-	-	2,25
US9-18/43	2,15	1,48	1,64	-	-	-	1,14	1,93	1,36	-	-	-	1,95	1,99	1,69	1,15	-	-	-	-	2,04
US9-19/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US9-20/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,38	2,34	1,58	-	-	-	-	2,24
US9-21/43	2,51	1,73	2,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,49	2,39	1,63	-	-	-	-	2,27
US9-22/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,20	2,16	1,59	-	-	-	-	2,32
US9-23/43	2,47	1,70	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	2,11	1,83	1,28	-	-	-	-	2,11
US9-24/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	2,01	2,39	1,70	-	-	-	-	2,35
US9-25/43	2,43	1,67	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	2,17	2,31	1,62	-	-	-	-	2,30
US9-26/43	2,49	1,71	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	2,28	1,57	1,18	-	-	-	-	2,06
US9-27/43	2,61	1,79	1,70	-	-	-	-	-	-	2,59	1,83	1,40	2,14	2,51	1,71	1,29	-	-	-	-	2,12
US9-28/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,42	1,47	1,07	-	-	-	-	2,00
US9-29/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	2,19	1,47	1,07	-	-	-	-	2,00
US9-30/43	2,41	1,66	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	2,14	1,47	1,07	-	-	-	-	2,00
US9-31/43	2,35	1,61	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	2,34	1,80	1,37	-	-	-	-	2,17
US9-32/43	2,51	1,73	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,36	1,74	1,32	-	-	-	-	2,13
US9-33/43	2,51	1,73	2,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,17	1,56	1,15	-	-	-	-	2,04
US9-34/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,30	1,77	1,35	-	-	-	-	2,15
US9-35/43	2,33	1,60	2,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,02	2,24	1,69	1,24	-	-	-	-	2,07
US9-36/43	1,96	1,35	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	2,36	1,58	1,17	-	-	-	-	2,05
US9-37/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,35	1,72	1,30	-	-	-	-	2,13
US9-38/43	2,38	1,64	2,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,23	1,61	1,21	-	-	-	-	2,07
US9-39/43	2,49	1,71	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,82	2,28	1,48	1,08	-	-	-	-	2,01
US9-40/43	2,51	1,73	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	2,34	1,63	1,22	-	-	-	-	2,43
US9-41/43	2,48	1,71	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	2,14	1,49	1,08	-	-	-	-	2,37
US9-42/43	2,49	1,72	1,81	1,46	2,37	1,67	-	-	-	2,59	1,83	1,46	1,94	2,54	1,88	1,45	-	-	-	-	2,55
US9-43/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 85: Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2071-2100 – Mittelwert

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2071-2100 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US1-01/27	2,94	1,97	1,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,84	1,85	-	1,24	3,09	1,84	-	1,73	3,19
US1-02/27	2,67	1,79	1,48	-	-	-	1,32	2,37	1,41	2,37	1,41	1,32	2,61	1,92	2,47	1,30	2,64	1,57	3,12	1,73	3,16
US1-03/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,76	1,87	2,32	1,19	-	-	-	-	3,17
US1-04/27	2,63	1,76	1,28	-	-	-	-	-	-	2,18	1,30	1,00	2,63	1,77	2,32	1,19	2,69	1,60	3,12	1,73	2,84
US1-05/27	2,67	1,79	1,60	-	-	-	-	-	-	2,18	1,30	1,32	2,43	1,67	2,27	1,15	-	-	-	-	2,79
US1-06/27	2,80	1,88	1,27	-	-	-	-	-	-	2,18	1,30	1,00	2,66	1,75	2,24	1,13	2,46	1,46	3,12	1,73	3,04
US1-07/27	2,71	1,82	1,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,64	1,97	2,33	1,27	2,74	1,63	2,58	1,43	3,20
US1-08/27	2,82	1,89	1,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,66	1,94	2,65	1,48	3,14	1,87	2,55	1,41	3,36
US1-09/27	2,74	1,84	1,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,65	2,00	2,36	1,29	2,93	1,74	2,55	1,41	3,21
US1-10/27	2,82	1,89	1,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,48	1,92	2,48	1,37	2,81	1,67	2,55	1,41	3,26
US1-11/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,45	1,78	2,20	1,18	3,05	1,81	2,55	1,41	3,16
US1-12/27	2,85	1,91	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,45	1,75	2,27	1,23	2,62	1,56	2,55	1,41	3,22
US1-13/27	2,87	1,92	1,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,53	1,84	2,23	1,21	-	-	-	-	3,21
US1-14/27	2,75	1,84	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,51	1,77	2,29	1,25	-	-	-	-	3,23
US1-15/27	2,83	1,89	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,50	1,73	2,26	1,22	2,96	1,76	2,55	1,41	3,22
US1-16/27	2,81	1,88	1,48	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	1,46	2,44	1,72	2,36	1,29	-	-	-	-	3,26
US1-17/27	2,78	1,86	1,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,41	1,69	2,27	1,23	-	-	-	-	3,23
US1-18/27	2,85	1,91	1,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	1,62	2,31	1,25	2,78	1,65	2,55	1,41	3,24
US1-19/27	2,76	1,85	1,51	-	-	-	-	-	-	2,37	1,41	1,17	2,39	1,62	2,34	1,28	2,57	1,53	2,55	1,41	3,25
US1-20/27	2,78	1,86	1,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	1,63	2,37	1,29	2,81	1,67	2,55	1,41	3,26
US1-21/27	2,83	1,89	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	1,62	2,30	1,25	2,64	1,57	2,55	1,41	3,24
US1-22/27	2,68	1,80	1,47	-	-	-	-	-	-	2,42	1,45	1,46	2,37	1,62	2,20	1,18	-	-	-	-	3,20
US1-23/27	2,84	1,90	1,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	1,61	2,17	1,16	-	-	-	-	3,19
US1-24/27	2,73	1,83	1,48	-	-	-	-	-	-	2,68	1,60	1,72	2,38	1,60	2,31	1,26	-	-	-	-	3,02
US1-25/27	2,73	1,83	1,34	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	1,58	2,38	1,63	2,24	1,21	2,46	1,46	2,55	1,41	2,98
US1-26/27	2,59	1,73	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	1,49	2,08	1,10	2,33	1,39	2,55	1,41	2,85
US1-27/27	2,68	1,79	1,73	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	1,50	2,50	1,55	2,84	1,60	2,46	1,46	2,55	1,41	3,20
US2-01/38	2,14	1,72	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	1,58	1,45	1,44	-	-	-	-	1,42
US2-02/38	2,14	1,73	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	1,58	1,40	1,39	-	-	-	-	1,41
US2-03/38	2,06	1,66	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	1,55	1,32	1,30	-	-	-	-	1,50
US2-04/38	2,15	1,73	1,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	1,67	1,37	1,36	-	-	-	-	1,53
US2-05/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	1,81	1,41	1,41	-	-	-	-	1,55
US2-06/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	1,47	1,24	1,20	-	-	-	-	1,46
US2-07/38	1,72	1,39	1,33	-	-	-	-	-	-	1,69	1,14	1,41	1,72	1,46	1,17	1,12	-	-	-	-	1,43
US2-08/38	1,70	1,37	1,31	-	-	-	-	-	-	1,69	1,14	1,58	1,64	1,67	1,16	1,09	-	-	-	-	1,41
US2-09/38	1,91	1,54	1,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	1,47	1,18	1,14	-	-	-	-	1,44
US2-10/38	1,97	1,59	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	1,59	1,22	1,19	-	-	-	-	1,46
US2-11/38	2,05	1,65	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	1,63	1,21	1,17	-	-	-	-	1,45
US2-12/38	2,09	1,68	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	1,60	1,26	1,22	-	-	-	-	1,47
US2-13/38	2,10	1,70	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	1,57	1,23	1,20	-	-	-	-	1,46
US2-14/38	2,21	1,78	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,72	1,52	1,16	1,11	-	-	-	-	1,43
US2-15/38	2,13	1,72	1,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	1,52	1,15	1,10	1,57	1,28	1,41	1,41	1,36
US2-16/38	2,22	1,79	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,56	1,28	1,00	1,00	1,73
US2-17/38	2,19	1,76	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	1,35	1,00	1,00	1,73
US2-18/38	2,09	1,68	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	1,38	1,00	1,00	1,73
US2-19/38	2,22	1,79	1,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,72	1,40	1,00	1,00	1,91
US2-20/38	2,21	1,78	1,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63	1,33	1,00	1,00	1,91
US2-21/38	2,30	1,85	1,45	-	-	-	-	-	-	2,69	1,82	2,15	-	-	-	-	1,82	1,49	1,00	1,00	1,91
US2-22/38	2,19	1,77	1,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	1,43	1,00	1,00	1,91
US2-23/38	2,34	1,89	1,69	-	-	-	-	-	-	2,69	1,82	2,18	-	-	-	-	1,79	1,46	1,00	1,00	1,91
US2-24/38	2,21	1,78	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	1,48	1,00	1,00	1,91
US2-25/38	2,37	1,91	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	1,42	1,00	1,00	1,91
US2-26/38	2,38	1,92	1,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	1,48	1,00	1,00	1,91
US2-27/38	2,35	1,89	1,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	1,51	1,00	1,00	1,91
US2-28/38	2,38	1,92	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,72	1,40	1,00	1,00	1,91
US2-29/38	2,34	1,89	1,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	1,51	1,00	1,00	1,91
US2-30/38	2,36	1,90	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	1,51	1,00	1,00	1,91
US2-31/38	2,23	1,80	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	1,51	1,00	1,00	1,91

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2071-2100 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US2-32/38	2,40	1,94	1,73	-	-	-	-	-	-	2,15	1,45	1,94	1,94	1,71	1,23	1,19	1,80	1,47	1,41	1,41	1,67
US2-33/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	1,82	1,23	1,20	-	-	-	-	1,71
US2-34/38	2,14	1,73	1,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,66	1,66	1,40	1,37	-	-	-	-	1,38
US2-35/38	2,30	1,86	1,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	1,95	1,47	1,42	-	-	-	-	1,77
US2-36/38	2,25	1,81	1,43	2,35	2,39	1,61	2,45	2,51	1,69	-	-	-	2,06	1,93	1,34	1,25	-	-	-	-	1,71
US2-37/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,02	1,93	1,31	1,22	-	-	-	-	1,70
US2-38/38	2,50	2,02	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	1,99	1,33	1,27	-	-	-	-	1,73
US3-01/29	2,51	1,73	1,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,21	1,61	1,91	1,34	-	-	-	-	2,32
US3-02/29	2,54	1,75	1,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	1,60	1,81	1,25	-	-	-	-	2,28
US3-03/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	1,59	1,85	1,29	-	-	-	-	2,30
US3-04/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	1,46	1,97	1,39	-	-	-	-	1,98
US3-05/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	1,60	1,85	1,29	-	-	-	-	2,30
US3-06/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	1,52	1,82	1,26	-	-	-	-	1,90
US3-07/29	2,58	1,78	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	1,70	1,82	1,27	-	-	-	-	2,46
US3-08/29	2,76	1,90	1,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,23	1,76	1,93	1,36	-	-	-	-	2,50
US3-09/29	2,72	1,87	1,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	1,79	1,85	1,29	-	-	-	-	2,47
US3-10/29	2,69	1,85	1,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,28	1,82	1,95	1,37	-	-	-	-	2,51
US3-11/29	2,72	1,87	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	1,71	1,90	1,33	-	-	-	-	2,49
US3-12/29	2,51	1,73	1,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,75	1,86	2,16	1,49	-	-	-	-	2,54
US3-13/29	2,50	1,72	1,22	-	-	-	-	-	-	2,18	1,30	1,55	2,68	1,84	1,91	1,27	-	-	-	-	2,25
US3-14/29	2,83	1,95	1,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,69	1,82	2,05	1,39	-	-	-	-	2,49
US3-15/29	2,69	1,85	1,59	-	-	-	-	-	-	2,35	1,40	1,69	2,71	1,81	2,05	1,40	-	-	-	-	2,49
US3-16/29	2,75	1,89	1,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,52	1,74	1,97	1,35	-	-	-	-	2,48
US3-17/29	2,60	1,79	1,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,66	1,88	2,00	1,35	2,51	1,55	2,45	1,73	2,43
US3-18/29	2,66	1,83	1,26	-	-	-	-	-	-	2,18	1,30	1,66	2,69	1,88	1,93	1,29	2,68	1,66	2,45	1,73	2,42
US3-19/29	2,70	1,86	1,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,68	1,88	1,96	1,32	2,57	1,58	2,45	1,73	2,45
US3-20/29	2,54	1,75	1,35	-	-	-	-	-	-	2,42	1,45	1,66	2,61	1,85	1,85	1,22	2,54	1,57	2,45	1,73	2,33
US3-21/29	2,71	1,86	1,48	-	-	-	1,80	2,41	1,44	2,60	1,55	1,68	2,62	2,01	1,83	1,20	2,53	1,56	2,45	1,73	2,35
US3-22/29	2,76	1,90	1,74	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	2,00	2,43	1,86	1,86	1,22	2,56	1,58	2,45	1,73	2,37
US3-23/29	2,71	1,87	1,56	-	-	-	-	-	-	2,48	1,49	1,70	2,62	1,99	1,89	1,25	2,71	1,67	2,45	1,73	2,38
US3-24/29	2,79	1,92	1,70	-	-	-	-	-	-	2,85	1,70	1,92	2,63	1,98	2,06	1,39	2,96	1,83	2,52	1,78	2,48
US3-25/29	2,82	1,94	1,54	-	-	-	-	-	-	2,69	1,60	2,32	2,67	1,91	1,99	1,34	-	-	-	-	2,46
US3-26/29	2,77	1,90	1,62	-	-	-	-	-	-	2,54	1,52	1,41	2,69	1,92	1,99	1,34	-	-	-	-	2,46
US3-27/29	2,72	1,87	1,52	-	-	-	-	-	-	2,12	1,26	1,41	2,73	1,93	2,09	1,40	-	-	-	-	2,44
US3-28/29	2,67	1,83	1,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,67	1,84	1,92	1,25	2,73	1,68	2,60	1,84	2,28
US3-29/29	2,70	1,86	1,63	-	-	-	-	-	-	1,94	1,16	1,68	2,67	1,92	1,97	1,32	2,69	1,66	2,44	1,72	2,42
US4-01/28	2,38	1,79	1,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	1,72	1,00	1,00	1,91
US4-02/28	2,46	1,85	1,40	-	-	-	-	-	-	2,19	1,41	1,66	1,97	2,12	1,30	1,21	-	-	-	-	1,70
US4-03/28	2,37	1,78	1,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,33	2,44	1,45	1,39	2,10	1,85	1,73	1,73	1,71
US4-04/28	2,33	1,75	1,27	-	-	-	-	-	-	2,02	1,30	1,41	-	-	-	-	2,15	1,89	1,00	1,00	1,91
US4-05/28	2,35	1,77	1,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	1,88	1,00	1,00	1,91
US4-06/28	2,38	1,79	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	1,77	1,00	1,00	1,91
US4-07/28	2,42	1,82	1,25	-	-	-	-	-	-	2,02	1,31	1,46	-	-	-	-	1,97	1,73	1,00	1,00	1,91
US4-08/28	2,38	1,79	1,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	1,73	1,00	1,00	1,91
US4-09/28	2,35	1,76	1,52	-	-	-	-	-	-	2,08	1,34	1,50	2,10	2,19	1,30	1,28	2,05	1,80	1,42	1,42	1,69
US4-10/28	2,36	1,77	1,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	2,23	1,42	1,38	-	-	-	-	1,76
US4-11/28	2,32	1,75	1,27	-	-	-	-	-	-	2,02	1,30	1,58	1,98	2,14	1,29	1,26	-	-	-	-	1,73
US4-12/28	2,33	1,75	1,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	2,07	1,32	1,30	-	-	-	-	1,75
US4-13/28	2,33	1,75	1,33	-	-	-	-	-	-	2,19	1,41	1,66	1,96	2,07	1,25	1,22	-	-	-	-	1,72
US4-14/28	2,35	1,76	1,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,07	1,29	1,26	-	-	-	-	1,62
US4-15/28	2,39	1,79	1,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,03	2,24	1,42	1,42	-	-	-	-	1,79
US4-16/28	2,31	1,73	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	1,86	1,00	1,00	1,73
US4-17/28	2,21	1,66	1,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,07	1,36	1,35	-	-	-	-	1,65
US4-18/28	2,20	1,65	1,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,03	2,13	1,44	1,44	-	-	-	-	1,68
US4-19/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	2,11	1,47	1,48	-	-	-	-	1,70
US4-20/28	2,19	1,65	1,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	2,19	1,35	1,34	1,86	1,63	1,41	1,41	1,60
US4-21/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	1,58	1,00	1,00	1,91
US4-22/28	2,25	1,69	1,25	2,14	2,23	1,44	-	-	-	-	-	-	2,06	2,03	1,13	1,07	1,79	1,57	1,41	1,41	1,61
US4-23/28	2,14	1,61	1,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	2,04	1,18	1,13	1,79	1,57	1,41	1,41	1,64

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2071-2100 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US4-24/28	2,16	1,62	1,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	2,03	1,18	1,13	1,79	1,57	1,41	1,41	1,53
US4-25/28	2,13	1,60	1,26	1,73	1,77	1,14	-	-	-	-	-	-	2,06	2,03	1,19	1,14	1,79	1,57	1,41	1,41	1,52
US4-26/28	2,15	1,62	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,16	2,04	1,24	1,21	1,80	1,58	1,41	1,41	1,41
US4-27/28	1,98	1,49	1,33	-	-	-	-	-	-	1,77	1,14	1,41	2,00	2,00	1,17	1,13	1,80	1,58	1,41	1,41	1,37
US4-28/28	2,02	1,52	1,32	2,06	2,19	1,41	-	-	-	-	-	-	2,03	2,00	1,30	1,27	1,88	1,66	1,41	1,41	1,44
US5-01/12	2,54	1,75	1,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	1,47	1,00	1,00	1,91
US5-02/12	2,30	1,58	1,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	1,93	1,13	1,07	1,97	1,48	1,41	1,41	1,48
US5-03/12	2,30	1,58	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	2,06	1,29	1,26	1,97	1,48	1,41	1,41	1,72
US5-04/12	2,38	1,64	1,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	2,00	1,30	1,27	-	-	-	-	1,62
US5-05/12	2,28	1,57	1,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	1,91	1,32	1,32	2,36	1,77	1,32	1,32	1,51
US5-06/12	2,36	1,62	1,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	1,74	1,18	1,13	-	-	-	-	1,44
US5-07/12	2,34	1,61	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	1,87	1,31	1,29	-	-	-	-	1,50
US5-08/12	2,32	1,59	1,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	1,78	1,20	1,15	-	-	-	-	1,44
US5-09/12	2,37	1,63	1,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	1,77	1,23	1,19	2,01	1,52	1,41	1,41	1,56
US5-10/12	2,35	1,61	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	1,81	1,36	1,35	2,09	1,57	1,41	1,41	1,50
US5-11/12	2,33	1,60	1,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	1,93	1,18	1,14	2,08	1,57	1,41	1,41	1,39
US5-12/12	2,33	1,60	1,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	1,79	1,24	1,20	1,83	1,38	1,41	1,41	1,43
US6-01/27	2,14	1,61	1,36	-	-	-	-	-	-	2,12	1,37	1,55	1,77	1,98	1,47	1,07	-	-	-	-	2,19
US6-02/27	2,14	1,61	1,53	-	-	-	-	-	-	2,02	1,30	1,41	1,73	2,00	1,48	1,07	-	-	-	-	2,19
US6-03/27	2,13	1,60	1,42	1,94	2,19	1,41	-	-	-	2,02	1,30	1,66	1,76	1,93	1,48	1,08	-	-	-	-	2,19
US6-04/27	2,20	1,66	1,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,82	1,93	1,62	1,21	-	-	-	-	2,08
US6-05/27	2,05	1,54	1,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	1,83	1,52	1,11	-	-	-	-	2,21
US6-06/27	2,46	1,69	1,44	1,99	2,16	1,29	-	-	-	2,14	1,28	1,63	2,02	1,91	1,37	1,19	-	-	-	-	1,79
US6-07/27	2,39	1,64	1,27	2,00	2,37	1,41	-	-	-	1,98	1,18	1,58	2,07	2,02	1,37	1,19	-	-	-	-	1,95
US6-08/27	2,35	1,62	1,36	2,00	2,37	1,41	-	-	-	-	-	-	2,00	1,89	1,44	1,27	-	-	-	-	1,82
US6-09/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	1,82	1,28	1,09	-	-	-	-	1,74
US6-10/27	2,09	1,43	1,27	-	-	-	-	-	-	1,85	1,10	1,90	2,01	1,82	1,27	1,08	-	-	-	-	1,74
US6-11/27	2,12	1,46	1,29	-	-	-	-	-	-	1,91	1,14	1,95	2,00	1,83	1,27	1,07	-	-	-	-	1,73
US6-12/27	2,07	1,43	1,31	-	-	-	-	-	-	1,91	1,14	1,66	2,14	1,97	1,28	1,09	1,88	1,52	1,58	1,41	1,69
US6-13/27	2,15	1,48	1,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	1,83	1,28	1,08	-	-	-	-	1,74
US6-14/27	2,28	1,57	1,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,02	1,83	1,37	1,19	1,85	1,50	1,58	1,41	1,75
US6-15/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	1,82	1,27	1,07	-	-	-	-	1,73
US6-16/27	2,14	1,47	1,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	1,82	1,26	1,07	-	-	-	-	1,73
US6-17/27	2,04	1,40	1,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	1,82	1,26	1,07	1,84	1,49	1,58	1,41	1,68
US6-18/27	2,33	1,60	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	1,82	1,26	1,07	-	-	-	-	1,73
US6-19/27	2,12	1,46	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	1,82	1,27	1,07	-	-	-	-	1,73
US6-20/27	2,50	1,72	1,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	1,86	1,27	1,07	-	-	-	-	1,90
US6-21/27	2,60	1,79	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	1,89	1,31	1,13	-	-	-	-	1,92
US6-22/27	2,55	1,76	1,51	-	-	-	-	-	-	2,50	1,49	1,76	1,98	1,93	1,36	1,17	-	-	-	-	1,94
US6-23/27	2,43	1,67	1,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	1,91	1,39	1,21	-	-	-	-	1,96
US6-24/27	2,38	1,64	1,39	-	-	-	-	-	-	2,26	1,35	1,79	1,97	1,91	1,32	1,13	-	-	-	-	1,92
US6-25/27	2,46	1,69	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	1,95	1,36	1,18	-	-	-	-	1,94
US6-26/27	2,57	1,77	1,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	1,92	1,32	1,13	-	-	-	-	1,92
US6-27/27	2,42	1,66	1,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	1,89	1,34	1,15	-	-	-	-	1,93
US7-01/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-02/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-03/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-04/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-05/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-06/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-07/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-08/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-09/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	1,63	1,80	1,64	-	-	-	-	1,87
US7-10/62	2,61	1,79	1,20	-	-	-	-	-	-	2,24	1,34	2,29	2,65	1,79	1,77	1,61	-	-	-	-	1,85
US7-11/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,55	1,53	2,41	2,68	1,83	1,66	1,50	-	-	-	-	1,94
US7-12/62	2,28	1,57	1,00	-	-	-	-	-	-	2,34	1,40	1,81	2,22	1,51	1,41	1,23	-	-	-	-	1,80
US7-13/62	2,51	1,73	1,45	-	-	-	-	-	-	2,66	1,59	2,31	2,31	1,64	1,74	1,59	-	-	-	-	1,99
US7-14/62	2,38	1,63	1,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,21	1,70	1,30	1,14	-	-	-	-	1,77

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2071-2100 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US7-15/62	2,51	1,73	1,37	-	-	-	-	-	-	2,81	1,68	2,19	2,18	1,55	1,37	1,19	-	-	-	-	1,79
US7-16/62	2,37	1,63	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	1,56	1,40	1,22	-	-	-	-	1,80
US7-17/62	2,41	1,66	1,35	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	2,06	2,24	1,54	1,45	1,28	-	-	-	-	1,83
US7-18/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	1,55	1,44	1,27	-	-	-	-	1,82
US7-19/62	2,46	1,69	1,11	-	-	-	1,85	2,47	1,48	-	-	-	2,53	1,49	1,40	1,22	-	-	-	-	1,80
US7-20/62	2,62	1,80	1,27	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	2,18	2,44	1,72	1,50	1,34	-	-	-	-	1,87
US7-21/62	2,08	1,43	1,38	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	2,40	2,40	1,54	1,26	1,07	-	-	-	-	1,73
US7-22/62	2,54	1,75	1,48	-	-	-	-	-	-	2,71	1,62	2,19	2,41	1,51	1,54	1,37	-	-	-	-	1,87
US7-23/62	2,42	1,67	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,42	1,48	1,30	1,11	-	-	-	-	1,91
US7-24/62	2,55	1,75	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	1,51	1,31	1,13	-	-	-	-	1,92
US7-25/62	2,56	1,76	1,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,28	1,53	1,55	1,38	-	-	-	-	2,18
US7-26/62	2,59	1,78	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,27	1,56	1,49	1,32	-	-	-	-	2,15
US7-27/62	2,47	1,70	1,27	-	-	-	2,12	2,61	1,56	2,65	1,58	2,12	2,14	1,53	1,26	1,07	-	-	-	-	2,05
US7-28/62	2,41	1,66	1,19	-	-	-	-	-	-	2,18	1,30	1,58	2,29	1,57	1,73	1,58	-	-	-	-	2,27
US7-29/62	2,48	1,70	1,74	-	-	-	-	-	-	2,38	1,42	1,73	2,32	1,67	1,72	1,56	-	-	-	-	2,26
US7-30/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	1,78	1,76	1,59	-	-	-	-	2,27
US7-31/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-32/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-33/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-34/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-35/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-36/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-37/62	2,61	1,79	1,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-38/62	2,51	1,73	1,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-39/62	2,51	1,73	1,63	-	-	-	-	-	-	2,55	1,52	2,37	2,28	1,73	1,53	1,36	-	-	-	-	1,87
US7-40/62	2,24	1,54	1,60	-	-	-	-	-	-	2,18	1,30	1,41	2,26	1,70	1,42	1,24	-	-	-	-	1,81
US7-41/62	2,23	1,53	1,28	-	-	-	-	-	-	2,18	1,30	1,56	2,33	1,56	1,53	1,36	-	-	-	-	1,70
US7-42/62	2,50	1,72	1,09	-	-	-	-	-	-	2,42	1,45	1,66	2,15	1,52	1,29	1,10	-	-	-	-	1,56
US7-43/62	2,42	1,66	1,29	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	2,24	2,29	1,54	1,30	1,12	-	-	-	-	1,57
US7-44/62	2,55	1,75	1,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,53	1,61	1,37	1,19	-	-	-	-	1,61
US7-45/62	2,70	1,86	1,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,64	1,81	1,51	1,34	-	-	-	-	1,69
US7-46/62	2,24	1,54	1,00	-	-	-	-	-	-	2,18	1,30	1,65	2,57	1,57	1,55	1,38	-	-	-	-	1,71
US7-47/62	2,39	1,64	1,19	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	2,40	2,47	1,60	1,73	1,57	-	-	-	-	1,82
US7-48/62	2,51	1,73	1,21	-	-	-	-	-	-	2,75	1,64	2,55	2,44	1,54	1,80	1,65	-	-	-	-	1,88
US7-49/62	2,35	1,62	1,55	-	-	-	-	-	-	2,01	1,20	1,41	2,57	1,60	1,47	1,30	-	-	-	-	1,67
US7-50/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,54	1,52	1,94	2,64	1,76	1,64	1,47	-	-	-	-	1,77
US7-51/62	2,58	1,78	1,20	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	2,33	2,51	1,60	1,46	1,29	-	-	-	-	1,66
US7-52/62	2,45	1,69	1,22	-	-	-	-	-	-	2,56	1,53	2,44	2,42	1,59	1,33	1,14	-	-	-	-	1,58
US7-53/62	2,48	1,70	1,24	-	-	-	-	-	-	2,56	1,53	2,30	2,35	1,69	1,30	1,11	-	-	-	-	1,57
US7-54/62	2,40	1,65	1,17	-	-	-	-	-	-	2,40	1,43	1,98	2,34	1,63	1,30	1,11	-	-	-	-	1,57
US7-55/62	2,44	1,68	1,06	-	-	-	2,06	2,61	1,56	2,63	1,57	2,32	2,29	1,57	1,71	1,55	-	-	-	-	1,81
US7-56/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,45	1,47	1,99	2,32	1,51	1,44	1,26	-	-	-	-	1,65
US7-57/62	2,42	1,66	1,12	-	-	-	-	-	-	2,40	1,43	1,96	2,46	1,63	1,72	1,56	-	-	-	-	1,82
US7-58/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	1,59	1,50	1,33	-	-	-	-	1,69
US7-59/62	2,70	1,86	1,38	-	-	-	-	-	-	2,42	1,45	2,18	2,42	1,56	1,57	1,43	-	-	-	-	1,76
US7-60/62	2,42	1,66	1,59	-	-	-	-	-	-	2,57	1,54	2,43	2,23	1,58	1,37	1,18	-	-	-	-	1,78
US7-61/62	2,51	1,73	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,28	1,62	1,35	1,17	-	-	-	-	1,78
US7-62/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	1,70	1,82	1,66	-	-	-	-	2,03
US8-01/5	2,60	1,79	1,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	1,91	1,19	1,15	2,00	1,62	1,41	1,41	1,53
US8-02/5	2,48	1,71	1,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,31	1,88	1,52	1,53	2,01	1,62	1,41	1,41	1,68
US8-03/5	2,46	1,69	1,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	1,91	1,13	1,07	1,89	1,53	1,41	1,41	1,48
US8-04/5	2,54	1,75	1,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,22	1,94	1,30	1,28	2,03	1,64	1,41	1,41	1,57
US8-05/5	2,62	1,80	1,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,22	1,82	1,27	1,24	1,98	1,60	1,41	1,41	1,43
US9-01/43	2,68	1,79	1,73	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	1,32	2,54	1,86	1,76	1,34	-	-	-	-	2,49
US9-02/43	2,68	1,79	1,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	1,86	1,53	1,12	-	-	-	-	2,39
US9-03/43	2,68	1,79	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,66	2,07	1,74	1,32	-	-	-	-	2,48
US9-04/43	2,62	1,76	1,68	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	1,32	2,70	2,09	1,79	1,37	-	-	-	-	2,51
US9-05/43	2,68	1,79	1,73	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	1,41	2,59	1,86	1,91	1,47	-	-	-	-	2,56
US9-06/43	2,57	1,72	1,55	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	1,55	2,50	1,91	1,98	1,53	-	-	-	-	2,59

Übersicht Gefährdungspotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2071-2100 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US9-07/43	2,68	1,79	1,38	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	1,47	2,52	1,84	2,21	1,74	-	-	-	-	2,71
US9-08/43	2,55	1,71	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,48	1,87	2,05	1,60	-	-	-	-	2,63
US9-09/43	2,77	1,86	1,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,51	1,90	2,13	1,67	-	-	-	-	2,67
US9-10/43	2,71	1,82	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,49	1,92	1,70	1,28	-	-	-	-	2,46
US9-11/43	2,64	1,77	1,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	1,91	1,81	1,38	-	-	-	-	2,35
US9-12/43	2,37	1,59	1,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	1,89	1,87	1,43	-	-	-	-	2,38
US9-13/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	1,43	1,26	2,33	1,94	1,89	1,45	-	-	-	-	2,39
US9-14/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	1,32	2,31	1,85	1,98	1,53	-	-	-	-	2,43
US9-15/43	2,42	1,62	1,53	1,22	2,18	1,30	-	-	-	2,37	1,41	1,14	2,24	1,75	1,64	1,23	-	-	-	-	2,44
US9-16/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,23	1,73	1,54	1,14	-	-	-	-	2,22
US9-17/43	2,57	1,72	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	1,75	1,61	1,20	-	-	-	-	2,25
US9-18/43	2,21	1,48	1,16	-	-	-	1,14	1,93	1,15	-	-	-	2,23	1,64	1,56	1,15	-	-	-	-	2,04
US9-19/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US9-20/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	1,96	2,15	1,58	-	-	-	-	2,24
US9-21/43	2,58	1,73	1,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	2,05	2,20	1,63	-	-	-	-	2,27
US9-22/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	1,81	2,00	1,59	-	-	-	-	2,32
US9-23/43	2,54	1,70	1,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,21	1,74	1,69	1,28	-	-	-	-	2,11
US9-24/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	1,65	2,20	1,70	-	-	-	-	2,35
US9-25/43	2,50	1,67	1,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,46	1,79	2,13	1,62	-	-	-	-	2,30
US9-26/43	2,56	1,71	1,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	1,74	1,57	1,18	-	-	-	-	2,06
US9-27/43	2,68	1,79	1,20	-	-	-	-	-	-	2,59	1,55	1,40	2,57	1,91	1,71	1,29	-	-	-	-	2,12
US9-28/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,53	1,85	1,47	1,07	-	-	-	-	2,00
US9-29/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	1,67	1,47	1,07	-	-	-	-	2,00
US9-30/43	2,48	1,66	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	1,63	1,47	1,07	-	-	-	-	2,00
US9-31/43	2,41	1,61	1,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	1,78	1,80	1,37	-	-	-	-	2,17
US9-32/43	2,58	1,73	1,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,22	1,80	1,74	1,32	-	-	-	-	2,13
US9-33/43	2,58	1,73	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	1,65	1,56	1,15	-	-	-	-	2,04
US9-34/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,23	1,75	1,77	1,35	-	-	-	-	2,15
US9-35/43	2,40	1,60	1,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,43	1,71	1,69	1,24	-	-	-	-	2,07
US9-36/43	2,01	1,35	1,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	1,80	1,58	1,17	-	-	-	-	2,05
US9-37/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,23	1,79	1,72	1,30	-	-	-	-	2,13
US9-38/43	2,44	1,64	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	1,70	1,61	1,21	-	-	-	-	2,07
US9-39/43	2,56	1,71	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	1,73	1,48	1,08	-	-	-	-	2,01
US9-40/43	2,58	1,73	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,21	1,78	1,63	1,22	-	-	-	-	2,43
US9-41/43	2,55	1,71	1,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,29	1,63	1,49	1,08	-	-	-	-	2,37
US9-42/43	2,56	1,72	1,28	1,46	2,37	1,41	-	-	-	2,59	1,55	1,46	2,33	1,93	1,88	1,45	-	-	-	-	2,55
US9-43/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 86: Übersicht Wirkungspotenziale der Untersuchungsstrecken

Übersicht Wirkungspotenziale der Untersuchungsstrecken																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US1-01/27	2,18	2,18	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,62	-	1,44	2,58	2,45	-	1,44	1,41
US1-02/27	2,18	2,18	2,18	-	-	-	2,03	1,74	1,74	2,05	2,05	2,16	2,62	2,62	1,55	1,44	2,58	2,45	1,55	1,44	1,41
US1-03/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,53	2,53	1,45	1,34	-	-	-	-	1,31
US1-04/27	2,10	2,10	2,10	-	-	-	-	-	-	1,97	1,97	2,08	2,55	2,55	1,45	1,34	2,51	2,37	1,45	1,34	1,31
US1-05/27	2,10	2,10	2,10	-	-	-	-	-	-	1,97	1,97	2,08	2,55	2,55	1,45	1,34	-	-	-	-	1,31
US1-06/27	2,07	2,07	2,07	-	-	-	-	-	-	1,93	1,93	2,05	2,51	2,51	1,45	1,34	2,47	2,33	1,45	1,34	1,31
US1-07/27	2,15	2,15	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,60	2,60	1,52	1,41	2,56	2,42	1,52	1,41	1,38
US1-08/27	2,12	2,12	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,56	2,56	1,48	1,38	2,52	2,39	1,48	1,38	1,34
US1-09/27	2,10	2,10	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,54	2,54	1,48	1,38	2,50	2,37	1,48	1,38	1,34
US1-10/27	2,15	2,15	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,60	2,60	1,52	1,41	2,56	2,42	1,52	1,41	1,38
US1-11/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,50	2,50	1,42	1,32	2,46	2,33	1,42	1,32	1,28
US1-12/27	2,04	2,04	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,48	2,48	1,42	1,31	2,44	2,31	1,42	1,31	1,28
US1-13/27	2,04	2,04	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,48	2,48	1,42	1,31	-	-	-	-	1,28
US1-14/27	2,04	2,04	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,48	2,48	1,42	1,31	-	-	-	-	1,28
US1-15/27	2,04	2,04	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,48	2,48	1,42	1,31	2,44	2,31	1,42	1,31	1,28
US1-16/27	2,09	2,09	2,09	-	-	-	-	-	-	1,96	1,96	2,07	2,54	2,54	1,46	1,35	-	-	-	-	1,32
US1-17/27	2,15	2,15	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,60	2,60	1,52	1,41	-	-	-	-	1,38
US1-18/27	2,06	2,06	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,50	2,50	1,42	1,32	2,46	2,33	1,42	1,32	1,28
US1-19/27	2,09	2,09	2,09	-	-	-	-	-	-	1,96	1,96	2,07	2,54	2,54	1,46	1,35	2,50	2,36	1,46	1,35	1,32
US1-20/27	2,08	2,08	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,52	2,52	1,46	1,35	2,48	2,35	1,46	1,35	1,32
US1-21/27	1,96	1,96	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,41	2,41	1,33	1,22	2,36	2,23	1,33	1,22	1,19
US1-22/27	1,96	1,96	1,96	-	-	-	-	-	-	1,83	1,83	1,94	2,41	2,41	1,33	1,22	-	-	-	-	1,19
US1-23/27	1,96	1,96	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,41	2,41	1,33	1,22	-	-	-	-	1,19
US1-24/27	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	1,86	1,86	1,98	2,44	2,44	1,33	1,22	-	-	-	-	1,19
US1-25/27	1,95	1,95	1,95	-	-	-	-	-	-	1,82	1,82	1,93	2,39	2,39	1,33	1,22	2,35	2,22	1,33	1,22	1,19
US1-26/27	1,93	1,93	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,37	2,37	1,29	1,18	2,33	2,19	1,29	1,18	1,15
US1-27/27	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	1,86	1,86	1,98	2,45	2,45	1,30	1,19	2,40	2,27	1,30	1,19	1,15
US2-01/38	1,65	1,65	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,09	1,16	1,05	-	-	-	-	1,03
US2-02/38	1,65	1,65	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,09	1,16	1,05	-	-	-	-	1,03
US2-03/38	1,74	1,74	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	2,18	1,23	1,12	-	-	-	-	1,10
US2-04/38	1,74	1,74	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	2,18	1,23	1,12	-	-	-	-	1,10
US2-05/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	2,17	1,23	1,12	-	-	-	-	1,10
US2-06/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	2,25	1,17	1,06	-	-	-	-	1,03
US2-07/38	1,74	1,74	1,74	-	-	-	-	-	-	1,62	1,62	1,73	2,18	2,18	1,23	1,12	-	-	-	-	1,10
US2-08/38	1,79	1,79	1,79	-	-	-	-	-	-	1,66	1,66	1,77	2,24	2,24	1,17	1,06	-	-	-	-	1,03
US2-09/38	1,79	1,79	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	2,24	1,17	1,06	-	-	-	-	1,03
US2-10/38	1,79	1,79	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	2,24	1,17	1,06	-	-	-	-	1,03
US2-11/38	1,80	1,80	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	2,25	1,17	1,06	-	-	-	-	1,03
US2-12/38	1,80	1,80	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	2,25	1,17	1,06	-	-	-	-	1,03
US2-13/38	1,79	1,79	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	2,24	1,17	1,06	-	-	-	-	1,03
US2-14/38	1,91	1,91	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,36	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US2-15/38	1,85	1,85	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,29	2,29	1,23	1,12	2,25	2,11	1,23	1,12	1,09
US2-16/38	1,93	1,93	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,33	2,19	1,29	1,18	1,15
US2-17/38	1,91	1,91	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,31	2,18	1,29	1,18	1,15
US2-18/38	1,85	1,85	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	2,11	1,23	1,12	1,09
US2-19/38	1,95	1,95	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	2,22	1,33	1,22	1,19
US2-20/38	2,01	2,01	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,41	2,27	1,33	1,22	1,19
US2-21/38	2,12	2,12	2,12	-	-	-	-	-	-	1,98	1,98	2,10	-	-	-	-	2,52	2,39	1,46	1,35	1,32
US2-22/38	2,02	2,02	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,42	2,28	1,39	1,28	1,25
US2-23/38	2,02	2,02	2,02	-	-	-	-	-	-	1,88	1,88	2,00	-	-	-	-	2,42	2,28	1,39	1,28	1,25
US2-24/38	2,01	2,01	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,41	2,27	1,35	1,25	1,21
US2-25/38	1,99	1,99	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	2,26	1,35	1,25	1,21
US2-26/38	2,07	2,07	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,47	2,33	1,45	1,34	1,31
US2-27/38	1,96	1,96	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,22	1,35	1,24	1,21
US2-28/38	2,07	2,07	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,47	2,34	1,45	1,34	1,31
US2-29/38	2,07	2,07	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,47	2,34	1,45	1,34	1,31
US2-30/38	2,17	2,17	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,57	2,44	1,54	1,44	1,41
US2-31/38	2,08	2,08	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,49	2,35	1,45	1,34	1,31

Übersicht Wirkungspotenziale der Untersuchungsstrecken																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US2-32/38	2,22	2,22	2,22	-	-	-	-	-	-	2,09	2,09	2,20	2,67	2,67	1,58	1,47	2,62	2,49	1,58	1,47	1,44
US2-33/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,69	2,69	1,64	1,53	-	-	-	-	1,50
US2-34/38	2,26	2,26	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,71	2,71	1,64	1,53	-	-	-	-	1,50
US2-35/38	2,25	2,25	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,70	2,70	1,61	1,50	-	-	-	-	1,47
US2-36/38	2,24	2,24	2,24	2,01	1,66	1,66	2,09	1,80	1,80	-	-	-	2,69	2,69	1,61	1,50	-	-	-	-	1,47
US2-37/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,68	2,68	1,61	1,50	-	-	-	-	1,47
US2-38/38	2,28	2,28	2,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,72	2,72	1,64	1,53	-	-	-	-	1,50
US3-01/29	1,90	1,90	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,34	2,34	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US3-02/29	1,91	1,91	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	2,35	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US3-03/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	2,35	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US3-04/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,37	2,37	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US3-05/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,37	2,37	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US3-06/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	2,35	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US3-07/29	1,96	1,96	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,41	2,41	1,33	1,22	-	-	-	-	1,19
US3-08/29	2,06	2,06	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,50	2,50	1,42	1,32	-	-	-	-	1,28
US3-09/29	2,08	2,08	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,53	2,53	1,43	1,32	-	-	-	-	1,28
US3-10/29	2,15	2,15	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,59	2,59	1,52	1,41	-	-	-	-	1,38
US3-11/29	2,11	2,11	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,55	2,55	1,46	1,35	-	-	-	-	1,32
US3-12/29	2,30	2,30	2,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,74	2,74	1,64	1,54	-	-	-	-	1,50
US3-13/29	2,31	2,31	2,31	-	-	-	-	-	-	2,18	2,18	2,29	2,76	2,76	1,65	1,54	-	-	-	-	1,50
US3-14/29	2,33	2,33	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,78	2,78	1,65	1,54	-	-	-	-	1,50
US3-15/29	2,31	2,31	2,31	-	-	-	-	-	-	2,18	2,18	2,29	2,76	2,76	1,65	1,54	-	-	-	-	1,50
US3-16/29	2,26	2,26	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,70	2,70	1,58	1,48	-	-	-	-	1,44
US3-17/29	2,22	2,22	2,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,66	2,66	1,58	1,47	2,62	2,48	1,58	1,47	1,44
US3-18/29	2,20	2,20	2,20	-	-	-	-	-	-	2,07	2,07	2,18	2,65	2,65	1,58	1,47	2,61	2,47	1,58	1,47	1,44
US3-19/29	2,21	2,21	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,65	2,65	1,58	1,47	2,61	2,48	1,58	1,47	1,44
US3-20/29	2,25	2,25	2,25	-	-	-	-	-	-	2,11	2,11	2,22	2,69	2,69	1,58	1,48	2,65	2,51	1,58	1,48	1,44
US3-21/29	2,22	2,22	2,22	-	-	-	2,07	1,78	1,78	2,08	2,08	2,20	2,66	2,66	1,58	1,47	2,62	2,48	1,58	1,47	1,44
US3-22/29	2,25	2,25	2,25	-	-	-	-	-	-	2,11	2,11	2,22	2,69	2,69	1,58	1,48	2,65	2,51	1,58	1,48	1,44
US3-23/29	2,22	2,22	2,22	-	-	-	-	-	-	2,08	2,08	2,20	2,66	2,66	1,58	1,47	2,62	2,48	1,58	1,47	1,44
US3-24/29	2,24	2,24	2,24	-	-	-	-	-	-	2,11	2,11	2,22	2,68	2,68	1,58	1,48	2,64	2,51	1,58	1,48	1,44
US3-25/29	2,31	2,31	2,31	-	-	-	-	-	-	2,18	2,18	2,29	2,76	2,76	1,65	1,54	-	-	-	-	1,50
US3-26/29	2,28	2,28	2,28	-	-	-	-	-	-	2,14	2,14	2,26	2,72	2,72	1,64	1,53	-	-	-	-	1,50
US3-27/29	2,28	2,28	2,28	-	-	-	-	-	-	2,14	2,14	2,26	2,72	2,72	1,64	1,53	-	-	-	-	1,50
US3-28/29	2,32	2,32	2,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,76	2,76	1,65	1,54	2,72	2,59	1,65	1,54	1,50
US3-29/29	2,29	2,29	2,29	-	-	-	-	-	-	2,16	2,16	2,27	2,73	2,73	1,64	1,54	2,69	2,56	1,64	1,54	1,50
US4-01/28	2,04	2,04	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,45	2,31	1,40	1,29	1,26
US4-02/28	1,94	1,94	1,94	-	-	-	-	-	-	1,81	1,81	1,92	2,38	2,38	1,28	1,17	-	-	-	-	1,13
US4-03/28	2,18	2,18	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,62	2,62	1,51	1,41	2,58	2,44	1,51	1,41	1,37
US4-04/28	2,25	2,25	2,25	-	-	-	-	-	-	2,12	2,12	2,23	-	-	-	-	2,66	2,52	1,61	1,50	1,47
US4-05/28	2,19	2,19	2,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,60	2,46	1,55	1,44	1,41
US4-06/28	2,21	2,21	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,61	2,48	1,55	1,44	1,41
US4-07/28	2,08	2,08	2,08	-	-	-	-	-	-	1,95	1,95	2,06	-	-	-	-	2,49	2,35	1,45	1,34	1,31
US4-08/28	2,18	2,18	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,58	2,45	1,55	1,44	1,41
US4-09/28	2,21	2,21	2,21	-	-	-	-	-	-	2,08	2,08	2,19	2,65	2,65	1,58	1,47	2,61	2,48	1,58	1,47	1,44
US4-10/28	2,20	2,20	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,65	2,65	1,58	1,47	-	-	-	-	1,44
US4-11/28	2,05	2,05	2,05	-	-	-	-	-	-	1,91	1,91	2,03	2,49	2,49	1,42	1,31	-	-	-	-	1,28
US4-12/28	1,98	1,98	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,43	2,43	1,36	1,25	-	-	-	-	1,22
US4-13/28	1,94	1,94	1,94	-	-	-	-	-	-	1,81	1,81	1,92	2,39	2,39	1,33	1,22	-	-	-	-	1,19
US4-14/28	1,96	1,96	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,41	2,41	1,33	1,22	-	-	-	-	1,19
US4-15/28	1,94	1,94	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	2,38	1,33	1,22	-	-	-	-	1,19
US4-16/28	1,93	1,93	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,33	2,20	1,32	1,22	1,19
US4-17/28	1,91	1,91	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,36	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US4-18/28	1,89	1,89	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,33	2,33	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US4-19/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	2,35	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US4-20/28	1,94	1,94	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	2,38	1,29	1,19	2,34	2,21	1,29	1,19	1,15
US4-21/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	2,26	1,36	1,25	1,22
US4-22/28	2,08	2,08	2,08	1,78	1,49	1,49	-	-	-	-	-	-	2,52	2,52	1,37	1,26	2,48	2,35	1,37	1,26	1,22
US4-23/28	2,05	2,05	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,50	2,50	1,39	1,28	2,46	2,32	1,39	1,28	1,25

Übersicht Wirkungspotenziale der Untersuchungsstrecken																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US4-24/28	1,98	1,98	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,42	2,42	1,30	1,19	2,38	2,24	1,30	1,19	1,15
US4-25/28	1,97	1,97	1,97	1,74	1,38	1,38	-	-	-	-	-	-	2,41	2,41	1,30	1,19	2,37	2,24	1,30	1,19	1,15
US4-26/28	1,91	1,91	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	2,35	1,23	1,13	2,31	2,18	1,23	1,13	1,09
US4-27/28	1,88	1,88	1,88	-	-	-	-	-	-	1,74	1,74	1,86	2,32	2,32	1,23	1,12	2,28	2,15	1,23	1,12	1,09
US4-28/28	1,87	1,87	1,87	1,63	1,29	1,29	-	-	-	-	-	-	2,32	2,32	1,23	1,12	2,27	2,14	1,23	1,12	1,09
US5-01/12	1,94	1,94	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	2,21	1,33	1,22	1,19
US5-02/12	1,96	1,96	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,41	2,41	1,33	1,22	2,36	2,23	1,33	1,22	1,19
US5-03/12	1,95	1,95	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	2,39	1,33	1,22	2,35	2,22	1,33	1,22	1,19
US5-04/12	1,95	1,95	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	2,39	1,33	1,22	-	-	-	-	1,19
US5-05/12	1,91	1,91	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,36	1,29	1,18	2,32	2,18	1,29	1,18	1,15
US5-06/12	1,91	1,91	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,36	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US5-07/12	1,91	1,91	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,36	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US5-08/12	1,93	1,93	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,37	2,37	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US5-09/12	1,93	1,93	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,37	2,37	1,29	1,18	2,33	2,19	1,29	1,18	1,15
US5-10/12	1,88	1,88	1,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,33	2,33	1,27	1,17	2,29	2,15	1,27	1,17	1,13
US5-11/12	1,84	1,84	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,28	2,28	1,21	1,10	2,24	2,10	1,21	1,10	1,07
US5-12/12	1,84	1,84	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,28	2,28	1,21	1,10	2,24	2,10	1,21	1,10	1,07
US6-01/27	1,89	1,89	1,89	-	-	-	-	-	-	1,76	1,76	1,87	2,33	2,33	1,27	1,17	-	-	-	-	1,13
US6-02/27	1,87	1,87	1,87	-	-	-	-	-	-	1,74	1,74	1,85	2,31	2,31	1,27	1,16	-	-	-	-	1,13
US6-03/27	1,88	1,88	1,88	1,65	1,30	1,30	-	-	-	1,75	1,75	1,86	2,32	2,32	1,27	1,16	-	-	-	-	1,13
US6-04/27	1,84	1,84	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,28	2,28	1,21	1,10	-	-	-	-	1,07
US6-05/27	1,94	1,94	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	2,38	1,28	1,17	-	-	-	-	1,13
US6-06/27	1,97	1,97	1,97	1,74	1,38	1,38	-	-	-	1,83	1,83	1,94	2,41	2,41	1,28	1,17	-	-	-	-	1,13
US6-07/27	1,95	1,95	1,95	1,72	1,36	1,36	-	-	-	1,81	1,81	1,92	2,39	2,39	1,28	1,17	-	-	-	-	1,13
US6-08/27	1,95	1,95	1,95	1,72	1,36	1,36	-	-	-	-	-	-	2,39	2,39	1,28	1,17	-	-	-	-	1,13
US6-09/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,21	2,21	1,13	1,03	-	-	-	-	0,99
US6-10/27	1,79	1,79	1,79	-	-	-	-	-	-	1,65	1,65	1,77	2,23	2,23	1,14	1,03	-	-	-	-	0,99
US6-11/27	1,81	1,81	1,81	-	-	-	-	-	-	1,67	1,67	1,78	2,25	2,25	1,14	1,03	-	-	-	-	0,99
US6-12/27	1,81	1,81	1,81	-	-	-	-	-	-	1,67	1,67	1,78	2,25	2,25	1,14	1,03	2,21	2,07	1,14	1,03	0,99
US6-13/27	1,79	1,79	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,23	2,23	1,14	1,03	-	-	-	-	0,99
US6-14/27	1,78	1,78	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,23	2,23	1,14	1,03	2,18	2,05	1,14	1,03	0,99
US6-15/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,21	2,21	1,13	1,03	-	-	-	-	0,99
US6-16/27	1,80	1,80	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	2,24	1,14	1,03	-	-	-	-	0,99
US6-17/27	1,74	1,74	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	2,18	1,13	1,02	2,14	2,01	1,13	1,02	0,99
US6-18/27	1,83	1,83	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,27	2,27	1,20	1,09	-	-	-	-	1,06
US6-19/27	1,86	1,86	1,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	2,30	1,20	1,09	-	-	-	-	1,06
US6-20/27	1,87	1,87	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,32	2,32	1,26	1,15	-	-	-	-	1,12
US6-21/27	1,92	1,92	1,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,36	1,26	1,15	-	-	-	-	1,12
US6-22/27	1,90	1,90	1,90	-	-	-	-	-	-	1,77	1,77	1,88	2,34	2,34	1,26	1,15	-	-	-	-	1,12
US6-23/27	1,90	1,90	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	2,35	1,26	1,15	-	-	-	-	1,12
US6-24/27	1,92	1,92	1,92	-	-	-	-	-	-	1,78	1,78	1,89	2,36	2,36	1,26	1,15	-	-	-	-	1,12
US6-25/27	1,87	1,87	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,31	2,31	1,26	1,15	-	-	-	-	1,12
US6-26/27	1,90	1,90	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	2,35	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US6-27/27	1,91	1,91	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,36	1,29	1,18	-	-	-	-	1,15
US7-01/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-02/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-03/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-04/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-05/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-06/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-07/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-08/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-09/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,29	2,29	1,28	1,17	-	-	-	-	1,14
US7-10/62	1,84	1,84	1,84	-	-	-	-	-	-	1,71	1,71	1,82	2,28	2,28	1,28	1,17	-	-	-	-	1,14
US7-11/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,63	1,63	1,74	2,20	2,20	1,18	1,07	-	-	-	-	1,05
US7-12/62	1,81	1,81	1,81	-	-	-	-	-	-	1,68	1,68	1,79	2,25	2,25	1,22	1,11	-	-	-	-	1,08
US7-13/62	1,79	1,79	1,79	-	-	-	-	-	-	1,66	1,66	1,77	2,23	2,23	1,22	1,11	-	-	-	-	1,08
US7-14/62	1,87	1,87	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,31	2,31	1,28	1,17	-	-	-	-	1,14

Übersicht Wirkungspotenziale der Untersuchungsstrecken																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US7-15/62	1,86	1,86	1,86	-	-	-	-	-	-	1,73	1,73	1,84	2,30	2,30	1,21	1,11	-	-	-	-	1,07
US7-16/62	1,80	1,80	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	2,24	1,15	1,05	-	-	-	-	1,01
US7-17/62	1,78	1,78	1,78	-	-	-	-	-	-	1,65	1,65	1,76	2,22	2,22	1,15	1,04	-	-	-	-	1,01
US7-18/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,23	2,23	1,22	1,11	-	-	-	-	1,08
US7-19/62	1,81	1,81	1,81	-	-	-	1,66	1,37	1,37	-	-	-	2,25	2,25	1,22	1,11	-	-	-	-	1,08
US7-20/62	1,79	1,79	1,79	-	-	-	-	-	-	1,66	1,66	1,77	2,23	2,23	1,22	1,11	-	-	-	-	1,08
US7-21/62	1,73	1,73	1,73	-	-	-	-	-	-	1,61	1,61	1,72	2,18	2,18	1,18	1,07	-	-	-	-	1,05
US7-22/62	1,80	1,80	1,80	-	-	-	-	-	-	1,67	1,67	1,78	2,25	2,25	1,12	1,01	-	-	-	-	0,98
US7-23/62	1,86	1,86	1,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	2,30	1,25	1,14	-	-	-	-	1,11
US7-24/62	1,87	1,87	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,31	2,31	1,28	1,17	-	-	-	-	1,14
US7-25/62	1,87	1,87	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,32	2,32	1,34	1,23	-	-	-	-	1,20
US7-26/62	2,01	2,01	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,45	2,45	1,35	1,24	-	-	-	-	1,20
US7-27/62	1,89	1,89	1,89	-	-	-	1,74	1,46	1,46	1,77	1,77	1,88	2,34	2,34	1,34	1,23	-	-	-	-	1,20
US7-28/62	1,96	1,96	1,96	-	-	-	-	-	-	1,83	1,83	1,95	2,40	2,40	1,40	1,29	-	-	-	-	1,27
US7-29/62	1,97	1,97	1,97	-	-	-	-	-	-	1,84	1,84	1,96	2,42	2,42	1,40	1,29	-	-	-	-	1,27
US7-30/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	1,40	1,29	-	-	-	-	1,27
US7-31/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-32/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-33/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-34/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-35/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-36/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-37/62	1,93	1,93	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-38/62	1,75	1,75	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-39/62	1,72	1,72	1,72	-	-	-	-	-	-	1,59	1,59	1,70	2,16	2,16	1,15	1,04	-	-	-	-	1,01
US7-40/62	1,68	1,68	1,68	-	-	-	-	-	-	1,56	1,56	1,67	2,12	2,12	1,14	1,04	-	-	-	-	1,01
US7-41/62	1,70	1,70	1,70	-	-	-	-	-	-	1,57	1,57	1,69	2,15	2,15	1,11	1,01	-	-	-	-	0,98
US7-42/62	1,65	1,65	1,65	-	-	-	-	-	-	1,52	1,52	1,63	2,09	2,09	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-43/62	1,66	1,66	1,66	-	-	-	-	-	-	1,53	1,53	1,65	2,10	2,10	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-44/62	1,64	1,64	1,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,08	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-45/62	1,66	1,66	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,11	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-46/62	1,72	1,72	1,72	-	-	-	-	-	-	1,59	1,59	1,70	2,16	2,16	1,11	1,01	-	-	-	-	0,98
US7-47/62	1,66	1,66	1,66	-	-	-	-	-	-	1,54	1,54	1,65	2,11	2,11	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-48/62	1,68	1,68	1,68	-	-	-	-	-	-	1,56	1,56	1,67	2,13	2,13	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-49/62	1,66	1,66	1,66	-	-	-	-	-	-	1,54	1,54	1,65	2,11	2,11	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-50/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,52	1,52	1,63	2,09	2,09	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-51/62	1,66	1,66	1,66	-	-	-	-	-	-	1,54	1,54	1,65	2,11	2,11	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-52/62	1,68	1,68	1,68	-	-	-	-	-	-	1,55	1,55	1,66	2,12	2,12	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-53/62	1,66	1,66	1,66	-	-	-	-	-	-	1,54	1,54	1,65	2,11	2,11	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-54/62	1,66	1,66	1,66	-	-	-	-	-	-	1,54	1,54	1,65	2,11	2,11	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-55/62	1,68	1,68	1,68	-	-	-	1,53	1,25	1,25	1,56	1,56	1,67	2,13	2,13	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-56/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57	1,57	1,69	2,15	2,15	1,11	1,01	-	-	-	-	0,98
US7-57/62	1,65	1,65	1,65	-	-	-	-	-	-	1,52	1,52	1,63	2,09	2,09	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-58/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,11	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US7-59/62	1,75	1,75	1,75	-	-	-	-	-	-	1,63	1,63	1,74	2,20	2,20	1,18	1,07	-	-	-	-	1,05
US7-60/62	1,77	1,77	1,77	-	-	-	-	-	-	1,64	1,64	1,76	2,22	2,22	1,18	1,08	-	-	-	-	1,05
US7-61/62	1,81	1,81	1,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	2,26	1,27	1,17	-	-	-	-	1,14
US7-62/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	2,15	1,11	1,01	-	-	-	-	0,98
US8-01/5	1,99	1,99	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,44	2,44	1,39	1,28	2,39	2,26	1,39	1,28	1,25
US8-02/5	1,99	1,99	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,44	2,44	1,39	1,28	2,39	2,26	1,39	1,28	1,25
US8-03/5	1,97	1,97	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,41	2,41	1,35	1,24	2,37	2,24	1,35	1,24	1,21
US8-04/5	1,98	1,98	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,42	2,42	1,35	1,24	2,38	2,24	1,35	1,24	1,21
US8-05/5	1,93	1,93	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,37	2,37	1,29	1,18	2,33	2,19	1,29	1,18	1,15
US9-01/43	1,98	1,98	1,98	-	-	-	-	-	-	1,85	1,85	1,96	2,42	2,42	1,40	1,29	-	-	-	-	1,27
US9-02/43	2,02	2,02	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,46	2,46	1,40	1,30	-	-	-	-	1,27
US9-03/43	1,99	1,99	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,43	2,43	1,40	1,29	-	-	-	-	1,27
US9-04/43	2,02	2,02	2,02	-	-	-	-	-	-	1,89	1,89	2,00	2,46	2,46	1,40	1,30	-	-	-	-	1,27
US9-05/43	1,98	1,98	1,98	-	-	-	-	-	-	1,86	1,86	1,97	2,43	2,43	1,40	1,29	-	-	-	-	1,27
US9-06/43	2,05	2,05	2,05	-	-	-	-	-	-	1,92	1,92	2,03	2,50	2,50	1,41	1,30	-	-	-	-	1,27

Übersicht Wirkungspotenziale der Untersuchungsstrecken																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US9-07/43	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	1,87	1,87	1,98	2,44	2,44	1,40	1,29	-	-	-	-	1,27
US9-08/43	1,96	1,96	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	2,40	1,40	1,29	-	-	-	-	1,27
US9-09/43	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,44	2,44	1,40	1,29	-	-	-	-	1,27
US9-10/43	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,45	2,45	1,40	1,30	-	-	-	-	1,27
US9-11/43	2,01	2,01	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,45	2,45	1,35	1,24	-	-	-	-	1,20
US9-12/43	1,94	1,94	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	2,38	1,34	1,23	-	-	-	-	1,20
US9-13/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,82	1,82	1,94	2,40	2,40	1,34	1,24	-	-	-	-	1,20
US9-14/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,82	1,82	1,94	2,40	2,40	1,34	1,24	-	-	-	-	1,20
US9-15/43	1,94	1,94	1,94	1,60	1,35	1,35	-	-	-	1,81	1,81	1,92	2,38	2,38	1,34	1,23	-	-	-	-	1,20
US9-16/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,36	1,34	1,23	-	-	-	-	1,20
US9-17/43	1,91	1,91	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	2,35	1,34	1,23	-	-	-	-	1,20
US9-18/43	1,76	1,76	1,76	-	-	-	1,61	1,33	1,33	-	-	-	2,20	2,20	1,21	1,10	-	-	-	-	1,07
US9-19/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US9-20/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,27	2,27	1,21	1,10	-	-	-	-	1,07
US9-21/43	1,78	1,78	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,22	2,22	1,21	1,10	-	-	-	-	1,07
US9-22/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,16	2,16	1,21	1,10	-	-	-	-	1,08
US9-23/43	1,81	1,81	1,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	2,26	1,27	1,17	-	-	-	-	1,14
US9-24/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	2,18	1,18	1,07	-	-	-	-	1,05
US9-25/43	1,70	1,70	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	2,14	1,15	1,04	-	-	-	-	1,01
US9-26/43	1,74	1,74	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	2,18	1,15	1,04	-	-	-	-	1,01
US9-27/43	1,66	1,66	1,66	-	-	-	-	-	-	1,54	1,54	1,65	2,11	2,11	1,14	1,03	-	-	-	-	1,01
US9-28/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,09	1,14	1,03	-	-	-	-	1,01
US9-29/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,09	1,14	1,03	-	-	-	-	1,01
US9-30/43	1,76	1,76	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	2,20	1,15	1,04	-	-	-	-	1,01
US9-31/43	1,70	1,70	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	2,14	1,15	1,04	-	-	-	-	1,01
US9-32/43	1,70	1,70	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	2,14	1,15	1,04	-	-	-	-	1,01
US9-33/43	1,66	1,66	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,11	1,14	1,03	-	-	-	-	1,01
US9-34/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	2,14	1,15	1,04	-	-	-	-	1,01
US9-35/43	1,65	1,65	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,09	1,14	1,03	-	-	-	-	1,01
US9-36/43	1,70	1,70	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	2,14	1,18	1,07	-	-	-	-	1,05
US9-37/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,10	1,17	1,07	-	-	-	-	1,05
US9-38/43	1,68	1,68	1,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	2,12	1,18	1,07	-	-	-	-	1,05
US9-39/43	1,65	1,65	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,09	1,11	1,00	-	-	-	-	0,98
US9-40/43	1,90	1,90	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,34	2,34	1,34	1,23	-	-	-	-	1,20
US9-41/43	1,93	1,93	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,37	2,37	1,34	1,23	-	-	-	-	1,20
US9-42/43	1,94	1,94	1,94	1,60	1,35	1,35	-	-	-	1,81	1,81	1,92	2,38	2,38	1,34	1,23	-	-	-	-	1,20
US9-43/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 87: Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Beobachtungszeitraum 1971-2000 – Mittelwert

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Beobachtungszeitraum 1971-2000 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US1-01/27	2,26	2,15	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	2,69	-	1,59	2,34	2,69	-	1,88	2,12
US1-02/27	2,16	2,05	2,14	-	-	-	1,64	1,82	1,76	1,97	1,91	1,69	2,17	2,74	1,96	1,62	2,16	2,49	2,20	1,88	2,11
US1-03/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	2,65	1,84	1,50	-	-	-	-	2,04
US1-04/27	2,10	1,99	1,95	-	-	-	-	-	-	1,86	1,80	1,44	2,14	2,59	1,84	1,51	2,15	2,47	2,13	1,81	1,93
US1-05/27	2,12	2,01	2,18	-	-	-	-	-	-	1,86	1,80	1,66	2,06	2,52	1,81	1,48	-	-	-	-	1,91
US1-06/27	2,15	2,04	1,92	-	-	-	-	-	-	1,84	1,79	1,43	2,14	2,55	1,80	1,47	2,04	2,34	2,13	1,81	2,00
US1-07/27	2,16	2,05	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	2,76	1,88	1,59	2,19	2,52	1,98	1,69	2,10
US1-08/27	2,18	2,07	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,16	2,72	1,98	1,70	2,33	2,68	1,95	1,66	2,13
US1-09/27	2,14	2,03	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	2,75	1,87	1,58	2,24	2,57	1,94	1,66	2,08
US1-10/27	2,20	2,09	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,73	1,94	1,65	2,22	2,55	1,97	1,68	2,12
US1-11/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	2,57	1,77	1,48	2,27	2,60	1,90	1,62	2,01
US1-12/27	2,15	2,04	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	2,54	1,80	1,51	2,09	2,40	1,90	1,62	2,03
US1-13/27	2,16	2,05	2,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,61	1,78	1,50	-	-	-	-	2,03
US1-14/27	2,12	2,01	2,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	2,56	1,81	1,52	-	-	-	-	2,04
US1-15/27	2,15	2,04	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,53	1,79	1,51	2,23	2,55	1,90	1,62	2,03
US1-16/27	2,17	2,06	2,10	-	-	-	-	-	-	2,02	1,96	1,74	2,06	2,54	1,86	1,57	-	-	-	-	2,07
US1-17/27	2,19	2,08	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	2,56	1,86	1,57	-	-	-	-	2,11
US1-18/27	2,16	2,05	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,02	2,46	1,81	1,53	2,17	2,49	1,90	1,62	2,04
US1-19/27	2,15	2,04	2,12	-	-	-	-	-	-	1,93	1,87	1,56	2,04	2,47	1,85	1,56	2,10	2,41	1,93	1,64	2,07
US1-20/27	2,15	2,04	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	2,47	1,86	1,57	2,19	2,51	1,93	1,64	2,07
US1-21/27	2,10	2,00	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	2,40	1,75	1,47	2,07	2,37	1,84	1,56	1,96
US1-22/27	2,05	1,95	2,02	-	-	-	-	-	-	1,89	1,83	1,68	1,98	2,41	1,71	1,43	-	-	-	-	1,95
US1-23/27	2,11	2,00	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	2,40	1,70	1,42	-	-	-	-	1,94
US1-24/27	2,09	1,98	2,04	-	-	-	-	-	-	2,00	1,94	1,84	2,00	2,42	1,75	1,47	-	-	-	-	1,89
US1-25/27	2,06	1,96	1,92	-	-	-	-	-	-	1,94	1,89	1,75	1,98	2,41	1,72	1,44	1,99	2,28	1,84	1,56	1,88
US1-26/27	2,00	1,89	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	2,29	1,64	1,36	1,93	2,21	1,81	1,54	1,81
US1-27/27	2,07	1,96	2,21	-	-	-	-	-	-	1,97	1,91	1,72	2,05	2,37	1,92	1,64	2,01	2,31	1,82	1,54	1,92
US2-01/38	1,67	1,75	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	2,22	1,30	1,46	-	-	-	-	1,21
US2-02/38	1,67	1,75	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,66	2,22	1,27	1,44	-	-	-	-	1,20
US2-03/38	1,68	1,76	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	2,25	1,27	1,44	-	-	-	-	1,29
US2-04/38	1,72	1,80	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,33	1,30	1,47	-	-	-	-	1,29
US2-05/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	2,42	1,32	1,50	-	-	-	-	1,30
US2-06/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,22	1,20	1,34	-	-	-	-	1,23
US2-07/38	1,54	1,61	1,81	-	-	-	-	-	-	1,48	1,53	1,31	1,71	2,17	1,20	1,33	-	-	-	-	1,25
US2-08/38	1,55	1,63	1,82	-	-	-	-	-	-	1,50	1,55	1,41	1,69	2,36	1,17	1,28	-	-	-	-	1,21
US2-09/38	1,64	1,72	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	2,21	1,18	1,31	-	-	-	-	1,22
US2-10/38	1,67	1,75	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,30	1,20	1,33	-	-	-	-	1,22
US2-11/38	1,71	1,79	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,34	1,19	1,33	-	-	-	-	1,22
US2-12/38	1,73	1,81	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	2,31	1,21	1,36	-	-	-	-	1,23
US2-13/38	1,73	1,81	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	2,29	1,20	1,34	-	-	-	-	1,23
US2-14/38	1,83	1,91	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,31	1,23	1,36	-	-	-	-	1,28
US2-15/38	1,76	1,85	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	2,27	1,19	1,32	1,66	1,96	1,32	1,50	1,22
US2-16/38	1,84	1,93	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	1,99	1,14	1,29	1,41
US2-17/38	1,82	1,90	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	2,03	1,14	1,29	1,41
US2-18/38	1,75	1,83	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	2,03	1,11	1,26	1,37
US2-19/38	1,85	1,94	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,10	1,15	1,31	1,51
US2-20/38	1,87	1,96	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	2,07	1,15	1,32	1,51
US2-21/38	1,96	2,05	2,09	-	-	-	-	-	-	2,06	2,13	1,78	-	-	-	-	1,90	2,24	1,21	1,38	1,59
US2-22/38	1,87	1,96	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	2,15	1,18	1,35	1,55
US2-23/38	1,93	2,02	2,19	-	-	-	-	-	-	2,01	2,08	1,75	-	-	-	-	1,84	2,17	1,18	1,35	1,55
US2-24/38	1,87	1,96	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,18	1,16	1,33	1,52
US2-25/38	1,93	2,02	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,13	1,16	1,33	1,52
US2-26/38	1,97	2,06	2,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	2,21	1,20	1,38	1,58
US2-27/38	1,90	1,99	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,18	1,16	1,33	1,52
US2-28/38	1,97	2,06	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	2,15	1,20	1,38	1,58
US2-29/38	1,96	2,05	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	2,23	1,20	1,38	1,58
US2-30/38	2,01	2,10	2,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	2,28	1,24	1,43	1,64
US2-31/38	1,92	2,00	2,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	2,24	1,20	1,38	1,58

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Beobachtungszeitraum 1971-2000 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US2-32/38	2,05	2,15	2,33	-	-	-	-	-	-	1,89	1,96	1,74	2,02	2,60	1,39	1,57	1,93	2,28	1,50	1,72	1,55
US2-33/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,70	1,42	1,61	-	-	-	-	1,60
US2-34/38	1,96	2,05	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	2,58	1,52	1,72	-	-	-	-	1,44
US2-35/38	2,03	2,12	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,80	1,54	1,73	-	-	-	-	1,61
US2-36/38	2,00	2,09	2,13	1,83	1,78	1,84	1,90	1,90	1,96	-	-	-	2,08	2,78	1,47	1,63	-	-	-	-	1,58
US2-37/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,78	1,45	1,61	-	-	-	-	1,58
US2-38/38	2,12	2,22	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	2,84	1,48	1,66	-	-	-	-	1,61
US3-01/29	1,93	1,87	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	2,27	1,51	1,26	-	-	-	-	1,64
US3-02/29	1,95	1,89	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,27	1,47	1,22	-	-	-	-	1,62
US3-03/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	2,27	1,48	1,23	-	-	-	-	1,63
US3-04/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	2,18	1,53	1,28	-	-	-	-	1,51
US3-05/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	2,28	1,49	1,24	-	-	-	-	1,63
US3-06/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	2,22	1,47	1,22	-	-	-	-	1,48
US3-07/29	2,00	1,93	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	2,37	1,49	1,24	-	-	-	-	1,71
US3-08/29	2,11	2,05	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	2,46	1,59	1,34	-	-	-	-	1,79
US3-09/29	2,11	2,05	2,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	2,50	1,56	1,30	-	-	-	-	1,78
US3-10/29	2,13	2,07	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	2,54	1,65	1,39	-	-	-	-	1,86
US3-11/29	2,12	2,06	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,45	1,60	1,34	-	-	-	-	1,81
US3-12/29	2,13	2,06	2,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	2,65	1,81	1,51	-	-	-	-	1,95
US3-13/29	2,13	2,07	2,00	-	-	-	-	-	-	1,95	1,90	1,59	2,22	2,64	1,70	1,40	-	-	-	-	1,84
US3-14/29	2,28	2,21	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,23	2,63	1,76	1,46	-	-	-	-	1,93
US3-15/29	2,21	2,14	2,28	-	-	-	-	-	-	2,02	1,97	1,66	2,23	2,62	1,76	1,46	-	-	-	-	1,94
US3-16/29	2,21	2,14	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	2,54	1,70	1,41	-	-	-	-	1,89
US3-17/29	2,13	2,06	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	2,63	1,71	1,41	2,09	2,33	1,89	1,60	1,87
US3-18/29	2,15	2,08	1,98	-	-	-	-	-	-	1,90	1,85	1,60	2,18	2,62	1,68	1,38	2,16	2,40	1,89	1,60	1,87
US3-19/29	2,17	2,10	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	2,62	1,69	1,39	2,11	2,35	1,89	1,60	1,88
US3-20/29	2,12	2,05	2,07	-	-	-	-	-	-	2,03	1,97	1,61	2,16	2,62	1,65	1,34	2,12	2,36	1,89	1,60	1,83
US3-21/29	2,17	2,10	2,16	-	-	-	1,62	1,85	1,80	2,08	2,02	1,62	2,15	2,71	1,63	1,33	2,10	2,34	1,89	1,60	1,84
US3-22/29	2,21	2,14	2,35	-	-	-	-	-	-	2,10	2,03	1,77	2,09	2,63	1,65	1,34	2,13	2,37	1,89	1,60	1,85
US3-23/29	2,17	2,11	2,21	-	-	-	-	-	-	2,04	1,98	1,62	2,16	2,70	1,66	1,36	2,17	2,42	1,89	1,60	1,85
US3-24/29	2,22	2,15	2,32	-	-	-	-	-	-	2,19	2,13	1,74	2,17	2,70	1,73	1,43	2,28	2,54	1,92	1,62	1,89
US3-25/29	2,27	2,20	2,25	-	-	-	-	-	-	2,17	2,10	1,94	2,21	2,69	1,74	1,43	-	-	-	-	1,92
US3-26/29	2,23	2,16	2,28	-	-	-	-	-	-	2,09	2,03	1,50	2,21	2,68	1,73	1,43	-	-	-	-	1,92
US3-27/29	2,21	2,14	2,21	-	-	-	-	-	-	1,91	1,85	1,50	2,23	2,69	1,78	1,47	-	-	-	-	1,91
US3-28/29	2,21	2,14	2,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,22	2,65	1,71	1,39	2,22	2,48	1,99	1,68	1,85
US3-29/29	2,21	2,14	2,30	-	-	-	-	-	-	1,83	1,78	1,64	2,20	2,69	1,73	1,42	2,20	2,45	1,92	1,63	1,90
US4-01/28	2,05	1,98	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,35	1,18	1,35	1,55
US4-02/28	2,02	1,96	1,96	-	-	-	-	-	-	1,85	1,80	1,50	1,94	2,52	1,29	1,41	-	-	-	-	1,39
US4-03/28	2,10	2,04	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,21	2,84	1,48	1,66	2,08	2,51	1,62	1,86	1,53
US4-04/28	2,12	2,06	2,01	-	-	-	-	-	-	1,93	1,87	1,49	-	-	-	-	2,14	2,58	1,27	1,46	1,68
US4-05/28	2,10	2,04	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,54	1,24	1,43	1,64
US4-06/28	2,13	2,06	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	2,47	1,24	1,43	1,64
US4-07/28	2,08	2,02	1,92	-	-	-	-	-	-	1,85	1,80	1,46	-	-	-	-	1,98	2,38	1,20	1,38	1,58
US4-08/28	2,11	2,05	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,02	2,43	1,24	1,43	1,64
US4-09/28	2,11	2,05	2,18	-	-	-	-	-	-	1,93	1,88	1,52	2,11	2,70	1,43	1,63	2,06	2,49	1,50	1,72	1,56
US4-10/28	2,11	2,05	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	2,72	1,50	1,69	-	-	-	-	1,59
US4-11/28	2,02	1,96	1,92	-	-	-	-	-	-	1,83	1,78	1,51	1,98	2,59	1,35	1,53	-	-	-	-	1,49
US4-12/28	1,99	1,93	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	2,51	1,34	1,52	-	-	-	-	1,46
US4-13/28	1,97	1,91	1,91	-	-	-	-	-	-	1,85	1,80	1,50	1,93	2,49	1,29	1,45	-	-	-	-	1,43
US4-14/28	1,99	1,93	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	2,50	1,31	1,48	-	-	-	-	1,38
US4-15/28	1,99	1,93	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	2,59	1,37	1,56	-	-	-	-	1,46
US4-16/28	1,96	1,90	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	2,39	1,15	1,31	1,43
US4-17/28	1,91	1,85	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	2,48	1,32	1,50	-	-	-	-	1,38
US4-18/28	1,89	1,83	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	2,50	1,36	1,55	-	-	-	-	1,39
US4-19/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	2,50	1,38	1,58	-	-	-	-	1,40
US4-20/28	1,91	1,85	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,02	2,56	1,32	1,50	1,86	2,24	1,35	1,54	1,36
US4-21/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,23	1,17	1,33	1,53
US4-22/28	2,01	1,94	1,92	1,64	1,69	1,64	-	-	-	-	-	-	2,03	2,54	1,24	1,38	1,88	2,27	1,39	1,59	1,40
US4-23/28	1,94	1,88	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,53	1,28	1,43	1,87	2,26	1,40	1,60	1,43

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Beobachtungszeitraum 1971-2000 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US4-24/28	1,92	1,86	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,48	1,24	1,38	1,84	2,22	1,35	1,54	1,33
US4-25/28	1,90	1,84	1,88	1,46	1,45	1,41	-	-	-	-	-	-	1,99	2,48	1,24	1,39	1,84	2,21	1,35	1,54	1,32
US4-26/28	1,88	1,82	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	2,46	1,24	1,39	1,82	2,19	1,32	1,50	1,24
US4-27/28	1,79	1,73	1,88	-	-	-	-	-	-	1,63	1,59	1,36	1,93	2,42	1,20	1,34	1,81	2,17	1,32	1,50	1,22
US4-28/28	1,80	1,75	1,87	1,54	1,56	1,52	-	-	-	-	-	-	1,94	2,41	1,26	1,42	1,85	2,22	1,32	1,50	1,25
US5-01/12	1,97	1,91	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	2,20	1,15	1,31	1,51
US5-02/12	1,88	1,83	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,56	1,22	1,36	1,84	2,21	1,37	1,56	1,33
US5-03/12	1,88	1,82	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,63	1,31	1,48	1,83	2,21	1,37	1,56	1,43
US5-04/12	1,91	1,85	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	2,59	1,31	1,48	-	-	-	-	1,39
US5-05/12	1,85	1,80	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	2,52	1,30	1,48	1,99	2,40	1,31	1,49	1,32
US5-06/12	1,88	1,83	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,40	1,23	1,38	-	-	-	-	1,29
US5-07/12	1,88	1,82	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,49	1,30	1,47	-	-	-	-	1,31
US5-08/12	1,87	1,82	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	2,43	1,24	1,39	-	-	-	-	1,29
US5-09/12	1,89	1,83	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	2,43	1,26	1,41	1,85	2,22	1,35	1,54	1,34
US5-10/12	1,86	1,81	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	2,44	1,31	1,49	1,86	2,24	1,34	1,53	1,30
US5-11/12	1,83	1,78	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,48	1,20	1,33	1,84	2,21	1,31	1,49	1,22
US5-12/12	1,83	1,78	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,39	1,22	1,37	1,73	2,07	1,31	1,49	1,24
US6-01/27	1,73	1,81	1,91	-	-	-	-	-	-	1,69	1,74	1,43	1,75	2,41	1,20	1,47	-	-	-	-	1,33
US6-02/27	1,72	1,80	2,01	-	-	-	-	-	-	1,64	1,69	1,36	1,73	2,41	1,20	1,47	-	-	-	-	1,33
US6-03/27	1,72	1,80	1,94	1,50	1,47	1,52	-	-	-	1,64	1,70	1,48	1,75	2,37	1,20	1,47	-	-	-	-	1,33
US6-04/27	1,73	1,81	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	2,35	1,23	1,52	-	-	-	-	1,25
US6-05/27	1,71	1,79	1,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	2,34	1,22	1,50	-	-	-	-	1,33
US6-06/27	1,81	1,89	2,00	1,57	1,45	1,50	-	-	-	1,66	1,72	1,50	1,79	2,41	1,32	1,40	-	-	-	-	1,42
US6-07/27	1,77	1,85	1,87	1,56	1,51	1,56	-	-	-	1,59	1,65	1,47	1,81	2,46	1,32	1,40	-	-	-	-	1,49
US6-08/27	1,76	1,84	1,94	1,56	1,51	1,56	-	-	-	-	-	-	1,78	2,38	1,36	1,45	-	-	-	-	1,44
US6-09/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	2,25	1,20	1,26	-	-	-	-	1,32
US6-10/27	1,59	1,66	1,79	-	-	-	-	-	-	1,47	1,52	1,54	1,72	2,26	1,20	1,25	-	-	-	-	1,31
US6-11/27	1,61	1,68	1,82	-	-	-	-	-	-	1,50	1,55	1,57	1,72	2,27	1,20	1,25	-	-	-	-	1,31
US6-12/27	1,59	1,66	1,83	-	-	-	-	-	-	1,50	1,55	1,45	1,78	2,36	1,21	1,26	1,66	2,13	1,34	1,44	1,29
US6-13/27	1,61	1,68	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,26	1,20	1,26	-	-	-	-	1,31
US6-14/27	1,65	1,73	1,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,72	2,26	1,25	1,32	1,63	2,10	1,34	1,43	1,32
US6-15/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	2,25	1,20	1,25	-	-	-	-	1,31
US6-16/27	1,61	1,69	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	2,26	1,20	1,25	-	-	-	-	1,31
US6-17/27	1,55	1,62	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67	2,24	1,19	1,24	1,61	2,07	1,34	1,43	1,29
US6-18/27	1,70	1,78	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	2,28	1,23	1,28	-	-	-	-	1,35
US6-19/27	1,63	1,70	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	2,29	1,23	1,29	-	-	-	-	1,35
US6-20/27	1,77	1,86	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,72	2,32	1,26	1,32	-	-	-	-	1,46
US6-21/27	1,83	1,92	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	2,37	1,29	1,35	-	-	-	-	1,46
US6-22/27	1,81	1,89	2,02	-	-	-	-	-	-	1,77	1,83	1,53	1,75	2,38	1,31	1,38	-	-	-	-	1,47
US6-23/27	1,77	1,85	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,37	1,32	1,40	-	-	-	-	1,48
US6-24/27	1,75	1,84	1,94	-	-	-	-	-	-	1,69	1,74	1,55	1,75	2,38	1,29	1,36	-	-	-	-	1,47
US6-25/27	1,76	1,84	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,38	1,31	1,38	-	-	-	-	1,47
US6-26/27	1,82	1,90	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,38	1,31	1,38	-	-	-	-	1,49
US6-27/27	1,77	1,85	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	2,37	1,31	1,39	-	-	-	-	1,49
US7-01/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-02/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-03/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-04/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-05/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-06/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-07/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-08/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-09/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	2,36	1,43	1,39	-	-	-	-	1,32
US7-10/62	1,94	1,88	1,77	-	-	-	-	-	-	1,75	1,70	1,72	1,97	2,46	1,42	1,37	-	-	-	-	1,31
US7-11/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,82	1,77	1,72	1,94	2,45	1,33	1,27	-	-	-	-	1,29
US7-12/62	1,80	1,74	1,60	-	-	-	-	-	-	1,77	1,72	1,51	1,79	2,25	1,24	1,17	-	-	-	-	1,26
US7-13/62	1,88	1,82	1,91	-	-	-	-	-	-	1,88	1,83	1,70	1,82	2,33	1,38	1,33	-	-	-	-	1,33
US7-14/62	1,87	1,81	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,42	1,22	1,15	-	-	-	-	1,28

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Beobachtungszeitraum 1971-2000 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US7-15/62	1,92	1,86	1,90	-	-	-	-	-	-	1,97	1,91	1,69	1,79	2,31	1,22	1,15	-	-	-	-	1,25
US7-16/62	1,83	1,78	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	2,28	1,20	1,13	-	-	-	-	1,22
US7-17/62	1,84	1,78	1,84	-	-	-	-	-	-	1,85	1,80	1,60	1,79	2,26	1,22	1,15	-	-	-	-	1,23
US7-18/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	2,27	1,25	1,19	-	-	-	-	1,27
US7-19/62	1,87	1,81	1,68	-	-	-	1,47	1,65	1,60	-	-	-	1,91	2,24	1,23	1,16	-	-	-	-	1,26
US7-20/62	1,92	1,86	1,79	-	-	-	-	-	-	1,86	1,80	1,65	1,87	2,39	1,28	1,22	-	-	-	-	1,28
US7-21/62	1,68	1,63	1,84	-	-	-	-	-	-	1,83	1,78	1,71	1,83	2,23	1,15	1,07	-	-	-	-	1,22
US7-22/62	1,90	1,84	1,94	-	-	-	-	-	-	1,90	1,85	1,66	1,86	2,24	1,24	1,18	-	-	-	-	1,22
US7-23/62	1,88	1,82	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	2,25	1,20	1,13	-	-	-	-	1,32
US7-24/62	1,94	1,88	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,28	1,23	1,15	-	-	-	-	1,34
US7-25/62	1,94	1,88	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,30	1,36	1,30	-	-	-	-	1,46
US7-26/62	2,02	1,96	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	2,39	1,34	1,28	-	-	-	-	1,45
US7-27/62	1,92	1,86	1,84	-	-	-	1,62	1,75	1,70	1,94	1,88	1,68	1,79	2,30	1,23	1,15	-	-	-	-	1,42
US7-28/62	1,93	1,87	1,81	-	-	-	-	-	-	1,79	1,74	1,47	1,88	2,37	1,47	1,43	-	-	-	-	1,53
US7-29/62	1,96	1,90	2,21	-	-	-	-	-	-	1,88	1,82	1,55	1,90	2,45	1,47	1,42	-	-	-	-	1,53
US7-30/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	2,52	1,49	1,43	-	-	-	-	1,53
US7-31/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-32/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-33/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-34/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-35/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-36/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-37/62	1,99	1,93	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-38/62	1,86	1,80	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-39/62	1,84	1,78	1,99	-	-	-	-	-	-	1,80	1,75	1,69	1,78	2,36	1,25	1,19	-	-	-	-	1,24
US7-40/62	1,72	1,67	1,95	-	-	-	-	-	-	1,65	1,60	1,29	1,75	2,31	1,21	1,13	-	-	-	-	1,22
US7-41/62	1,73	1,67	1,75	-	-	-	-	-	-	1,66	1,61	1,36	1,79	2,23	1,24	1,17	-	-	-	-	1,17
US7-42/62	1,80	1,74	1,59	-	-	-	-	-	-	1,72	1,67	1,38	1,70	2,17	1,13	1,05	-	-	-	-	1,12
US7-43/62	1,78	1,72	1,74	-	-	-	-	-	-	1,79	1,73	1,61	1,76	2,19	1,14	1,06	-	-	-	-	1,12
US7-44/62	1,81	1,76	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,23	1,17	1,09	-	-	-	-	1,13
US7-45/62	1,88	1,82	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	2,38	1,23	1,16	-	-	-	-	1,16
US7-46/62	1,74	1,69	1,56	-	-	-	-	-	-	1,67	1,62	1,41	1,89	2,25	1,24	1,18	-	-	-	-	1,17
US7-47/62	1,77	1,71	1,67	-	-	-	-	-	-	1,79	1,74	1,67	1,83	2,24	1,31	1,25	-	-	-	-	1,21
US7-48/62	1,82	1,77	1,70	-	-	-	-	-	-	1,85	1,80	1,73	1,83	2,21	1,34	1,29	-	-	-	-	1,22
US7-49/62	1,75	1,70	1,91	-	-	-	-	-	-	1,57	1,53	1,29	1,87	2,24	1,21	1,14	-	-	-	-	1,15
US7-50/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	1,71	1,50	1,88	2,34	1,27	1,21	-	-	-	-	1,19
US7-51/62	1,84	1,78	1,68	-	-	-	-	-	-	1,79	1,74	1,65	1,84	2,24	1,21	1,14	-	-	-	-	1,15
US7-52/62	1,80	1,74	1,70	-	-	-	-	-	-	1,78	1,73	1,69	1,81	2,24	1,15	1,07	-	-	-	-	1,12
US7-53/62	1,80	1,74	1,70	-	-	-	-	-	-	1,78	1,72	1,64	1,78	2,30	1,14	1,06	-	-	-	-	1,12
US7-54/62	1,77	1,72	1,66	-	-	-	-	-	-	1,72	1,67	1,52	1,78	2,26	1,14	1,06	-	-	-	-	1,12
US7-55/62	1,80	1,74	1,59	-	-	-	1,49	1,62	1,57	1,81	1,76	1,66	1,77	2,23	1,30	1,25	-	-	-	-	1,20
US7-56/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	1,71	1,54	1,79	2,19	1,20	1,13	-	-	-	-	1,15
US7-57/62	1,77	1,71	1,61	-	-	-	-	-	-	1,71	1,66	1,50	1,82	2,25	1,31	1,25	-	-	-	-	1,20
US7-58/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	2,23	1,22	1,15	-	-	-	-	1,16
US7-59/62	1,93	1,87	1,85	-	-	-	-	-	-	1,78	1,73	1,64	1,85	2,26	1,29	1,24	-	-	-	-	1,22
US7-60/62	1,84	1,78	2,00	-	-	-	-	-	-	1,84	1,79	1,74	1,78	2,28	1,20	1,13	-	-	-	-	1,23
US7-61/62	1,89	1,83	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,82	2,33	1,24	1,17	-	-	-	-	1,29
US7-62/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,33	1,35	1,29	-	-	-	-	1,27
US8-01/5	2,02	1,95	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,03	2,56	1,29	1,44	1,90	2,29	1,40	1,60	1,38
US8-02/5	1,97	1,91	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,53	1,45	1,66	1,91	2,29	1,40	1,60	1,45
US8-03/5	1,95	1,89	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	2,54	1,23	1,37	1,84	2,21	1,38	1,58	1,34
US8-04/5	1,99	1,93	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	2,57	1,33	1,50	1,91	2,30	1,38	1,58	1,38
US8-05/5	1,99	1,93	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,46	1,28	1,44	1,87	2,25	1,35	1,54	1,28
US9-01/43	2,01	1,95	2,20	-	-	-	-	-	-	1,96	1,90	1,61	1,99	2,52	1,63	1,56	-	-	-	-	1,77
US9-02/43	2,03	1,97	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	2,53	1,53	1,43	-	-	-	-	1,74
US9-03/43	2,02	1,96	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	2,66	1,63	1,56	-	-	-	-	1,77
US9-04/43	2,01	1,95	2,19	-	-	-	-	-	-	1,98	1,92	1,63	2,06	2,69	1,65	1,58	-	-	-	-	1,78
US9-05/43	2,02	1,95	2,20	-	-	-	-	-	-	1,96	1,91	1,67	2,01	2,52	1,70	1,64	-	-	-	-	1,80
US9-06/43	2,01	1,95	2,12	-	-	-	-	-	-	2,00	1,94	1,77	2,00	2,59	1,74	1,68	-	-	-	-	1,81

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Beobachtungszeitraum 1971-2000 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US9-07/43	2,02	1,96	1,97	-	-	-	-	-	-	1,97	1,91	1,71	1,99	2,51	1,83	1,79	-	-	-	-	1,85
US9-08/43	1,95	1,89	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,51	1,76	1,71	-	-	-	-	1,82
US9-09/43	2,06	1,99	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	2,55	1,80	1,75	-	-	-	-	1,84
US9-10/43	2,04	1,98	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	2,57	1,61	1,53	-	-	-	-	1,77
US9-11/43	2,01	1,95	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	2,57	1,63	1,56	-	-	-	-	1,68
US9-12/43	1,87	1,82	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	2,52	1,65	1,58	-	-	-	-	1,69
US9-13/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	1,81	1,56	1,89	2,55	1,66	1,59	-	-	-	-	1,70
US9-14/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	1,89	1,60	1,89	2,50	1,70	1,64	-	-	-	-	1,71
US9-15/43	1,89	1,83	2,05	1,40	1,54	1,49	-	-	-	1,85	1,80	1,48	1,85	2,42	1,54	1,46	-	-	-	-	1,71
US9-16/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,39	1,50	1,41	-	-	-	-	1,64
US9-17/43	1,94	1,88	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	2,40	1,53	1,44	-	-	-	-	1,65
US9-18/43	1,73	1,67	1,70	-	-	-	1,36	1,43	1,39	-	-	-	1,77	2,25	1,43	1,34	-	-	-	-	1,48
US9-19/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US9-20/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,50	1,68	1,57	-	-	-	-	1,55
US9-21/43	1,87	1,82	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,53	1,70	1,59	-	-	-	-	1,56
US9-22/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,35	1,62	1,58	-	-	-	-	1,59
US9-23/43	1,88	1,82	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,35	1,53	1,45	-	-	-	-	1,55
US9-24/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,25	1,68	1,60	-	-	-	-	1,57
US9-25/43	1,80	1,75	1,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,32	1,63	1,54	-	-	-	-	1,52
US9-26/43	1,71	1,79	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	2,31	1,34	1,32	-	-	-	-	1,45
US9-27/43	1,71	1,79	1,68	-	-	-	-	-	-	1,68	1,74	1,52	1,79	2,38	1,40	1,38	-	-	-	-	1,46
US9-28/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	2,33	1,30	1,25	-	-	-	-	1,42
US9-29/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,72	2,21	1,30	1,25	-	-	-	-	1,42
US9-30/43	1,69	1,77	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	2,24	1,30	1,26	-	-	-	-	1,42
US9-31/43	1,64	1,72	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,32	1,44	1,42	-	-	-	-	1,48
US9-32/43	1,70	1,78	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	2,33	1,41	1,39	-	-	-	-	1,47
US9-33/43	1,68	1,76	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	2,21	1,33	1,30	-	-	-	-	1,44
US9-34/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	2,30	1,42	1,41	-	-	-	-	1,48
US9-35/43	1,61	1,69	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,74	2,24	1,39	1,35	-	-	-	-	1,45
US9-36/43	1,50	1,57	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	2,33	1,36	1,33	-	-	-	-	1,47
US9-37/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67	2,30	1,42	1,40	-	-	-	-	1,49
US9-38/43	1,64	1,72	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,66	2,25	1,38	1,35	-	-	-	-	1,47
US9-39/43	1,66	1,74	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	2,26	1,28	1,24	-	-	-	-	1,40
US9-40/43	1,79	1,88	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	2,42	1,48	1,46	-	-	-	-	1,71
US9-41/43	1,80	1,88	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	2,33	1,41	1,37	-	-	-	-	1,69
US9-42/43	1,80	1,89	1,87	1,53	1,51	1,56	-	-	-	1,82	1,88	1,67	1,81	2,54	1,59	1,59	-	-	-	-	1,75
US9-43/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 88: Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2011-2040 – Mittelwert

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2011-2040 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US1-01/27	2,35	2,15	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,69	-	1,34	2,44	2,60	-	1,58	2,12
US1-02/27	2,24	2,05	2,14	-	-	-	1,64	1,91	1,76	2,07	1,91	1,69	2,26	2,74	1,96	1,37	2,26	2,40	2,20	1,58	2,11
US1-03/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,28	2,65	1,84	1,27	-	-	-	-	2,04
US1-04/27	2,18	1,99	1,95	-	-	-	-	-	-	1,95	1,80	1,44	2,24	2,59	1,84	1,27	2,25	2,39	2,13	1,53	1,93
US1-05/27	2,20	2,01	2,18	-	-	-	-	-	-	1,95	1,80	1,66	2,15	2,52	1,81	1,24	-	-	-	-	1,91
US1-06/27	2,23	2,04	1,92	-	-	-	-	-	-	1,93	1,79	1,43	2,23	2,55	1,80	1,23	2,13	2,26	2,13	1,52	2,00
US1-07/27	2,24	2,05	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	2,76	1,88	1,34	2,29	2,43	1,98	1,42	2,10
US1-08/27	2,27	2,07	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	2,72	1,98	1,43	2,43	2,59	1,95	1,40	2,13
US1-09/27	2,23	2,03	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	2,75	1,87	1,33	2,34	2,49	1,94	1,39	2,08
US1-10/27	2,29	2,09	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	2,73	1,94	1,39	2,32	2,46	1,97	1,41	2,12
US1-11/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	2,57	1,77	1,25	2,37	2,51	1,90	1,36	2,01
US1-12/27	2,24	2,04	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	2,54	1,80	1,27	2,19	2,32	1,90	1,36	2,03
US1-13/27	2,24	2,05	2,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	2,61	1,78	1,26	-	-	-	-	2,03
US1-14/27	2,20	2,01	2,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,16	2,56	1,81	1,28	-	-	-	-	2,04
US1-15/27	2,23	2,04	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	2,53	1,79	1,27	2,32	2,47	1,90	1,36	2,03
US1-16/27	2,25	2,06	2,10	-	-	-	-	-	-	2,12	1,96	1,74	2,15	2,54	1,86	1,32	-	-	-	-	2,07
US1-17/27	2,27	2,08	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,16	2,56	1,86	1,32	-	-	-	-	2,11
US1-18/27	2,25	2,05	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,46	1,81	1,28	2,26	2,40	1,90	1,36	2,04
US1-19/27	2,23	2,04	2,12	-	-	-	-	-	-	2,03	1,87	1,56	2,13	2,47	1,85	1,31	2,19	2,33	1,93	1,38	2,07
US1-20/27	2,23	2,04	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	2,47	1,86	1,32	2,28	2,42	1,93	1,38	2,07
US1-21/27	2,18	2,00	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	2,40	1,75	1,24	2,16	2,29	1,84	1,31	1,96
US1-22/27	2,13	1,95	2,02	-	-	-	-	-	-	1,98	1,83	1,68	2,06	2,41	1,71	1,20	-	-	-	-	1,95
US1-23/27	2,19	2,00	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,40	1,70	1,19	-	-	-	-	1,94
US1-24/27	2,17	1,98	2,04	-	-	-	-	-	-	2,10	1,94	1,84	2,09	2,42	1,75	1,24	-	-	-	-	1,89
US1-25/27	2,14	1,96	1,92	-	-	-	-	-	-	2,04	1,89	1,75	2,06	2,41	1,72	1,21	2,08	2,20	1,84	1,31	1,88
US1-26/27	2,07	1,89	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,29	1,64	1,14	2,02	2,14	1,81	1,29	1,81
US1-27/27	2,15	1,96	2,21	-	-	-	-	-	-	2,07	1,91	1,72	2,14	2,37	1,92	1,38	2,10	2,23	1,82	1,30	1,92
US2-01/38	1,72	1,75	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	2,22	1,30	1,23	-	-	-	-	1,21
US2-02/38	1,72	1,75	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,66	2,22	1,27	1,21	-	-	-	-	1,20
US2-03/38	1,73	1,76	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	2,25	1,27	1,21	-	-	-	-	1,29
US2-04/38	1,77	1,80	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,33	1,30	1,23	-	-	-	-	1,29
US2-05/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	2,42	1,32	1,26	-	-	-	-	1,30
US2-06/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,22	1,20	1,13	-	-	-	-	1,23
US2-07/38	1,58	1,61	1,81	-	-	-	-	-	-	1,53	1,53	1,56	1,71	2,17	1,20	1,12	-	-	-	-	1,25
US2-08/38	1,60	1,63	1,82	-	-	-	-	-	-	1,55	1,55	1,67	1,69	2,36	1,17	1,07	-	-	-	-	1,21
US2-09/38	1,69	1,72	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	2,21	1,18	1,10	-	-	-	-	1,22
US2-10/38	1,72	1,75	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,30	1,20	1,12	-	-	-	-	1,22
US2-11/38	1,76	1,79	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,34	1,19	1,12	-	-	-	-	1,22
US2-12/38	1,78	1,81	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	2,31	1,21	1,14	-	-	-	-	1,23
US2-13/38	1,78	1,81	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	2,29	1,20	1,13	-	-	-	-	1,23
US2-14/38	1,88	1,91	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,31	1,23	1,15	-	-	-	-	1,28
US2-15/38	1,82	1,85	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	2,27	1,19	1,11	1,66	1,97	1,32	1,26	1,22
US2-16/38	1,89	1,93	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,01	1,14	1,09	1,41
US2-17/38	1,87	1,90	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	2,05	1,14	1,09	1,41
US2-18/38	1,80	1,83	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,73	2,05	1,11	1,06	1,37
US2-19/38	1,90	1,94	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,12	1,15	1,10	1,51
US2-20/38	1,92	1,96	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	2,09	1,15	1,11	1,51
US2-21/38	2,02	2,05	2,09	-	-	-	-	-	-	2,13	2,13	2,12	-	-	-	-	1,90	2,26	1,21	1,16	1,59
US2-22/38	1,92	1,96	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	2,17	1,18	1,13	1,55
US2-23/38	1,99	2,02	2,19	-	-	-	-	-	-	2,08	2,08	2,09	-	-	-	-	1,84	2,19	1,18	1,13	1,55
US2-24/38	1,93	1,96	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,20	1,16	1,12	1,52
US2-25/38	1,99	2,02	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,15	1,16	1,12	1,52
US2-26/38	2,03	2,06	2,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	2,23	1,20	1,16	1,58
US2-27/38	1,96	1,99	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,20	1,16	1,12	1,52
US2-28/38	2,03	2,06	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	2,17	1,20	1,16	1,58
US2-29/38	2,01	2,05	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	2,25	1,20	1,16	1,58
US2-30/38	2,07	2,10	2,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	2,30	1,24	1,20	1,64
US2-31/38	1,97	2,00	2,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	2,26	1,20	1,16	1,58

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2011-2040 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US2-32/38	2,11	2,15	2,33	-	-	-	-	-	-	1,96	1,96	2,07	2,02	2,60	1,39	1,32	1,93	2,30	1,50	1,44	1,55
US2-33/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,70	1,42	1,35	-	-	-	-	1,60
US2-34/38	2,01	2,05	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	2,58	1,52	1,45	-	-	-	-	1,44
US2-35/38	2,08	2,12	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,80	1,54	1,46	-	-	-	-	1,61
US2-36/38	2,05	2,09	2,13	2,17	1,84	1,84	2,26	1,96	1,96	-	-	-	2,08	2,78	1,47	1,37	-	-	-	-	1,58
US2-37/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,78	1,45	1,35	-	-	-	-	1,58
US2-38/38	2,18	2,22	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	2,84	1,48	1,40	-	-	-	-	1,61
US3-01/29	2,04	1,96	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,18	1,51	1,26	-	-	-	-	1,64
US3-02/29	2,06	1,98	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,18	1,47	1,22	-	-	-	-	1,62
US3-03/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	2,18	1,48	1,23	-	-	-	-	1,63
US3-04/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	2,10	1,53	1,28	-	-	-	-	1,51
US3-05/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,19	1,49	1,24	-	-	-	-	1,63
US3-06/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	2,13	1,47	1,22	-	-	-	-	1,48
US3-07/29	2,10	2,03	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,02	2,28	1,49	1,24	-	-	-	-	1,71
US3-08/29	2,23	2,14	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,36	1,59	1,34	-	-	-	-	1,79
US3-09/29	2,23	2,14	2,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,40	1,56	1,30	-	-	-	-	1,78
US3-10/29	2,25	2,16	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	2,44	1,65	1,39	-	-	-	-	1,86
US3-11/29	2,24	2,15	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,35	1,60	1,34	-	-	-	-	1,81
US3-12/29	2,24	2,16	2,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,42	2,54	1,81	1,51	-	-	-	-	1,95
US3-13/29	2,25	2,16	2,00	-	-	-	-	-	-	2,10	1,90	1,89	2,40	2,53	1,70	1,40	-	-	-	-	1,84
US3-14/29	2,40	2,31	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,41	2,53	1,76	1,46	-	-	-	-	1,93
US3-15/29	2,33	2,24	2,28	-	-	-	-	-	-	2,18	1,97	1,97	2,41	2,52	1,76	1,46	-	-	-	-	1,94
US3-16/29	2,33	2,24	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	2,44	1,70	1,41	-	-	-	-	1,89
US3-17/29	2,24	2,16	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,34	2,52	1,71	1,41	2,26	2,20	1,89	1,60	1,87
US3-18/29	2,26	2,18	1,98	-	-	-	-	-	-	2,05	1,85	1,90	2,35	2,51	1,68	1,38	2,33	2,27	1,89	1,60	1,87
US3-19/29	2,28	2,20	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	2,51	1,69	1,39	2,28	2,22	1,89	1,60	1,88
US3-20/29	2,23	2,15	2,07	-	-	-	-	-	-	2,18	1,97	1,92	2,33	2,51	1,65	1,34	2,29	2,23	1,89	1,60	1,83
US3-21/29	2,29	2,20	2,16	-	-	-	1,93	1,99	1,80	2,24	2,02	1,92	2,32	2,60	1,63	1,33	2,27	2,21	1,89	1,60	1,84
US3-22/29	2,33	2,24	2,35	-	-	-	-	-	-	2,25	2,03	2,11	2,25	2,52	1,65	1,34	2,30	2,24	1,89	1,60	1,85
US3-23/29	2,29	2,20	2,21	-	-	-	-	-	-	2,19	1,98	1,93	2,33	2,59	1,66	1,36	2,35	2,28	1,89	1,60	1,85
US3-24/29	2,34	2,25	2,32	-	-	-	-	-	-	2,36	2,13	2,07	2,34	2,60	1,73	1,43	2,46	2,40	1,92	1,62	1,89
US3-25/29	2,39	2,30	2,25	-	-	-	-	-	-	2,33	2,10	2,31	2,39	2,58	1,74	1,43	-	-	-	-	1,92
US3-26/29	2,35	2,26	2,28	-	-	-	-	-	-	2,24	2,03	1,79	2,38	2,57	1,73	1,43	-	-	-	-	1,92
US3-27/29	2,33	2,24	2,21	-	-	-	-	-	-	2,05	1,85	1,79	2,40	2,58	1,78	1,47	-	-	-	-	1,91
US3-28/29	2,33	2,24	2,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	2,54	1,71	1,39	2,40	2,34	1,99	1,68	1,85
US3-29/29	2,32	2,24	2,30	-	-	-	-	-	-	1,97	1,78	1,95	2,38	2,58	1,73	1,42	2,37	2,31	1,92	1,63	1,90
US4-01/28	1,95	1,98	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	2,35	1,18	1,35	1,55
US4-02/28	1,93	1,96	1,96	-	-	-	-	-	-	1,80	1,80	1,50	1,88	2,52	1,29	1,41	-	-	-	-	1,39
US4-03/28	2,00	2,04	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	2,84	1,48	1,66	2,02	2,51	1,62	1,86	1,53
US4-04/28	2,02	2,06	2,01	-	-	-	-	-	-	1,87	1,87	1,49	-	-	-	-	2,08	2,58	1,27	1,46	1,68
US4-05/28	2,00	2,04	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	2,54	1,24	1,43	1,64
US4-06/28	2,03	2,06	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,47	1,24	1,43	1,64
US4-07/28	1,98	2,02	1,92	-	-	-	-	-	-	1,80	1,80	1,46	-	-	-	-	1,92	2,38	1,20	1,38	1,58
US4-08/28	2,01	2,05	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	2,43	1,24	1,43	1,64
US4-09/28	2,01	2,05	2,18	-	-	-	-	-	-	1,88	1,88	1,52	2,05	2,70	1,43	1,63	2,01	2,49	1,50	1,72	1,56
US4-10/28	2,01	2,05	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,72	1,50	1,69	-	-	-	-	1,59
US4-11/28	1,93	1,96	1,92	-	-	-	-	-	-	1,78	1,78	1,51	1,93	2,59	1,35	1,53	-	-	-	-	1,49
US4-12/28	1,90	1,93	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	2,51	1,34	1,52	-	-	-	-	1,46
US4-13/28	1,88	1,91	1,91	-	-	-	-	-	-	1,80	1,80	1,50	1,88	2,49	1,29	1,45	-	-	-	-	1,43
US4-14/28	1,90	1,93	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	2,50	1,31	1,48	-	-	-	-	1,38
US4-15/28	1,90	1,93	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	2,59	1,37	1,56	-	-	-	-	1,46
US4-16/28	1,86	1,90	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	2,39	1,15	1,31	1,43
US4-17/28	1,82	1,85	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	2,48	1,32	1,50	-	-	-	-	1,38
US4-18/28	1,80	1,83	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	2,50	1,36	1,55	-	-	-	-	1,39
US4-19/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	2,50	1,38	1,58	-	-	-	-	1,40
US4-20/28	1,82	1,85	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	2,56	1,32	1,50	1,81	2,24	1,35	1,54	1,36
US4-21/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	2,23	1,17	1,33	1,53
US4-22/28	1,91	1,94	1,92	1,64	1,64	1,64	-	-	-	-	-	-	1,98	2,54	1,24	1,38	1,83	2,27	1,39	1,59	1,40
US4-23/28	1,85	1,88	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	2,53	1,28	1,43	1,82	2,26	1,40	1,60	1,43

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2011-2040 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US4-24/28	1,82	1,86	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,48	1,24	1,38	1,79	2,22	1,35	1,54	1,33
US4-25/28	1,81	1,84	1,88	1,46	1,41	1,41	-	-	-	-	-	-	1,94	2,48	1,24	1,39	1,79	2,21	1,35	1,54	1,32
US4-26/28	1,79	1,82	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	2,46	1,24	1,39	1,77	2,19	1,32	1,50	1,24
US4-27/28	1,70	1,73	1,88	-	-	-	-	-	-	1,59	1,59	1,36	1,87	2,42	1,20	1,34	1,76	2,17	1,32	1,50	1,22
US4-28/28	1,72	1,75	1,87	1,54	1,52	1,52	-	-	-	-	-	-	1,88	2,41	1,26	1,42	1,80	2,22	1,32	1,50	1,25
US5-01/12	2,08	2,00	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	2,16	1,15	1,31	1,51
US5-02/12	1,99	1,91	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,47	1,22	1,36	1,99	2,18	1,37	1,56	1,33
US5-03/12	1,98	1,91	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,54	1,31	1,48	1,98	2,17	1,37	1,56	1,43
US5-04/12	2,01	1,94	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,51	1,31	1,48	-	-	-	-	1,39
US5-05/12	1,95	1,88	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,03	2,43	1,30	1,48	2,15	2,36	1,31	1,49	1,32
US5-06/12	1,99	1,91	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,32	1,23	1,38	-	-	-	-	1,29
US5-07/12	1,98	1,90	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	2,41	1,30	1,47	-	-	-	-	1,31
US5-08/12	1,97	1,90	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,03	2,35	1,24	1,39	-	-	-	-	1,29
US5-09/12	2,00	1,92	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	2,34	1,26	1,41	1,99	2,19	1,35	1,54	1,34
US5-10/12	1,96	1,89	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,35	1,31	1,49	2,01	2,21	1,34	1,53	1,30
US5-11/12	1,93	1,86	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,40	1,20	1,33	1,99	2,18	1,31	1,49	1,22
US5-12/12	1,93	1,86	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	2,32	1,22	1,37	1,86	2,04	1,31	1,49	1,24
US6-01/27	1,85	1,89	1,91	-	-	-	-	-	-	1,84	1,74	1,70	1,75	2,41	1,27	1,33	-	-	-	-	1,47
US6-02/27	1,84	1,88	2,01	-	-	-	-	-	-	1,79	1,69	1,62	1,73	2,41	1,27	1,33	-	-	-	-	1,47
US6-03/27	1,84	1,88	1,94	1,79	1,61	1,52	-	-	-	1,80	1,70	1,76	1,75	2,37	1,27	1,33	-	-	-	-	1,47
US6-04/27	1,85	1,89	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,76	2,35	1,30	1,38	-	-	-	-	1,39
US6-05/27	1,83	1,87	1,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	2,34	1,29	1,36	-	-	-	-	1,47
US6-06/27	1,99	1,89	2,00	1,86	1,59	1,50	-	-	-	1,82	1,72	1,78	1,92	2,33	1,32	1,40	-	-	-	-	1,42
US6-07/27	1,95	1,85	1,87	1,85	1,65	1,56	-	-	-	1,74	1,65	1,74	1,94	2,38	1,32	1,40	-	-	-	-	1,49
US6-08/27	1,94	1,84	1,94	1,85	1,65	1,56	-	-	-	-	-	-	1,91	2,30	1,36	1,45	-	-	-	-	1,44
US6-09/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,18	1,20	1,26	-	-	-	-	1,32
US6-10/27	1,75	1,66	1,79	-	-	-	-	-	-	1,61	1,52	1,83	1,85	2,18	1,20	1,25	-	-	-	-	1,31
US6-11/27	1,77	1,68	1,82	-	-	-	-	-	-	1,64	1,55	1,86	1,85	2,20	1,20	1,25	-	-	-	-	1,31
US6-12/27	1,75	1,66	1,83	-	-	-	-	-	-	1,64	1,55	1,72	1,92	2,28	1,21	1,26	1,78	2,03	1,34	1,44	1,29
US6-13/27	1,77	1,68	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,19	1,20	1,26	-	-	-	-	1,31
US6-14/27	1,82	1,73	1,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,18	1,25	1,32	1,76	2,01	1,34	1,43	1,32
US6-15/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,17	1,20	1,25	-	-	-	-	1,31
US6-16/27	1,78	1,69	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,83	2,19	1,20	1,25	-	-	-	-	1,31
US6-17/27	1,71	1,62	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	2,16	1,19	1,24	1,73	1,98	1,34	1,43	1,29
US6-18/27	1,87	1,78	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	2,20	1,23	1,28	-	-	-	-	1,35
US6-19/27	1,79	1,70	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,22	1,23	1,29	-	-	-	-	1,35
US6-20/27	1,96	1,86	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,25	1,26	1,32	-	-	-	-	1,46
US6-21/27	2,02	1,92	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	2,29	1,29	1,35	-	-	-	-	1,46
US6-22/27	1,99	1,89	2,02	-	-	-	-	-	-	1,93	1,83	1,82	1,88	2,30	1,31	1,38	-	-	-	-	1,47
US6-23/27	1,95	1,85	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	2,29	1,32	1,40	-	-	-	-	1,48
US6-24/27	1,93	1,84	1,94	-	-	-	-	-	-	1,84	1,74	1,84	1,88	2,30	1,29	1,36	-	-	-	-	1,47
US6-25/27	1,94	1,84	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	2,30	1,31	1,38	-	-	-	-	1,47
US6-26/27	2,00	1,90	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	2,30	1,31	1,38	-	-	-	-	1,49
US6-27/27	1,95	1,85	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	2,29	1,31	1,39	-	-	-	-	1,49
US7-01/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-02/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-03/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-04/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-05/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-06/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-07/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-08/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-09/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	2,27	1,43	1,39	-	-	-	-	1,32
US7-10/62	1,98	1,88	1,77	-	-	-	-	-	-	1,80	1,70	2,04	2,13	2,37	1,42	1,37	-	-	-	-	1,31
US7-11/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	1,77	2,05	2,10	2,35	1,33	1,27	-	-	-	-	1,29
US7-12/62	1,84	1,74	1,60	-	-	-	-	-	-	1,82	1,72	1,80	1,93	2,16	1,24	1,17	-	-	-	-	1,26
US7-13/62	1,92	1,82	1,91	-	-	-	-	-	-	1,93	1,83	2,02	1,96	2,24	1,38	1,33	-	-	-	-	1,33
US7-14/62	1,91	1,81	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,32	1,22	1,15	-	-	-	-	1,28

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2011-2040 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US7-15/62	1,96	1,86	1,90	-	-	-	-	-	-	2,02	1,91	2,01	1,94	2,22	1,22	1,15	-	-	-	-	1,25
US7-16/62	1,87	1,78	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	2,19	1,20	1,13	-	-	-	-	1,22
US7-17/62	1,88	1,78	1,84	-	-	-	-	-	-	1,90	1,80	1,91	1,93	2,17	1,22	1,15	-	-	-	-	1,23
US7-18/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	2,18	1,25	1,19	-	-	-	-	1,27
US7-19/62	1,91	1,81	1,68	-	-	-	1,75	1,69	1,60	-	-	-	2,06	2,15	1,23	1,16	-	-	-	-	1,26
US7-20/62	1,96	1,86	1,79	-	-	-	-	-	-	1,91	1,80	1,97	2,02	2,30	1,28	1,22	-	-	-	-	1,28
US7-21/62	1,72	1,63	1,84	-	-	-	-	-	-	1,88	1,78	2,03	1,98	2,15	1,15	1,07	-	-	-	-	1,22
US7-22/62	1,94	1,84	1,94	-	-	-	-	-	-	1,95	1,85	1,97	2,01	2,16	1,24	1,18	-	-	-	-	1,22
US7-23/62	1,92	1,82	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	2,17	1,20	1,13	-	-	-	-	1,32
US7-24/62	1,98	1,88	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	2,19	1,23	1,15	-	-	-	-	1,34
US7-25/62	1,98	1,88	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,21	1,36	1,30	-	-	-	-	1,46
US7-26/62	2,07	1,96	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	2,29	1,34	1,28	-	-	-	-	1,45
US7-27/62	1,96	1,86	1,84	-	-	-	1,92	1,79	1,70	1,99	1,88	2,00	1,93	2,21	1,23	1,15	-	-	-	-	1,42
US7-28/62	1,97	1,87	1,81	-	-	-	-	-	-	1,84	1,74	1,75	2,03	2,28	1,47	1,43	-	-	-	-	1,53
US7-29/62	2,00	1,90	2,21	-	-	-	-	-	-	1,93	1,82	1,84	2,05	2,36	1,47	1,42	-	-	-	-	1,53
US7-30/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	2,42	1,49	1,43	-	-	-	-	1,53
US7-31/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-32/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-33/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-34/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-35/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-36/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-37/62	2,03	1,93	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-38/62	1,90	1,80	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-39/62	1,88	1,78	1,99	-	-	-	-	-	-	1,85	1,75	2,01	1,92	2,27	1,25	1,19	-	-	-	-	1,24
US7-40/62	1,76	1,67	1,95	-	-	-	-	-	-	1,69	1,60	1,54	1,89	2,23	1,21	1,13	-	-	-	-	1,22
US7-41/62	1,76	1,67	1,75	-	-	-	-	-	-	1,70	1,61	1,62	1,93	2,15	1,24	1,17	-	-	-	-	1,17
US7-42/62	1,84	1,74	1,59	-	-	-	-	-	-	1,77	1,67	1,65	1,83	2,09	1,13	1,05	-	-	-	-	1,12
US7-43/62	1,81	1,72	1,74	-	-	-	-	-	-	1,83	1,73	1,92	1,90	2,11	1,14	1,06	-	-	-	-	1,12
US7-44/62	1,85	1,76	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	2,14	1,17	1,09	-	-	-	-	1,13
US7-45/62	1,92	1,82	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	2,29	1,23	1,16	-	-	-	-	1,16
US7-46/62	1,78	1,69	1,56	-	-	-	-	-	-	1,71	1,62	1,67	2,04	2,16	1,24	1,18	-	-	-	-	1,17
US7-47/62	1,81	1,71	1,67	-	-	-	-	-	-	1,84	1,74	1,99	1,97	2,15	1,31	1,25	-	-	-	-	1,21
US7-48/62	1,86	1,77	1,70	-	-	-	-	-	-	1,90	1,80	2,06	1,97	2,12	1,34	1,29	-	-	-	-	1,22
US7-49/62	1,79	1,70	1,91	-	-	-	-	-	-	1,62	1,53	1,53	2,01	2,15	1,21	1,14	-	-	-	-	1,15
US7-50/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	1,71	1,78	2,03	2,25	1,27	1,21	-	-	-	-	1,19
US7-51/62	1,88	1,78	1,68	-	-	-	-	-	-	1,84	1,74	1,96	1,99	2,16	1,21	1,14	-	-	-	-	1,15
US7-52/62	1,84	1,74	1,70	-	-	-	-	-	-	1,83	1,73	2,02	1,96	2,15	1,15	1,07	-	-	-	-	1,12
US7-53/62	1,84	1,74	1,70	-	-	-	-	-	-	1,82	1,72	1,95	1,92	2,22	1,14	1,06	-	-	-	-	1,12
US7-54/62	1,81	1,72	1,66	-	-	-	-	-	-	1,77	1,67	1,81	1,92	2,17	1,14	1,06	-	-	-	-	1,12
US7-55/62	1,84	1,74	1,59	-	-	-	1,78	1,66	1,57	1,86	1,76	1,97	1,91	2,15	1,30	1,25	-	-	-	-	1,20
US7-56/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	1,71	1,83	1,93	2,11	1,20	1,13	-	-	-	-	1,15
US7-57/62	1,81	1,71	1,61	-	-	-	-	-	-	1,76	1,66	1,79	1,96	2,16	1,31	1,25	-	-	-	-	1,20
US7-58/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	2,15	1,22	1,15	-	-	-	-	1,16
US7-59/62	1,97	1,87	1,85	-	-	-	-	-	-	1,83	1,73	1,95	1,99	2,17	1,29	1,24	-	-	-	-	1,22
US7-60/62	1,87	1,78	2,00	-	-	-	-	-	-	1,89	1,79	2,07	1,92	2,19	1,20	1,13	-	-	-	-	1,23
US7-61/62	1,93	1,83	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	2,25	1,24	1,17	-	-	-	-	1,29
US7-62/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	2,24	1,35	1,29	-	-	-	-	1,27
US8-01/5	2,13	2,05	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,47	1,29	1,44	1,98	2,25	1,40	1,60	1,38
US8-02/5	2,08	2,00	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	2,45	1,45	1,66	1,99	2,26	1,40	1,60	1,45
US8-03/5	2,06	1,98	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	2,46	1,23	1,37	1,92	2,18	1,38	1,58	1,34
US8-04/5	2,09	2,02	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,48	1,33	1,50	1,99	2,26	1,38	1,58	1,38
US8-05/5	2,10	2,02	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,38	1,28	1,44	1,95	2,21	1,35	1,54	1,28
US9-01/43	2,06	1,95	2,20	-	-	-	-	-	-	2,01	1,90	1,61	2,15	2,43	1,63	1,56	-	-	-	-	1,77
US9-02/43	2,08	1,97	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,45	1,53	1,43	-	-	-	-	1,74
US9-03/43	2,06	1,96	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	2,57	1,63	1,56	-	-	-	-	1,77
US9-04/43	2,05	1,95	2,19	-	-	-	-	-	-	2,03	1,92	1,63	2,23	2,60	1,65	1,58	-	-	-	-	1,78
US9-05/43	2,06	1,95	2,20	-	-	-	-	-	-	2,02	1,91	1,67	2,17	2,43	1,70	1,64	-	-	-	-	1,80
US9-06/43	2,05	1,95	2,12	-	-	-	-	-	-	2,05	1,94	1,77	2,16	2,50	1,74	1,68	-	-	-	-	1,81

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2011-2040 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US9-07/43	2,07	1,96	1,97	-	-	-	-	-	-	2,02	1,91	1,71	2,14	2,43	1,83	1,79	-	-	-	-	1,85
US9-08/43	2,00	1,89	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,43	1,76	1,71	-	-	-	-	1,82
US9-09/43	2,10	1,99	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	2,46	1,80	1,75	-	-	-	-	1,84
US9-10/43	2,08	1,98	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	2,48	1,61	1,53	-	-	-	-	1,77
US9-11/43	2,06	1,95	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,48	1,63	1,56	-	-	-	-	1,68
US9-12/43	1,91	1,82	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,02	2,43	1,65	1,58	-	-	-	-	1,69
US9-13/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	1,81	1,56	2,04	2,47	1,66	1,59	-	-	-	-	1,70
US9-14/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	1,89	1,60	2,04	2,41	1,70	1,64	-	-	-	-	1,71
US9-15/43	1,93	1,83	2,05	1,40	1,58	1,49	-	-	-	1,90	1,80	1,48	2,00	2,34	1,54	1,46	-	-	-	-	1,71
US9-16/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	2,31	1,50	1,41	-	-	-	-	1,64
US9-17/43	1,98	1,88	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	2,32	1,53	1,44	-	-	-	-	1,65
US9-18/43	1,76	1,67	1,70	-	-	-	1,36	1,47	1,39	-	-	-	1,92	2,18	1,43	1,34	-	-	-	-	1,48
US9-19/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US9-20/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,41	1,68	1,57	-	-	-	-	1,55
US9-21/43	1,91	1,82	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,45	1,70	1,59	-	-	-	-	1,56
US9-22/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,27	1,62	1,58	-	-	-	-	1,59
US9-23/43	1,92	1,82	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	2,27	1,53	1,45	-	-	-	-	1,55
US9-24/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	2,17	1,68	1,60	-	-	-	-	1,57
US9-25/43	1,84	1,75	1,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,24	1,63	1,54	-	-	-	-	1,52
US9-26/43	1,88	1,79	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,23	1,34	1,32	-	-	-	-	1,45
US9-27/43	1,88	1,79	1,68	-	-	-	-	-	-	1,84	1,74	1,52	1,93	2,30	1,40	1,38	-	-	-	-	1,46
US9-28/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	2,25	1,30	1,25	-	-	-	-	1,42
US9-29/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	2,14	1,30	1,25	-	-	-	-	1,42
US9-30/43	1,86	1,77	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	2,17	1,30	1,26	-	-	-	-	1,42
US9-31/43	1,81	1,72	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,82	2,24	1,44	1,42	-	-	-	-	1,48
US9-32/43	1,87	1,78	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,25	1,41	1,39	-	-	-	-	1,47
US9-33/43	1,85	1,76	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,14	1,33	1,30	-	-	-	-	1,44
US9-34/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	2,22	1,42	1,41	-	-	-	-	1,48
US9-35/43	1,78	1,69	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	2,16	1,39	1,35	-	-	-	-	1,45
US9-36/43	1,65	1,57	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	2,25	1,36	1,33	-	-	-	-	1,47
US9-37/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,22	1,42	1,40	-	-	-	-	1,49
US9-38/43	1,81	1,72	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,17	1,38	1,35	-	-	-	-	1,47
US9-39/43	1,83	1,74	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	2,18	1,28	1,24	-	-	-	-	1,40
US9-40/43	1,98	1,88	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	2,34	1,48	1,46	-	-	-	-	1,71
US9-41/43	1,98	1,88	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	2,25	1,41	1,37	-	-	-	-	1,69
US9-42/43	1,99	1,89	1,87	1,53	1,65	1,56	-	-	-	1,99	1,88	1,67	1,95	2,46	1,59	1,59	-	-	-	-	1,75
US9-43/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 89: Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2041-2070 – Mittelwert

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2041-2070 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US1-01/27	2,53	2,07	2,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,68	2,48	-	1,34	2,77	2,31	-	1,58	2,12
US1-02/27	2,41	1,97	2,14	-	-	-	1,64	2,03	1,71	2,20	1,85	1,69	2,57	2,53	1,96	1,37	2,56	2,14	2,20	1,58	2,11
US1-03/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,59	2,45	1,84	1,27	-	-	-	-	2,04
US1-04/27	2,35	1,92	1,95	-	-	-	-	-	-	2,07	1,74	1,44	2,54	2,39	1,84	1,27	2,55	2,12	2,13	1,53	1,93
US1-05/27	2,37	1,94	2,18	-	-	-	-	-	-	2,07	1,74	1,66	2,44	2,32	1,81	1,24	-	-	-	-	1,91
US1-06/27	2,41	1,97	1,92	-	-	-	-	-	-	2,05	1,73	1,43	2,53	2,36	1,80	1,23	2,42	2,02	2,13	1,52	2,00
US1-07/27	2,42	1,98	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,57	2,55	1,88	1,34	2,60	2,17	1,98	1,42	2,10
US1-08/27	2,44	2,00	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,56	2,51	1,98	1,43	2,76	2,30	1,95	1,40	2,13
US1-09/27	2,40	1,96	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,55	2,54	1,87	1,33	2,66	2,21	1,94	1,39	2,08
US1-10/27	2,47	2,02	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,49	2,52	1,94	1,39	2,63	2,20	1,97	1,41	2,12
US1-11/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,43	2,37	1,77	1,25	2,69	2,24	1,90	1,36	2,01
US1-12/27	2,41	1,97	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,42	2,34	1,80	1,27	2,48	2,07	1,90	1,36	2,03
US1-13/27	2,42	1,98	2,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,46	2,41	1,78	1,26	-	-	-	-	2,03
US1-14/27	2,37	1,94	2,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,45	2,36	1,81	1,28	-	-	-	-	2,04
US1-15/27	2,40	1,96	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,44	2,33	1,79	1,27	2,64	2,20	1,90	1,36	2,03
US1-16/27	2,42	1,98	2,10	-	-	-	-	-	-	2,25	1,90	1,74	2,44	2,35	1,86	1,32	-	-	-	-	2,07
US1-17/27	2,45	2,00	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,45	2,36	1,86	1,32	-	-	-	-	2,11
US1-18/27	2,42	1,98	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	2,27	1,81	1,28	2,57	2,14	1,90	1,36	2,04
US1-19/27	2,40	1,97	2,12	-	-	-	-	-	-	2,15	1,81	1,56	2,42	2,28	1,85	1,31	2,48	2,07	1,93	1,38	2,07
US1-20/27	2,40	1,97	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,42	2,28	1,86	1,32	2,59	2,16	1,93	1,38	2,07
US1-21/27	2,35	1,93	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,35	2,22	1,75	1,24	2,45	2,04	1,84	1,31	1,96
US1-22/27	2,29	1,88	2,02	-	-	-	-	-	-	2,11	1,77	1,68	2,34	2,22	1,71	1,20	-	-	-	-	1,95
US1-23/27	2,36	1,93	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,34	2,21	1,70	1,19	-	-	-	-	1,94
US1-24/27	2,33	1,91	2,04	-	-	-	-	-	-	2,23	1,88	1,84	2,37	2,23	1,75	1,24	-	-	-	-	1,89
US1-25/27	2,31	1,89	1,92	-	-	-	-	-	-	2,17	1,83	1,75	2,34	2,22	1,72	1,21	2,36	1,96	1,84	1,31	1,88
US1-26/27	2,23	1,83	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,21	2,11	1,64	1,14	2,29	1,90	1,81	1,29	1,81
US1-27/27	2,31	1,89	2,21	-	-	-	-	-	-	2,20	1,85	1,72	2,42	2,19	1,92	1,38	2,39	1,99	1,82	1,30	1,92
US2-01/38	1,76	1,68	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	2,05	1,30	1,23	-	-	-	-	1,21
US2-02/38	1,76	1,69	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	2,05	1,27	1,21	-	-	-	-	1,20
US2-03/38	1,77	1,70	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	2,07	1,27	1,21	-	-	-	-	1,29
US2-04/38	1,81	1,73	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	2,15	1,30	1,23	-	-	-	-	1,29
US2-05/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	2,24	1,32	1,26	-	-	-	-	1,30
US2-06/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	2,05	1,20	1,13	-	-	-	-	1,23
US2-07/38	1,62	1,55	1,81	-	-	-	-	-	-	1,57	1,48	1,56	1,73	2,01	1,20	1,12	-	-	-	-	1,25
US2-08/38	1,64	1,57	1,82	-	-	-	-	-	-	1,59	1,50	1,67	1,71	2,18	1,17	1,07	-	-	-	-	1,21
US2-09/38	1,74	1,66	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,72	2,04	1,18	1,10	-	-	-	-	1,22
US2-10/38	1,76	1,69	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85	2,12	1,20	1,12	-	-	-	-	1,22
US2-11/38	1,80	1,73	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86	2,16	1,19	1,12	-	-	-	-	1,22
US2-12/38	1,82	1,74	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,14	1,21	1,14	-	-	-	-	1,23
US2-13/38	1,82	1,74	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,78	2,11	1,20	1,13	-	-	-	-	1,23
US2-14/38	1,93	1,85	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	2,13	1,23	1,15	-	-	-	-	1,28
US2-15/38	1,86	1,78	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	2,10	1,19	1,11	1,68	1,76	1,32	1,26	1,22
US2-16/38	1,94	1,86	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	1,79	1,14	1,09	1,41
US2-17/38	1,92	1,83	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	1,83	1,14	1,09	1,41
US2-18/38	1,84	1,76	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	1,83	1,11	1,06	1,37
US2-19/38	1,95	1,87	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	1,89	1,15	1,10	1,51
US2-20/38	1,97	1,89	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	1,86	1,15	1,11	1,51
US2-21/38	2,07	1,98	2,09	-	-	-	-	-	-	2,20	2,06	2,12	-	-	-	-	1,92	2,01	1,21	1,16	1,59
US2-22/38	1,97	1,89	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	1,94	1,18	1,13	1,55
US2-23/38	2,04	1,95	2,19	-	-	-	-	-	-	2,14	2,01	2,09	-	-	-	-	1,86	1,95	1,18	1,13	1,55
US2-24/38	1,98	1,89	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	1,96	1,16	1,12	1,52
US2-25/38	2,04	1,95	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,82	1,91	1,16	1,12	1,52
US2-26/38	2,08	1,99	2,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	1,98	1,20	1,16	1,58
US2-27/38	2,01	1,92	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,87	1,96	1,16	1,12	1,52
US2-28/38	2,08	1,99	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	1,94	1,20	1,16	1,58
US2-29/38	2,07	1,98	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	2,01	1,20	1,16	1,58
US2-30/38	2,12	2,03	2,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,05	1,24	1,20	1,64
US2-31/38	2,02	1,93	2,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	2,02	1,20	1,16	1,58

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2041-2070 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US2-32/38	2,17	2,07	2,33	-	-	-	-	-	-	2,02	1,89	2,07	2,04	2,40	1,39	1,32	1,95	2,05	1,50	1,44	1,55
US2-33/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,49	1,42	1,35	-	-	-	-	1,60
US2-34/38	2,07	1,98	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90	2,39	1,52	1,45	-	-	-	-	1,44
US2-35/38	2,14	2,05	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	2,58	1,54	1,46	-	-	-	-	1,61
US2-36/38	2,11	2,01	2,13	2,17	1,89	1,78	2,26	2,02	1,90	-	-	-	2,11	2,57	1,47	1,37	-	-	-	-	1,58
US2-37/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,56	1,45	1,35	-	-	-	-	1,58
US2-38/38	2,24	2,14	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	2,62	1,48	1,40	-	-	-	-	1,61
US3-01/29	2,18	1,81	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	2,06	1,57	1,26	-	-	-	-	1,64
US3-02/29	2,20	1,83	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,06	1,53	1,22	-	-	-	-	1,62
US3-03/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	2,06	1,54	1,23	-	-	-	-	1,63
US3-04/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	1,98	1,60	1,28	-	-	-	-	1,51
US3-05/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	2,07	1,55	1,24	-	-	-	-	1,63
US3-06/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,01	1,53	1,22	-	-	-	-	1,48
US3-07/29	2,25	1,87	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	2,15	1,56	1,24	-	-	-	-	1,71
US3-08/29	2,38	1,97	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,21	2,24	1,66	1,34	-	-	-	-	1,79
US3-09/29	2,38	1,97	2,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,22	2,27	1,63	1,30	-	-	-	-	1,78
US3-10/29	2,41	1,99	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,27	2,31	1,72	1,39	-	-	-	-	1,86
US3-11/29	2,39	1,98	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,23	2,22	1,67	1,34	-	-	-	-	1,81
US3-12/29	2,40	1,99	2,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,56	2,41	1,89	1,51	-	-	-	-	1,95
US3-13/29	2,40	1,99	2,00	-	-	-	-	-	-	2,18	1,83	1,89	2,54	2,40	1,77	1,40	-	-	-	-	1,84
US3-14/29	2,57	2,13	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,55	2,39	1,84	1,46	-	-	-	-	1,93
US3-15/29	2,49	2,07	2,28	-	-	-	-	-	-	2,26	1,90	1,97	2,55	2,38	1,84	1,46	-	-	-	-	1,94
US3-16/29	2,49	2,07	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,44	2,31	1,77	1,41	-	-	-	-	1,89
US3-17/29	2,40	1,99	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,48	2,38	1,78	1,41	2,40	2,08	1,97	1,60	1,87
US3-18/29	2,42	2,01	1,98	-	-	-	-	-	-	2,13	1,79	1,90	2,49	2,38	1,75	1,38	2,47	2,14	1,97	1,60	1,87
US3-19/29	2,44	2,03	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,49	2,38	1,76	1,39	2,42	2,09	1,97	1,60	1,88
US3-20/29	2,39	1,98	2,07	-	-	-	-	-	-	2,26	1,90	1,92	2,47	2,37	1,71	1,34	2,43	2,10	1,97	1,60	1,83
US3-21/29	2,45	2,03	2,16	-	-	-	1,93	2,07	1,74	2,33	1,96	1,92	2,46	2,46	1,70	1,33	2,40	2,08	1,97	1,60	1,84
US3-22/29	2,49	2,06	2,35	-	-	-	-	-	-	2,34	1,97	2,11	2,39	2,38	1,72	1,34	2,43	2,11	1,97	1,60	1,85
US3-23/29	2,45	2,03	2,21	-	-	-	-	-	-	2,28	1,91	1,93	2,47	2,45	1,73	1,36	2,49	2,15	1,97	1,60	1,85
US3-24/29	2,50	2,07	2,32	-	-	-	-	-	-	2,45	2,06	2,07	2,48	2,45	1,80	1,43	2,61	2,26	2,00	1,62	1,89
US3-25/29	2,56	2,12	2,25	-	-	-	-	-	-	2,42	2,03	2,31	2,53	2,44	1,81	1,43	-	-	-	-	1,92
US3-26/29	2,51	2,08	2,28	-	-	-	-	-	-	2,33	1,96	1,79	2,53	2,43	1,81	1,43	-	-	-	-	1,92
US3-27/29	2,49	2,06	2,21	-	-	-	-	-	-	2,13	1,79	1,79	2,55	2,44	1,85	1,47	-	-	-	-	1,91
US3-28/29	2,49	2,06	2,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,54	2,40	1,78	1,39	2,55	2,21	2,07	1,68	1,85
US3-29/29	2,49	2,06	2,30	-	-	-	-	-	-	2,04	1,72	1,95	2,52	2,44	1,80	1,42	2,52	2,18	2,00	1,63	1,90
US4-01/28	2,13	1,91	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	2,21	1,18	1,35	1,55
US4-02/28	2,11	1,89	1,96	-	-	-	-	-	-	1,95	1,74	1,78	2,10	2,44	1,29	1,41	-	-	-	-	1,39
US4-03/28	2,19	1,97	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	2,74	1,48	1,66	2,26	2,36	1,62	1,86	1,53
US4-04/28	2,21	1,99	2,01	-	-	-	-	-	-	2,03	1,81	1,78	-	-	-	-	2,32	2,43	1,27	1,46	1,68
US4-05/28	2,19	1,97	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,29	2,39	1,24	1,43	1,64
US4-06/28	2,22	1,99	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,23	2,33	1,24	1,43	1,64
US4-07/28	2,17	1,95	1,92	-	-	-	-	-	-	1,94	1,74	1,73	-	-	-	-	2,15	2,24	1,20	1,38	1,58
US4-08/28	2,20	1,97	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	2,29	1,24	1,43	1,64
US4-09/28	2,20	1,97	2,18	-	-	-	-	-	-	2,03	1,81	1,81	2,29	2,61	1,43	1,63	2,24	2,35	1,50	1,72	1,56
US4-10/28	2,20	1,98	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,33	2,63	1,50	1,69	-	-	-	-	1,59
US4-11/28	2,10	1,89	1,92	-	-	-	-	-	-	1,92	1,72	1,79	2,15	2,50	1,35	1,53	-	-	-	-	1,49
US4-12/28	2,07	1,86	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	2,43	1,34	1,52	-	-	-	-	1,46
US4-13/28	2,06	1,85	1,91	-	-	-	-	-	-	1,95	1,74	1,79	2,10	2,41	1,29	1,45	-	-	-	-	1,43
US4-14/28	2,07	1,86	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	2,41	1,31	1,48	-	-	-	-	1,38
US4-15/28	2,08	1,86	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	2,50	1,37	1,56	-	-	-	-	1,46
US4-16/28	2,04	1,83	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	2,25	1,15	1,31	1,43
US4-17/28	1,98	1,78	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,39	1,32	1,50	-	-	-	-	1,38
US4-18/28	1,97	1,77	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,41	1,36	1,55	-	-	-	-	1,39
US4-19/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	2,41	1,38	1,58	-	-	-	-	1,40
US4-20/28	1,99	1,79	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	2,47	1,32	1,50	2,02	2,11	1,35	1,54	1,36
US4-21/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	2,10	1,17	1,33	1,53
US4-22/28	2,09	1,87	1,92	1,95	1,78	1,59	-	-	-	-	-	-	2,21	2,45	1,24	1,38	2,04	2,14	1,39	1,59	1,40
US4-23/28	2,02	1,82	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,28	2,44	1,28	1,43	2,03	2,13	1,40	1,60	1,43

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2041-2070 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US4-24/28	1,99	1,79	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,23	2,40	1,24	1,38	2,00	2,09	1,35	1,54	1,33
US4-25/28	1,98	1,78	1,88	1,74	1,53	1,37	-	-	-	-	-	-	2,16	2,40	1,24	1,39	2,00	2,08	1,35	1,54	1,32
US4-26/28	1,96	1,76	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	2,38	1,24	1,39	1,98	2,06	1,32	1,50	1,24
US4-27/28	1,86	1,67	1,88	-	-	-	-	-	-	1,72	1,53	1,62	2,09	2,34	1,20	1,34	1,96	2,05	1,32	1,50	1,22
US4-28/28	1,88	1,69	1,87	1,83	1,64	1,47	-	-	-	-	-	-	2,11	2,33	1,26	1,42	2,01	2,09	1,32	1,50	1,25
US5-01/12	2,15	1,94	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	1,89	1,15	1,10	1,51
US5-02/12	2,05	1,86	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	2,28	1,22	1,14	2,01	1,90	1,37	1,31	1,33
US5-03/12	2,05	1,85	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	2,35	1,31	1,24	2,00	1,90	1,37	1,31	1,43
US5-04/12	2,08	1,88	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	2,32	1,31	1,25	-	-	-	-	1,39
US5-05/12	2,02	1,82	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	2,25	1,30	1,25	2,18	2,06	1,31	1,25	1,32
US5-06/12	2,05	1,86	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,03	2,14	1,23	1,16	-	-	-	-	1,29
US5-07/12	2,05	1,85	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	2,22	1,30	1,23	-	-	-	-	1,31
US5-08/12	2,04	1,84	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,17	1,24	1,17	-	-	-	-	1,29
US5-09/12	2,06	1,86	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,16	1,26	1,19	2,02	1,91	1,35	1,29	1,34
US5-10/12	2,03	1,84	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,03	2,17	1,31	1,25	2,04	1,93	1,34	1,28	1,30
US5-11/12	2,00	1,80	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	2,22	1,20	1,12	2,01	1,90	1,31	1,25	1,22
US5-12/12	2,00	1,81	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,14	1,22	1,15	1,89	1,78	1,31	1,25	1,24
US6-01/27	2,00	1,84	1,91	-	-	-	-	-	-	1,97	1,69	1,70	1,97	2,33	1,27	1,33	-	-	-	-	1,47
US6-02/27	1,99	1,83	2,01	-	-	-	-	-	-	1,91	1,64	1,62	1,94	2,33	1,27	1,33	-	-	-	-	1,47
US6-03/27	1,99	1,83	1,94	1,79	1,72	1,47	-	-	-	1,92	1,64	1,76	1,96	2,29	1,27	1,33	-	-	-	-	1,47
US6-04/27	2,00	1,84	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	2,27	1,30	1,38	-	-	-	-	1,39
US6-05/27	1,98	1,82	1,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,27	1,29	1,36	-	-	-	-	1,47
US6-06/27	2,07	1,82	2,00	1,86	1,66	1,45	-	-	-	1,90	1,66	1,78	2,01	2,33	1,32	1,18	-	-	-	-	1,42
US6-07/27	2,03	1,79	1,87	1,85	1,73	1,51	-	-	-	1,82	1,59	1,74	2,03	2,38	1,32	1,18	-	-	-	-	1,49
US6-08/27	2,01	1,77	1,94	1,85	1,73	1,51	-	-	-	-	-	-	2,00	2,30	1,36	1,22	-	-	-	-	1,44
US6-09/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	2,18	1,20	1,06	-	-	-	-	1,32
US6-10/27	1,82	1,60	1,79	-	-	-	-	-	-	1,68	1,47	1,83	1,93	2,18	1,20	1,05	-	-	-	-	1,31
US6-11/27	1,84	1,62	1,82	-	-	-	-	-	-	1,72	1,50	1,86	1,93	2,20	1,20	1,05	-	-	-	-	1,31
US6-12/27	1,82	1,60	1,83	-	-	-	-	-	-	1,72	1,50	1,72	2,00	2,28	1,21	1,06	1,86	1,95	1,34	1,21	1,29
US6-13/27	1,84	1,63	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	2,19	1,20	1,06	-	-	-	-	1,31
US6-14/27	1,89	1,67	1,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	2,18	1,25	1,11	1,83	1,92	1,34	1,21	1,32
US6-15/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	2,17	1,20	1,05	-	-	-	-	1,31
US6-16/27	1,84	1,63	1,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	2,19	1,20	1,05	-	-	-	-	1,31
US6-17/27	1,77	1,56	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	2,16	1,19	1,05	1,81	1,89	1,34	1,20	1,29
US6-18/27	1,94	1,71	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	2,20	1,23	1,08	-	-	-	-	1,35
US6-19/27	1,86	1,64	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	2,22	1,23	1,08	-	-	-	-	1,35
US6-20/27	2,03	1,79	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	2,25	1,26	1,11	-	-	-	-	1,46
US6-21/27	2,10	1,85	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,29	1,29	1,14	-	-	-	-	1,46
US6-22/27	2,07	1,83	2,02	-	-	-	-	-	-	2,02	1,77	1,82	1,96	2,30	1,31	1,16	-	-	-	-	1,47
US6-23/27	2,02	1,78	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	2,29	1,32	1,18	-	-	-	-	1,48
US6-24/27	2,01	1,77	1,94	-	-	-	-	-	-	1,93	1,69	1,84	1,96	2,30	1,29	1,14	-	-	-	-	1,47
US6-25/27	2,02	1,78	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,30	1,31	1,16	-	-	-	-	1,47
US6-26/27	2,08	1,83	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	2,30	1,31	1,16	-	-	-	-	1,49
US6-27/27	2,02	1,78	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	2,29	1,31	1,17	-	-	-	-	1,49
US7-01/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-02/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-03/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-04/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-05/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-06/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-07/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-08/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-09/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	2,18	1,52	1,39	-	-	-	-	1,46
US7-10/62	2,19	1,81	1,77	-	-	-	-	-	-	1,96	1,65	2,04	2,30	2,27	1,50	1,37	-	-	-	-	1,45
US7-11/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	1,71	2,05	2,27	2,26	1,40	1,27	-	-	-	-	1,43
US7-12/62	2,03	1,68	1,60	-	-	-	-	-	-	1,98	1,66	1,80	2,09	2,08	1,31	1,17	-	-	-	-	1,40
US7-13/62	2,12	1,76	1,91	-	-	-	-	-	-	2,10	1,77	2,02	2,12	2,15	1,45	1,33	-	-	-	-	1,47
US7-14/62	2,11	1,75	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,23	1,29	1,15	-	-	-	-	1,42

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2041-2070 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US7-15/62	2,16	1,79	1,90	-	-	-	-	-	-	2,20	1,85	2,01	2,09	2,13	1,29	1,15	-	-	-	-	1,38
US7-16/62	2,07	1,71	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	2,11	1,27	1,13	-	-	-	-	1,35
US7-17/62	2,07	1,72	1,84	-	-	-	-	-	-	2,07	1,74	1,91	2,09	2,08	1,29	1,15	-	-	-	-	1,36
US7-18/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,09	1,33	1,19	-	-	-	-	1,40
US7-19/62	2,11	1,75	1,68	-	-	-	1,75	1,84	1,55	-	-	-	2,23	2,06	1,31	1,16	-	-	-	-	1,40
US7-20/62	2,16	1,79	1,79	-	-	-	-	-	-	2,08	1,74	1,97	2,18	2,21	1,35	1,22	-	-	-	-	1,42
US7-21/62	1,90	1,58	1,84	-	-	-	-	-	-	2,04	1,72	2,03	2,14	2,06	1,22	1,07	-	-	-	-	1,35
US7-22/62	2,14	1,77	1,94	-	-	-	-	-	-	2,12	1,79	1,97	2,17	2,07	1,31	1,18	-	-	-	-	1,35
US7-23/62	2,12	1,76	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,21	2,08	1,27	1,13	-	-	-	-	1,46
US7-24/62	2,18	1,81	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,10	1,30	1,15	-	-	-	-	1,48
US7-25/62	2,19	1,82	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	2,12	1,44	1,30	-	-	-	-	1,62
US7-26/62	2,28	1,89	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	2,20	1,42	1,28	-	-	-	-	1,61
US7-27/62	2,16	1,79	1,84	-	-	-	1,92	1,95	1,64	2,16	1,82	2,00	2,09	2,13	1,30	1,15	-	-	-	-	1,57
US7-28/62	2,17	1,80	1,81	-	-	-	-	-	-	2,00	1,68	1,75	2,20	2,19	1,56	1,43	-	-	-	-	1,69
US7-29/62	2,21	1,83	2,21	-	-	-	-	-	-	2,09	1,76	1,84	2,22	2,26	1,55	1,42	-	-	-	-	1,69
US7-30/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	2,33	1,57	1,43	-	-	-	-	1,69
US7-31/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-32/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-33/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-34/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-35/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-36/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-37/62	2,25	1,86	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-38/62	2,10	1,74	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-39/62	2,08	1,72	1,99	-	-	-	-	-	-	2,01	1,69	2,01	2,07	2,18	1,32	1,19	-	-	-	-	1,38
US7-40/62	1,94	1,61	1,95	-	-	-	-	-	-	1,84	1,55	1,54	2,05	2,14	1,27	1,13	-	-	-	-	1,35
US7-41/62	1,95	1,62	1,75	-	-	-	-	-	-	1,85	1,56	1,62	2,09	2,06	1,31	1,17	-	-	-	-	1,29
US7-42/62	2,03	1,68	1,59	-	-	-	-	-	-	1,92	1,62	1,65	1,98	2,01	1,19	1,05	-	-	-	-	1,24
US7-43/62	2,00	1,66	1,74	-	-	-	-	-	-	1,99	1,68	1,92	2,05	2,02	1,20	1,06	-	-	-	-	1,24
US7-44/62	2,04	1,69	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	2,06	1,23	1,09	-	-	-	-	1,25
US7-45/62	2,12	1,76	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,21	2,20	1,30	1,16	-	-	-	-	1,28
US7-46/62	1,96	1,63	1,56	-	-	-	-	-	-	1,86	1,57	1,67	2,21	2,08	1,31	1,18	-	-	-	-	1,29
US7-47/62	1,99	1,65	1,67	-	-	-	-	-	-	2,00	1,68	1,99	2,13	2,07	1,39	1,25	-	-	-	-	1,33
US7-48/62	2,06	1,71	1,70	-	-	-	-	-	-	2,07	1,74	2,06	2,13	2,04	1,41	1,29	-	-	-	-	1,35
US7-49/62	1,98	1,64	1,91	-	-	-	-	-	-	1,76	1,48	1,53	2,18	2,07	1,28	1,14	-	-	-	-	1,28
US7-50/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	1,65	1,78	2,20	2,16	1,35	1,21	-	-	-	-	1,31
US7-51/62	2,07	1,72	1,68	-	-	-	-	-	-	2,00	1,68	1,96	2,15	2,07	1,27	1,14	-	-	-	-	1,27
US7-52/62	2,03	1,68	1,70	-	-	-	-	-	-	1,99	1,68	2,02	2,12	2,07	1,21	1,07	-	-	-	-	1,24
US7-53/62	2,03	1,68	1,70	-	-	-	-	-	-	1,98	1,67	1,95	2,08	2,13	1,20	1,06	-	-	-	-	1,24
US7-54/62	2,00	1,66	1,66	-	-	-	-	-	-	1,92	1,62	1,81	2,08	2,09	1,20	1,06	-	-	-	-	1,24
US7-55/62	2,03	1,68	1,59	-	-	-	1,78	1,80	1,52	2,02	1,70	1,97	2,06	2,06	1,38	1,25	-	-	-	-	1,33
US7-56/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	1,65	1,83	2,09	2,03	1,27	1,13	-	-	-	-	1,27
US7-57/62	2,00	1,65	1,61	-	-	-	-	-	-	1,91	1,61	1,79	2,12	2,08	1,38	1,25	-	-	-	-	1,33
US7-58/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,06	1,29	1,15	-	-	-	-	1,28
US7-59/62	2,17	1,80	1,85	-	-	-	-	-	-	1,99	1,67	1,95	2,16	2,08	1,36	1,24	-	-	-	-	1,36
US7-60/62	2,07	1,72	2,00	-	-	-	-	-	-	2,06	1,73	2,07	2,08	2,11	1,27	1,13	-	-	-	-	1,37
US7-61/62	2,13	1,77	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	2,16	1,31	1,17	-	-	-	-	1,43
US7-62/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	2,15	1,42	1,29	-	-	-	-	1,41
US8-01/5	2,16	1,99	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,22	2,28	1,29	1,21	2,08	1,97	1,40	1,34	1,38
US8-02/5	2,12	1,94	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	2,26	1,45	1,40	2,08	1,97	1,40	1,34	1,45
US8-03/5	2,09	1,92	2,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,27	1,23	1,15	2,01	1,90	1,38	1,33	1,34
US8-04/5	2,13	1,96	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	2,29	1,33	1,26	2,09	1,97	1,38	1,33	1,38
US8-05/5	2,14	1,96	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	2,20	1,28	1,21	2,04	1,93	1,35	1,29	1,28
US9-01/43	2,27	1,88	2,20	-	-	-	-	-	-	2,19	1,84	1,61	2,32	2,34	1,63	1,31	-	-	-	-	1,77
US9-02/43	2,29	1,90	2,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	2,36	1,53	1,21	-	-	-	-	1,74
US9-03/43	2,28	1,89	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	2,47	1,63	1,31	-	-	-	-	1,77
US9-04/43	2,27	1,88	2,19	-	-	-	-	-	-	2,21	1,86	1,63	2,41	2,50	1,65	1,33	-	-	-	-	1,78
US9-05/43	2,27	1,89	2,20	-	-	-	-	-	-	2,19	1,84	1,67	2,34	2,34	1,70	1,38	-	-	-	-	1,80
US9-06/43	2,27	1,88	2,12	-	-	-	-	-	-	2,23	1,88	1,77	2,33	2,40	1,74	1,41	-	-	-	-	1,81

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2041-2070 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US9-07/43	2,28	1,89	1,97	-	-	-	-	-	-	2,20	1,85	1,71	2,32	2,34	1,83	1,50	-	-	-	-	1,85
US9-08/43	2,20	1,83	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,28	2,33	1,76	1,44	-	-	-	-	1,82
US9-09/43	2,32	1,92	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,31	2,37	1,80	1,47	-	-	-	-	1,84
US9-10/43	2,30	1,91	2,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,31	2,39	1,61	1,29	-	-	-	-	1,77
US9-11/43	2,27	1,88	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,27	2,39	1,63	1,31	-	-	-	-	1,68
US9-12/43	2,11	1,75	1,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	2,34	1,65	1,33	-	-	-	-	1,69
US9-13/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	1,75	1,56	2,21	2,37	1,66	1,34	-	-	-	-	1,70
US9-14/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	1,83	1,60	2,20	2,32	1,70	1,38	-	-	-	-	1,71
US9-15/43	2,13	1,77	2,05	1,40	1,72	1,45	-	-	-	2,07	1,74	1,48	2,16	2,25	1,54	1,23	-	-	-	-	1,71
US9-16/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	2,22	1,50	1,18	-	-	-	-	1,64
US9-17/43	2,18	1,81	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,22	2,23	1,53	1,21	-	-	-	-	1,65
US9-18/43	1,95	1,61	1,70	-	-	-	1,36	1,60	1,35	-	-	-	2,07	2,09	1,43	1,12	-	-	-	-	1,48
US9-19/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US9-20/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,16	2,32	1,68	1,32	-	-	-	-	1,55
US9-21/43	2,11	1,75	2,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,16	2,35	1,70	1,34	-	-	-	-	1,56
US9-22/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,18	1,62	1,33	-	-	-	-	1,59
US9-23/43	2,12	1,76	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,18	1,53	1,22	-	-	-	-	1,55
US9-24/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,09	1,68	1,35	-	-	-	-	1,57
US9-25/43	2,03	1,68	1,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	2,16	1,63	1,30	-	-	-	-	1,52
US9-26/43	2,08	1,72	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,03	2,23	1,34	1,11	-	-	-	-	1,45
US9-27/43	2,08	1,73	1,68	-	-	-	-	-	-	2,00	1,68	1,52	2,12	2,30	1,40	1,16	-	-	-	-	1,46
US9-28/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,25	1,30	1,05	-	-	-	-	1,42
US9-29/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,03	2,14	1,30	1,05	-	-	-	-	1,42
US9-30/43	2,06	1,71	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	2,17	1,30	1,06	-	-	-	-	1,42
US9-31/43	2,00	1,66	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,24	1,44	1,19	-	-	-	-	1,48
US9-32/43	2,07	1,71	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,25	1,41	1,17	-	-	-	-	1,47
US9-33/43	2,04	1,69	2,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,14	1,33	1,09	-	-	-	-	1,44
US9-34/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	2,22	1,42	1,18	-	-	-	-	1,48
US9-35/43	1,96	1,63	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,16	1,39	1,13	-	-	-	-	1,45
US9-36/43	1,82	1,51	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	2,25	1,36	1,12	-	-	-	-	1,47
US9-37/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	2,22	1,42	1,18	-	-	-	-	1,49
US9-38/43	2,00	1,66	1,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	2,17	1,38	1,14	-	-	-	-	1,47
US9-39/43	2,02	1,68	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	2,18	1,28	1,04	-	-	-	-	1,40
US9-40/43	2,18	1,81	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	2,34	1,48	1,23	-	-	-	-	1,71
US9-41/43	2,19	1,81	2,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,13	2,25	1,41	1,16	-	-	-	-	1,69
US9-42/43	2,20	1,82	1,87	1,53	1,79	1,51	-	-	-	2,16	1,82	1,67	2,15	2,46	1,59	1,34	-	-	-	-	1,75
US9-43/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 90: Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2071-2100 – Mittelwert

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2071-2100 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US1-01/27	2,53	2,07	1,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,73	2,20	-	1,34	2,83	2,12	-	1,58	2,12
US1-02/27	2,41	1,97	1,80	-	-	-	1,64	2,03	1,57	2,20	1,70	1,69	2,62	2,24	1,96	1,37	2,61	1,96	2,20	1,58	2,11
US1-03/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,64	2,17	1,84	1,27	-	-	-	-	2,04
US1-04/27	2,35	1,92	1,64	-	-	-	-	-	-	2,07	1,60	1,44	2,59	2,12	1,84	1,27	2,60	1,95	2,13	1,53	1,93
US1-05/27	2,37	1,94	1,84	-	-	-	-	-	-	2,07	1,60	1,66	2,49	2,06	1,81	1,24	-	-	-	-	1,91
US1-06/27	2,41	1,97	1,62	-	-	-	-	-	-	2,05	1,59	1,43	2,58	2,09	1,80	1,23	2,46	1,85	2,13	1,52	2,00
US1-07/27	2,42	1,98	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,62	2,26	1,88	1,34	2,65	1,99	1,98	1,42	2,10
US1-08/27	2,44	2,00	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,61	2,23	1,98	1,43	2,82	2,11	1,95	1,40	2,13
US1-09/27	2,40	1,96	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,60	2,25	1,87	1,33	2,71	2,03	1,94	1,39	2,08
US1-10/27	2,47	2,02	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,54	2,23	1,94	1,39	2,68	2,01	1,97	1,41	2,12
US1-11/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,48	2,11	1,77	1,25	2,74	2,05	1,90	1,36	2,01
US1-12/27	2,41	1,97	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,47	2,08	1,80	1,27	2,53	1,89	1,90	1,36	2,03
US1-13/27	2,42	1,98	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,51	2,14	1,78	1,26	-	-	-	-	2,03
US1-14/27	2,37	1,94	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,49	2,10	1,81	1,28	-	-	-	-	2,04
US1-15/27	2,40	1,96	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,49	2,07	1,79	1,27	2,69	2,01	1,90	1,36	2,03
US1-16/27	2,42	1,98	1,76	-	-	-	-	-	-	2,25	1,74	1,74	2,49	2,09	1,86	1,32	-	-	-	-	2,07
US1-17/27	2,45	2,00	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,50	2,10	1,86	1,32	-	-	-	-	2,11
US1-18/27	2,42	1,98	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,44	2,02	1,81	1,28	2,62	1,96	1,90	1,36	2,04
US1-19/27	2,40	1,97	1,78	-	-	-	-	-	-	2,15	1,67	1,56	2,46	2,03	1,85	1,31	2,53	1,90	1,93	1,38	2,07
US1-20/27	2,40	1,97	1,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,46	2,03	1,86	1,32	2,64	1,98	1,93	1,38	2,07
US1-21/27	2,35	1,93	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	1,97	1,75	1,24	2,50	1,87	1,84	1,31	1,96
US1-22/27	2,29	1,88	1,70	-	-	-	-	-	-	2,11	1,63	1,68	2,39	1,97	1,71	1,20	-	-	-	-	1,95
US1-23/27	2,36	1,93	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	1,97	1,70	1,19	-	-	-	-	1,94
US1-24/27	2,33	1,91	1,72	-	-	-	-	-	-	2,23	1,73	1,84	2,41	1,98	1,75	1,24	-	-	-	-	1,89
US1-25/27	2,31	1,89	1,61	-	-	-	-	-	-	2,17	1,68	1,75	2,39	1,98	1,72	1,21	2,40	1,80	1,84	1,31	1,88
US1-26/27	2,23	1,83	1,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	1,88	1,64	1,14	2,33	1,74	1,81	1,29	1,81
US1-27/27	2,31	1,89	1,86	-	-	-	-	-	-	2,20	1,70	1,72	2,47	1,94	1,92	1,38	2,43	1,82	1,82	1,30	1,92
US2-01/38	1,88	1,68	1,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,89	1,82	1,30	1,23	-	-	-	-	1,21
US2-02/38	1,88	1,69	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88	1,82	1,27	1,21	-	-	-	-	1,20
US2-03/38	1,89	1,70	1,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	1,84	1,27	1,21	-	-	-	-	1,29
US2-04/38	1,93	1,73	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	1,91	1,30	1,23	-	-	-	-	1,29
US2-05/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	1,99	1,32	1,26	-	-	-	-	1,30
US2-06/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	1,82	1,20	1,13	-	-	-	-	1,23
US2-07/38	1,73	1,55	1,52	-	-	-	-	-	-	1,65	1,36	1,56	1,93	1,78	1,20	1,12	-	-	-	-	1,25
US2-08/38	1,75	1,57	1,53	-	-	-	-	-	-	1,68	1,38	1,67	1,91	1,93	1,17	1,07	-	-	-	-	1,21
US2-09/38	1,85	1,66	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	1,81	1,18	1,10	-	-	-	-	1,22
US2-10/38	1,88	1,69	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	1,89	1,20	1,12	-	-	-	-	1,22
US2-11/38	1,92	1,73	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	1,92	1,19	1,12	-	-	-	-	1,22
US2-12/38	1,94	1,74	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	1,90	1,21	1,14	-	-	-	-	1,23
US2-13/38	1,94	1,74	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	1,87	1,20	1,13	-	-	-	-	1,23
US2-14/38	2,06	1,85	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	1,89	1,23	1,15	-	-	-	-	1,28
US2-15/38	1,98	1,78	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	1,86	1,19	1,11	1,88	1,64	1,32	1,26	1,22
US2-16/38	2,07	1,86	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91	1,67	1,14	1,09	1,41
US2-17/38	2,04	1,83	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	1,71	1,14	1,09	1,41
US2-18/38	1,96	1,76	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	1,71	1,11	1,06	1,37
US2-19/38	2,08	1,87	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01	1,76	1,15	1,10	1,51
US2-20/38	2,10	1,89	1,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,98	1,74	1,15	1,11	1,51
US2-21/38	2,20	1,98	1,75	-	-	-	-	-	-	2,31	1,90	2,12	-	-	-	-	2,14	1,88	1,21	1,16	1,59
US2-22/38	2,10	1,89	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	1,81	1,18	1,13	1,55
US2-23/38	2,17	1,95	1,84	-	-	-	-	-	-	2,25	1,85	2,09	-	-	-	-	2,08	1,83	1,18	1,13	1,55
US2-24/38	2,11	1,89	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	1,83	1,16	1,12	1,52
US2-25/38	2,17	1,95	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	1,79	1,16	1,12	1,52
US2-26/38	2,22	1,99	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	1,86	1,20	1,16	1,58
US2-27/38	2,14	1,92	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	1,83	1,16	1,12	1,52
US2-28/38	2,22	1,99	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	1,81	1,20	1,16	1,58
US2-29/38	2,20	1,98	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	1,88	1,20	1,16	1,58
US2-30/38	2,26	2,03	1,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	1,92	1,24	1,20	1,64
US2-31/38	2,15	1,93	1,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	1,89	1,20	1,16	1,58

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2071-2100 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US2-32/38	2,31	2,07	1,96	-	-	-	-	-	-	2,12	1,74	2,07	2,28	2,13	1,39	1,32	2,17	1,91	1,50	1,44	1,55
US2-33/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,21	1,42	1,35	-	-	-	-	1,60
US2-34/38	2,20	1,98	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	2,12	1,52	1,45	-	-	-	-	1,44
US2-35/38	2,28	2,05	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	2,29	1,54	1,46	-	-	-	-	1,61
US2-36/38	2,24	2,01	1,79	2,17	1,99	1,63	2,26	2,13	1,75	-	-	-	2,35	2,28	1,47	1,37	-	-	-	-	1,58
US2-37/38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,32	2,28	1,45	1,35	-	-	-	-	1,58
US2-38/38	2,39	2,14	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	2,33	1,48	1,40	-	-	-	-	1,61
US3-01/29	2,18	1,81	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,27	1,94	1,57	1,26	-	-	-	-	1,64
US3-02/29	2,20	1,83	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	1,94	1,53	1,22	-	-	-	-	1,62
US3-03/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,33	1,94	1,54	1,23	-	-	-	-	1,63
US3-04/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	1,86	1,60	1,28	-	-	-	-	1,51
US3-05/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,34	1,95	1,55	1,24	-	-	-	-	1,63
US3-06/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	1,89	1,53	1,22	-	-	-	-	1,48
US3-07/29	2,25	1,87	1,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	2,02	1,56	1,24	-	-	-	-	1,71
US3-08/29	2,38	1,97	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,10	1,66	1,34	-	-	-	-	1,79
US3-09/29	2,38	1,97	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	2,13	1,63	1,30	-	-	-	-	1,78
US3-10/29	2,41	1,99	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,43	2,17	1,72	1,39	-	-	-	-	1,86
US3-11/29	2,39	1,98	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	2,09	1,67	1,34	-	-	-	-	1,81
US3-12/29	2,40	1,99	1,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,74	2,26	1,89	1,51	-	-	-	-	1,95
US3-13/29	2,40	1,99	1,68	-	-	-	-	-	-	2,18	1,69	1,89	2,72	2,25	1,77	1,40	-	-	-	-	1,84
US3-14/29	2,57	2,13	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,73	2,25	1,84	1,46	-	-	-	-	1,93
US3-15/29	2,49	2,07	1,92	-	-	-	-	-	-	2,26	1,75	1,97	2,73	2,24	1,84	1,46	-	-	-	-	1,94
US3-16/29	2,49	2,07	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,61	2,17	1,77	1,41	-	-	-	-	1,89
US3-17/29	2,40	1,99	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,66	2,24	1,78	1,41	2,57	1,96	1,97	1,60	1,87
US3-18/29	2,42	2,01	1,66	-	-	-	-	-	-	2,13	1,64	1,90	2,67	2,23	1,75	1,38	2,64	2,02	1,97	1,60	1,87
US3-19/29	2,44	2,03	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,67	2,23	1,76	1,39	2,59	1,98	1,97	1,60	1,88
US3-20/29	2,39	1,98	1,74	-	-	-	-	-	-	2,26	1,75	1,92	2,65	2,23	1,71	1,34	2,60	1,99	1,97	1,60	1,83
US3-21/29	2,45	2,03	1,81	-	-	-	1,93	2,07	1,60	2,33	1,80	1,92	2,64	2,31	1,70	1,33	2,57	1,97	1,97	1,60	1,84
US3-22/29	2,49	2,06	1,98	-	-	-	-	-	-	2,34	1,81	2,11	2,56	2,24	1,72	1,34	2,60	1,99	1,97	1,60	1,85
US3-23/29	2,45	2,03	1,86	-	-	-	-	-	-	2,28	1,76	1,93	2,64	2,30	1,73	1,36	2,66	2,04	1,97	1,60	1,85
US3-24/29	2,50	2,07	1,95	-	-	-	-	-	-	2,45	1,89	2,07	2,66	2,31	1,80	1,43	2,80	2,14	2,00	1,62	1,89
US3-25/29	2,56	2,12	1,89	-	-	-	-	-	-	2,42	1,87	2,31	2,71	2,30	1,81	1,43	-	-	-	-	1,92
US3-26/29	2,51	2,08	1,92	-	-	-	-	-	-	2,33	1,80	1,79	2,71	2,28	1,81	1,43	-	-	-	-	1,92
US3-27/29	2,49	2,06	1,86	-	-	-	-	-	-	2,13	1,65	1,79	2,73	2,29	1,85	1,47	-	-	-	-	1,91
US3-28/29	2,49	2,06	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,72	2,26	1,78	1,39	2,72	2,09	2,07	1,68	1,85
US3-29/29	2,49	2,06	1,93	-	-	-	-	-	-	2,04	1,58	1,95	2,70	2,29	1,80	1,42	2,69	2,06	2,00	1,63	1,90
US4-01/28	2,21	1,91	1,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	1,99	1,18	1,14	1,55
US4-02/28	2,18	1,89	1,65	-	-	-	-	-	-	1,99	1,60	1,78	2,17	2,25	1,29	1,19	-	-	-	-	1,39
US4-03/28	2,27	1,97	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,47	2,53	1,48	1,40	2,33	2,13	1,62	1,56	1,53
US4-04/28	2,29	1,99	1,69	-	-	-	-	-	-	2,07	1,66	1,78	-	-	-	-	2,39	2,18	1,27	1,22	1,68
US4-05/28	2,27	1,97	1,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,15	1,24	1,20	1,64
US4-06/28	2,30	1,99	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,29	2,09	1,24	1,20	1,64
US4-07/28	2,24	1,95	1,61	-	-	-	-	-	-	1,99	1,60	1,73	-	-	-	-	2,21	2,02	1,20	1,16	1,58
US4-08/28	2,28	1,97	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	2,06	1,24	1,20	1,64
US4-09/28	2,28	1,97	1,83	-	-	-	-	-	-	2,08	1,67	1,81	2,36	2,41	1,43	1,37	2,31	2,11	1,50	1,44	1,56
US4-10/28	2,28	1,98	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	2,43	1,50	1,42	-	-	-	-	1,59
US4-11/28	2,18	1,89	1,61	-	-	-	-	-	-	1,97	1,58	1,79	2,22	2,31	1,35	1,29	-	-	-	-	1,49
US4-12/28	2,15	1,86	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	2,24	1,34	1,28	-	-	-	-	1,46
US4-13/28	2,13	1,85	1,61	-	-	-	-	-	-	1,99	1,60	1,79	2,16	2,22	1,29	1,22	-	-	-	-	1,43
US4-14/28	2,15	1,86	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	2,23	1,31	1,24	-	-	-	-	1,38
US4-15/28	2,15	1,86	1,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	2,31	1,37	1,32	-	-	-	-	1,46
US4-16/28	2,11	1,83	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,22	2,02	1,15	1,10	1,43
US4-17/28	2,05	1,78	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	2,21	1,32	1,26	-	-	-	-	1,38
US4-18/28	2,04	1,77	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	2,23	1,36	1,31	-	-	-	-	1,39
US4-19/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	2,23	1,38	1,32	-	-	-	-	1,40
US4-20/28	2,06	1,79	1,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	2,28	1,32	1,26	2,09	1,90	1,35	1,29	1,36
US4-21/28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	1,89	1,17	1,12	1,53
US4-22/28	2,16	1,87	1,61	1,95	1,82	1,46	-	-	-	-	-	-	2,28	2,26	1,24	1,16	2,11	1,92	1,39	1,34	1,40
US4-23/28	2,10	1,82	1,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,34	2,25	1,28	1,21	2,10	1,91	1,40	1,35	1,43

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2071-2100 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US4-24/28	2,07	1,79	1,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	2,21	1,24	1,16	2,06	1,88	1,35	1,30	1,33
US4-25/28	2,05	1,78	1,58	1,74	1,56	1,26	-	-	-	-	-	-	2,23	2,21	1,24	1,17	2,06	1,87	1,35	1,30	1,32
US4-26/28	2,03	1,76	1,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	2,19	1,24	1,17	2,04	1,86	1,32	1,26	1,24
US4-27/28	1,93	1,67	1,58	-	-	-	-	-	-	1,76	1,41	1,62	2,16	2,16	1,20	1,13	2,02	1,84	1,32	1,26	1,22
US4-28/28	1,94	1,69	1,57	1,83	1,68	1,35	-	-	-	-	-	-	2,17	2,15	1,26	1,20	2,07	1,88	1,32	1,26	1,25
US5-01/12	2,22	1,84	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	1,80	1,15	1,10	1,51
US5-02/12	2,12	1,76	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,28	2,16	1,22	1,14	2,16	1,82	1,37	1,31	1,33
US5-03/12	2,12	1,76	1,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,28	2,22	1,31	1,24	2,15	1,81	1,37	1,31	1,43
US5-04/12	2,15	1,79	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,28	2,19	1,31	1,25	-	-	-	-	1,39
US5-05/12	2,09	1,73	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	2,12	1,30	1,25	2,34	1,97	1,31	1,25	1,32
US5-06/12	2,12	1,76	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	2,03	1,23	1,16	-	-	-	-	1,29
US5-07/12	2,12	1,76	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,16	2,10	1,30	1,23	-	-	-	-	1,31
US5-08/12	2,11	1,75	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,21	2,05	1,24	1,17	-	-	-	-	1,29
US5-09/12	2,14	1,77	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	2,05	1,26	1,19	2,17	1,82	1,35	1,29	1,34
US5-10/12	2,10	1,74	1,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	2,05	1,31	1,25	2,19	1,84	1,34	1,28	1,30
US5-11/12	2,07	1,71	1,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,16	2,10	1,20	1,12	2,16	1,82	1,31	1,25	1,22
US5-12/12	2,07	1,71	1,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,02	1,22	1,15	2,03	1,70	1,31	1,25	1,24
US6-01/27	2,01	1,75	1,61	-	-	-	-	-	-	1,93	1,55	1,70	2,03	2,15	1,37	1,12	-	-	-	-	1,58
US6-02/27	2,00	1,73	1,69	-	-	-	-	-	-	1,87	1,50	1,62	2,00	2,15	1,37	1,12	-	-	-	-	1,58
US6-03/27	2,00	1,74	1,63	1,79	1,68	1,35	-	-	-	1,88	1,51	1,76	2,02	2,12	1,37	1,12	-	-	-	-	1,58
US6-04/27	2,01	1,74	1,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,03	2,10	1,40	1,16	-	-	-	-	1,49
US6-05/27	1,99	1,73	1,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,05	2,09	1,39	1,14	-	-	-	-	1,58
US6-06/27	2,20	1,82	1,68	1,86	1,72	1,33	-	-	-	1,98	1,53	1,78	2,20	2,15	1,32	1,18	-	-	-	-	1,42
US6-07/27	2,15	1,79	1,58	1,85	1,79	1,39	-	-	-	1,89	1,46	1,74	2,22	2,20	1,32	1,18	-	-	-	-	1,49
US6-08/27	2,14	1,77	1,63	1,85	1,79	1,39	-	-	-	-	-	-	2,19	2,13	1,36	1,22	-	-	-	-	1,44
US6-09/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,01	1,20	1,06	-	-	-	-	1,32
US6-10/27	1,93	1,60	1,51	-	-	-	-	-	-	1,75	1,35	1,83	2,12	2,02	1,20	1,05	-	-	-	-	1,31
US6-11/27	1,96	1,62	1,53	-	-	-	-	-	-	1,79	1,38	1,86	2,12	2,03	1,20	1,05	-	-	-	-	1,31
US6-12/27	1,94	1,60	1,54	-	-	-	-	-	-	1,79	1,38	1,72	2,19	2,11	1,21	1,06	2,04	1,78	1,34	1,21	1,29
US6-13/27	1,96	1,63	1,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	2,02	1,20	1,06	-	-	-	-	1,31
US6-14/27	2,01	1,67	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	2,02	1,25	1,11	2,01	1,75	1,34	1,21	1,32
US6-15/27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	2,01	1,20	1,05	-	-	-	-	1,31
US6-16/27	1,96	1,63	1,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	2,02	1,20	1,05	-	-	-	-	1,31
US6-17/27	1,88	1,56	1,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,00	1,19	1,05	1,98	1,73	1,34	1,20	1,29
US6-18/27	2,07	1,71	1,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	2,03	1,23	1,08	-	-	-	-	1,35
US6-19/27	1,98	1,64	1,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	2,05	1,23	1,08	-	-	-	-	1,35
US6-20/27	2,16	1,79	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,11	2,07	1,26	1,11	-	-	-	-	1,46
US6-21/27	2,23	1,85	1,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	2,11	1,29	1,14	-	-	-	-	1,46
US6-22/27	2,20	1,83	1,70	-	-	-	-	-	-	2,10	1,62	1,82	2,15	2,13	1,31	1,16	-	-	-	-	1,47
US6-23/27	2,15	1,78	1,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	2,12	1,32	1,18	-	-	-	-	1,48
US6-24/27	2,14	1,77	1,63	-	-	-	-	-	-	2,01	1,55	1,84	2,16	2,12	1,29	1,14	-	-	-	-	1,47
US6-25/27	2,14	1,78	1,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,19	2,12	1,31	1,16	-	-	-	-	1,47
US6-26/27	2,21	1,83	1,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	2,12	1,31	1,16	-	-	-	-	1,49
US6-27/27	2,15	1,78	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,16	2,11	1,31	1,17	-	-	-	-	1,49
US7-01/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-02/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-03/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-04/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-05/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-06/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-07/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-08/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-09/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,32	1,93	1,52	1,39	-	-	-	-	1,46
US7-10/62	2,19	1,81	1,49	-	-	-	-	-	-	1,96	1,51	2,04	2,46	2,02	1,50	1,37	-	-	-	-	1,45
US7-11/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	1,58	2,05	2,42	2,01	1,40	1,27	-	-	-	-	1,43
US7-12/62	2,03	1,68	1,34	-	-	-	-	-	-	1,98	1,53	1,80	2,23	1,84	1,31	1,17	-	-	-	-	1,40
US7-13/62	2,12	1,76	1,61	-	-	-	-	-	-	2,10	1,63	2,02	2,27	1,91	1,45	1,33	-	-	-	-	1,47
US7-14/62	2,11	1,75	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	1,98	1,29	1,15	-	-	-	-	1,42

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2071-2100 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US7-15/62	2,16	1,79	1,60	-	-	-	-	-	-	2,20	1,70	2,01	2,24	1,89	1,29	1,15	-	-	-	-	1,38
US7-16/62	2,07	1,71	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,22	1,87	1,27	1,13	-	-	-	-	1,35
US7-17/62	2,07	1,72	1,55	-	-	-	-	-	-	2,07	1,60	1,91	2,23	1,85	1,29	1,15	-	-	-	-	1,36
US7-18/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	1,86	1,33	1,19	-	-	-	-	1,40
US7-19/62	2,11	1,75	1,41	-	-	-	1,75	1,84	1,42	-	-	-	2,38	1,83	1,31	1,16	-	-	-	-	1,40
US7-20/62	2,16	1,79	1,51	-	-	-	-	-	-	2,08	1,60	1,97	2,33	1,96	1,35	1,22	-	-	-	-	1,42
US7-21/62	1,90	1,58	1,54	-	-	-	-	-	-	2,04	1,58	2,03	2,28	1,83	1,22	1,07	-	-	-	-	1,35
US7-22/62	2,14	1,77	1,63	-	-	-	-	-	-	2,12	1,64	1,97	2,32	1,84	1,31	1,18	-	-	-	-	1,35
US7-23/62	2,12	1,76	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	1,85	1,27	1,13	-	-	-	-	1,46
US7-24/62	2,18	1,81	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	1,87	1,30	1,15	-	-	-	-	1,48
US7-25/62	2,19	1,82	1,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	1,88	1,44	1,30	-	-	-	-	1,62
US7-26/62	2,28	1,89	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	1,96	1,42	1,28	-	-	-	-	1,61
US7-27/62	2,16	1,79	1,55	-	-	-	1,92	1,95	1,51	2,16	1,67	2,00	2,23	1,89	1,30	1,15	-	-	-	-	1,57
US7-28/62	2,17	1,80	1,53	-	-	-	-	-	-	2,00	1,55	1,75	2,35	1,94	1,56	1,43	-	-	-	-	1,69
US7-29/62	2,21	1,83	1,85	-	-	-	-	-	-	2,09	1,62	1,84	2,37	2,01	1,55	1,42	-	-	-	-	1,69
US7-30/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39	2,07	1,57	1,43	-	-	-	-	1,69
US7-31/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-32/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-33/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-34/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-35/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-36/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-37/62	2,25	1,86	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-38/62	2,10	1,74	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US7-39/62	2,08	1,72	1,67	-	-	-	-	-	-	2,01	1,56	2,01	2,22	1,93	1,32	1,19	-	-	-	-	1,38
US7-40/62	1,94	1,61	1,64	-	-	-	-	-	-	1,84	1,42	1,54	2,19	1,90	1,27	1,13	-	-	-	-	1,35
US7-41/62	1,95	1,62	1,47	-	-	-	-	-	-	1,85	1,43	1,62	2,23	1,83	1,31	1,17	-	-	-	-	1,29
US7-42/62	2,03	1,68	1,34	-	-	-	-	-	-	1,92	1,48	1,65	2,12	1,78	1,19	1,05	-	-	-	-	1,24
US7-43/62	2,00	1,66	1,46	-	-	-	-	-	-	1,99	1,54	1,92	2,20	1,80	1,20	1,06	-	-	-	-	1,24
US7-44/62	2,04	1,69	1,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	1,83	1,23	1,09	-	-	-	-	1,25
US7-45/62	2,12	1,76	1,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	1,95	1,30	1,16	-	-	-	-	1,28
US7-46/62	1,96	1,63	1,31	-	-	-	-	-	-	1,86	1,44	1,67	2,36	1,84	1,31	1,18	-	-	-	-	1,29
US7-47/62	1,99	1,65	1,40	-	-	-	-	-	-	2,00	1,54	1,99	2,28	1,84	1,39	1,25	-	-	-	-	1,33
US7-48/62	2,06	1,71	1,43	-	-	-	-	-	-	2,07	1,60	2,06	2,28	1,81	1,41	1,29	-	-	-	-	1,35
US7-49/62	1,98	1,64	1,61	-	-	-	-	-	-	1,76	1,36	1,53	2,33	1,84	1,28	1,14	-	-	-	-	1,28
US7-50/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,97	1,52	1,78	2,35	1,92	1,35	1,21	-	-	-	-	1,31
US7-51/62	2,07	1,72	1,42	-	-	-	-	-	-	2,00	1,54	1,96	2,30	1,84	1,27	1,14	-	-	-	-	1,27
US7-52/62	2,03	1,68	1,43	-	-	-	-	-	-	1,99	1,54	2,02	2,26	1,84	1,21	1,07	-	-	-	-	1,24
US7-53/62	2,03	1,68	1,43	-	-	-	-	-	-	1,98	1,53	1,95	2,23	1,89	1,20	1,06	-	-	-	-	1,24
US7-54/62	2,00	1,66	1,40	-	-	-	-	-	-	1,92	1,49	1,81	2,22	1,85	1,20	1,06	-	-	-	-	1,24
US7-55/62	2,03	1,68	1,34	-	-	-	1,78	1,80	1,39	2,02	1,56	1,97	2,21	1,83	1,38	1,25	-	-	-	-	1,33
US7-56/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	1,52	1,83	2,23	1,80	1,27	1,13	-	-	-	-	1,27
US7-57/62	2,00	1,65	1,36	-	-	-	-	-	-	1,91	1,48	1,79	2,27	1,84	1,38	1,25	-	-	-	-	1,33
US7-58/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	1,83	1,29	1,15	-	-	-	-	1,28
US7-59/62	2,17	1,80	1,55	-	-	-	-	-	-	1,99	1,54	1,95	2,31	1,85	1,36	1,24	-	-	-	-	1,36
US7-60/62	2,07	1,72	1,68	-	-	-	-	-	-	2,06	1,59	2,07	2,22	1,87	1,27	1,13	-	-	-	-	1,37
US7-61/62	2,13	1,77	1,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,27	1,91	1,31	1,17	-	-	-	-	1,43
US7-62/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	1,91	1,42	1,29	-	-	-	-	1,41
US8-01/5	2,27	1,89	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,33	2,16	1,29	1,21	2,19	1,91	1,40	1,34	1,38
US8-02/5	2,22	1,84	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,37	2,14	1,45	1,40	2,19	1,91	1,40	1,34	1,45
US8-03/5	2,20	1,83	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,22	2,15	1,23	1,15	2,12	1,85	1,38	1,33	1,34
US8-04/5	2,24	1,86	1,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,32	2,17	1,33	1,26	2,20	1,92	1,38	1,33	1,38
US8-05/5	2,25	1,86	1,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,29	2,08	1,28	1,21	2,15	1,87	1,35	1,29	1,28
US9-01/43	2,30	1,88	1,85	-	-	-	-	-	-	2,19	1,69	1,61	2,48	2,12	1,57	1,31	-	-	-	-	1,77
US9-02/43	2,32	1,90	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,42	2,14	1,46	1,21	-	-	-	-	1,74
US9-03/43	2,31	1,89	1,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,54	2,25	1,56	1,31	-	-	-	-	1,77
US9-04/43	2,30	1,88	1,84	-	-	-	-	-	-	2,21	1,71	1,63	2,58	2,27	1,59	1,33	-	-	-	-	1,78
US9-05/43	2,30	1,89	1,85	-	-	-	-	-	-	2,19	1,70	1,67	2,51	2,13	1,64	1,38	-	-	-	-	1,80
US9-06/43	2,30	1,88	1,78	-	-	-	-	-	-	2,23	1,72	1,77	2,50	2,18	1,67	1,41	-	-	-	-	1,81

Übersicht Risikopotenziale der Untersuchungsstrecken Betrachtungszeitraum 2071-2100 - Mittelwert																					
Streckenabschnitt	01a	01b	01c	03a	03b	03c	03d	03e	03f	04a	04b	04c	06a	06b	06d	06e	07a	07b	07d	07e	11b
US9-07/43	2,31	1,89	1,66	-	-	-	-	-	-	2,20	1,70	1,71	2,48	2,12	1,76	1,50	-	-	-	-	1,85
US9-08/43	2,23	1,83	1,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,44	2,12	1,69	1,44	-	-	-	-	1,82
US9-09/43	2,35	1,92	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,47	2,15	1,73	1,47	-	-	-	-	1,84
US9-10/43	2,33	1,91	1,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,47	2,17	1,54	1,29	-	-	-	-	1,77
US9-11/43	2,30	1,88	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,43	2,17	1,56	1,31	-	-	-	-	1,68
US9-12/43	2,14	1,75	1,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,34	2,12	1,58	1,33	-	-	-	-	1,69
US9-13/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09	1,61	1,56	2,36	2,16	1,59	1,34	-	-	-	-	1,70
US9-14/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,17	1,68	1,60	2,36	2,11	1,63	1,38	-	-	-	-	1,71
US9-15/43	2,16	1,77	1,72	1,40	1,72	1,33	-	-	-	2,07	1,60	1,48	2,31	2,04	1,48	1,23	-	-	-	-	1,71
US9-16/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,29	2,02	1,44	1,18	-	-	-	-	1,64
US9-17/43	2,21	1,81	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,38	2,03	1,47	1,21	-	-	-	-	1,65
US9-18/43	1,97	1,61	1,43	-	-	-	1,36	1,60	1,24	-	-	-	2,22	1,90	1,37	1,12	-	-	-	-	1,48
US9-19/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
US9-20/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,31	2,11	1,61	1,32	-	-	-	-	1,55
US9-21/43	2,14	1,75	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,31	2,13	1,63	1,34	-	-	-	-	1,56
US9-22/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	1,98	1,55	1,33	-	-	-	-	1,59
US9-23/43	2,15	1,76	1,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,23	1,98	1,47	1,22	-	-	-	-	1,55
US9-24/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,26	1,90	1,61	1,35	-	-	-	-	1,57
US9-25/43	2,06	1,68	1,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	1,96	1,56	1,30	-	-	-	-	1,52
US9-26/43	2,11	1,72	1,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,22	1,95	1,34	1,11	-	-	-	-	1,45
US9-27/43	2,11	1,73	1,41	-	-	-	-	-	-	2,00	1,54	1,52	2,33	2,01	1,40	1,16	-	-	-	-	1,46
US9-28/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,30	1,96	1,30	1,05	-	-	-	-	1,42
US9-29/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,23	1,87	1,30	1,05	-	-	-	-	1,42
US9-30/43	2,09	1,71	1,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	1,89	1,30	1,06	-	-	-	-	1,42
US9-31/43	2,02	1,66	1,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20	1,95	1,44	1,19	-	-	-	-	1,48
US9-32/43	2,09	1,71	1,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	1,96	1,41	1,17	-	-	-	-	1,47
US9-33/43	2,07	1,69	1,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	1,87	1,33	1,09	-	-	-	-	1,44
US9-34/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,18	1,94	1,42	1,18	-	-	-	-	1,48
US9-35/43	1,99	1,63	1,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	1,89	1,39	1,13	-	-	-	-	1,45
US9-36/43	1,85	1,51	1,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	1,96	1,36	1,12	-	-	-	-	1,47
US9-37/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,16	1,94	1,42	1,18	-	-	-	-	1,49
US9-38/43	2,02	1,66	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,15	1,90	1,38	1,14	-	-	-	-	1,47
US9-39/43	2,05	1,68	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,14	1,90	1,28	1,04	-	-	-	-	1,40
US9-40/43	2,21	1,81	1,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,27	2,04	1,48	1,23	-	-	-	-	1,71
US9-41/43	2,22	1,81	1,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,33	1,97	1,41	1,16	-	-	-	-	1,69
US9-42/43	2,23	1,82	1,57	1,53	1,79	1,38	-	-	-	2,16	1,67	1,67	2,35	2,14	1,59	1,34	-	-	-	-	1,75
US9-43/43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5. Anlage: Datentabellen Klima

Tab. 91: Übersicht Werte Klimaindikatoren nach Klimaregionen – Beobachtungszeitraum 1971-2000

Indikatoren		Klimaregion										
		1	2	3	4	5	61	62	7	8	91	92
K-01	Hohe Temperaturen											
K-01.1	Anzahl heißer Tage [d] im Jahr	9,1	1,8	6,2	4,5	6,0	3,5	4,8	7,3	5,5	7,0	6,2
K-01.2	Anzahl Sommertage [d] im Jahr	36,7	13,5	27,9	26,1	32,0	22,2	26,5	31,3	30,1	32,1	28,9
K-01.3	Anzahl [n] der Hitzeperioden pro Jahr	0,29	0,01	0,13	0,06	0,09	0,05	0,11	0,20	0,08	0,20	0,19
K-01.4	Anzahl der Tropennächte im Jahr	0,96	0,16	0,80	0,57	0,78	0,27	0,35	0,65	0,76	0,43	0,29
K-01.5	Höchsttemperatur in der Periode [Tmax in °C]	37,8	35,3	38,7	37,0	38,0	35,7	36,7	38,6	38,0	37,4	36,7
K-02	Tag-Nacht-Schwankungen											
K-02.1	Maximale Differenz [K] TX und TN im Jahr	23,7	20,7	21,2	22,3	21,6	22,0	23,2	22,8	21,2	23,5	23,6
K-02.2	Anzahl der heißen Tage [d] mit PR > 20 mm (großer Temperatursturz)	0,12	0,02	0,05	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04
K-03	Frost-Tau-Wechsel											
K-03.1	Anzahl der FTW-Tage [d] im Jahr	45,2	39,7	32,2	49,5	47,4	52,0	53,8	40,2	46,8	51,5	56,1
K-04	Niedrige Temperaturen											
K-04.1	Tiefsttemperatur in der Periode [Tmin in °C]	-13,59	-11,32	-11,70	-17,26	-16,69	-18,20	-15,77	-12,68	-16,29	-15,14	-15,67
K-04.2	Anzahl Frosttage [d] im Jahr	64,3	60,3	43,5	81,8	73,3	88,5	85,0	57,0	74,0	75,8	85,9
K-04.3	Veränderung (%) Anzahl Frosttage im Jahr gegenüber 1971-2000											
K-04.4	Anzahl Eistage [d] im Jahr	17,1	18,2	9,5	29,2	22,6	32,9	27,5	14,7	23,6	21,7	26,9
K-04.5	Anzahl der Tage [d] der längsten ununterbrochenen Frostperiode (TM < -5°C) im Jahr	14,1	10,9	11,5	17,8	14,2	19,4	18,1	13,0	14,2	16,4	18,0
K-05	Strahlung											
K-05.1	Summe Sonnenscheinstunden [h] im Jahr	1.650	1.615	1.516	1.566	1.636	1.499	1.527	1.519	1.628	1.633	1.630
K-06	Extreme Regenereignisse											
K-06.1	Anzahl der Tage [d] mit PR > 20 mm Niederschlag im Jahr	13,3	2,8	5,0	4,0	2,5	4,3	4,0	3,8	2,3	5,9	5,2
K-06.2	Veränderung [%] Anzahl Tage mit PR > 20 mm NS im Jahr gegenüber 1971-2000											
K-06.3	Anzahl der Tage [d] mit PR > 20mm Niederschlag im Winterhalbjahr (Okt bis Mrz)	6,7	0,81	2,2	1,1	0,52	1,6	1,5	1,5	0,48	2,2	1,5
K-06.4	Veränderung [%] Anzahl Tage mit PR > 20 mm NS im Winterhalbjahr gegenüber 1971-2000											
K-06.5	Anzahl der Tage [d] mit PR > 20 mm Niederschlag im Sommerhalbjahr (Apr bis Sep)	6,5	2,0	2,8	2,9	2,0	2,8	2,5	2,2	1,8	3,7	3,7
K-06.6	Veränderung [%] Anzahl Tage mit PR > 20 mm NS im Sommerhalbjahr gegenüber 1971-2000											
K-06.7	Summe Niederschlag [mm] innerhalb von 5 aufeinander folgenden Tagen. Maximum in der Periode.	114	58,6	70,3	68,8	57,0	65,5	64,5	62,0	55,8	76,8	70,5
K-06.8	Anzahl der Tage [d] mit PR > 10 mm Niederschlag im Jahr	40,8	16,2	25,0	18,0	12,5	19,4	20,8	18,8	12,1	25,3	22,5
K-07	Regenmenge											
K-07.1	Summe [mm] PR Niederschlagshöhe hN pro Jahr	1.198	698	869	724	584	746	765	724	574	863	793
K-07.2	Veränderung [%] Summe PR Niederschlagshöhe hN pro Jahr gegenüber 1971-2000											
K-07.3	Summe [mm] PR Niederschlagshöhe hN im Winter (Okt bis März)	609	319	425	316	254	345	365	352	251	398	347
K-07.4	Veränderungen [%] Summe PR Niederschlagshöhe hN im Winter gegenüber 1971-2000											
K-09	Schneefall											
K-09.1	Anzahl potentieller Schneetage [d] (Tage mit Niederschlag und einer Tagesmitteltemperatur von ≤ 2°C) im Jahr	22,3	25,3	14,3	37,0	28,6	40,3	35,3	19,4	29,3	27,6	33,4
K-10	Trockenperioden											
K-10.1	Anzahl [n] Trockenperioden im Sommerhalbjahr mit mindestens 11 aufeinanderfolgenden Tagen mit ≤ 1mm NS/Tag	1,4	2,1	1,7	1,6	2,1	1,6	1,8	2,0	2,2	1,5	1,5
K-10.2	Anzahl [n] Ereignisse pro Jahr, bei denen auf eine Trockenperiode ein Starkregenereignis folgt [n] (Siehe Regenereignisse)	0,22	0,06	0,12	0,08	0,09	0,08	0,09	0,10	0,08	0,12	0,11

Legende:

	Minimalwert
	Maximalwert

Tab. 92: Übersicht Werte Klimaindikatoren nach Klimaregionen – Betrachtungszeitraum 2011-2040

Indikatoren		Klimaregion										
		1	2	3	4	5	61	62	7	8	91	92
K-01	Hohe Temperaturen											
K-01.1	Anzahl heißer Tage [d] im Jahr	14,7	3,7	10,6	7,6	10,4	6,3	8,8	12,1	9,7	11,4	9,6
K-01.2	Anzahl Sommertage [d] im Jahr	50,0	20,3	39,1	34,4	41,8	30,8	36,8	43,2	40,0	44,1	39,7
K-01.3	Anzahl [n] der Hitzeperioden pro Jahr	0,53	0,04	0,31	0,18	0,28	0,15	0,27	0,41	0,24	0,31	0,26
K-01.4	Anzahl der Tropennächte im Jahr	2,3	0,62	2,2	1,2	1,7	0,51	0,79	1,7	1,8	1,1	0,77
K-01.5	Höchsttemperatur in der Periode [Tmax in °C]	39,0	35,8	39,8	36,6	37,7	36,1	37,3	39,2	37,7	38,7	38,0
K-02	Tag-Nacht-Schwankungen											
K-02.1	Maximale Differenz [K] TX und TN im Jahr	23,1	20,0	21,5	22,1	21,7	22,8	22,6	22,8	21,6	23,1	23,3
K-02.2	Anzahl der heißen Tage [d] mit PR > 20 mm (großer Temperatursturz)	0,16	0,04	0,10	0,07	0,09	0,06	0,08	0,09	0,08	0,10	0,06
K-03	Frost-Tau-Wechsel											
K-03.1	Anzahl der FTW-Tage [d] im Jahr	38,9	32,1	25,5	44,6	41,6	47,7	48,7	33,7	41,2	45,0	49,9
K-04	Niedrige Temperaturen											
K-04.1	Tiefsttemperatur in der Periode [Tmin in °C]	-12,24	-11,27	-11,11	-15,90	-14,47	-16,43	-14,86	-11,90	-14,45	-14,53	-15,39
K-04.2	Anzahl Frosttage [d] im Jahr	51,7	45,8	33,0	68,6	59,7	75,0	70,9	45,2	60,1	61,8	71,0
K-04.3	Veränderung (%) Anzahl Frosttage im Jahr gegenüber 1971-2000	-20%	-25%	-24%	-16%	-19%	-16%	-17%	-21%	-20%	-19%	-17%
K-04.4	Anzahl Eistage [d] im Jahr	11,5	12,3	6,3	21,6	16,0	24,5	19,7	10,0	16,5	14,9	19,1
K-04.5	Anzahl der Tage [d] der längsten ununterbrochenen Frostperiode (TM < -5°C) im Jahr	14,6	12,7	13,7	21,8	12,9	23,4	19,2	16,4	13,0	16,4	17,2
K-05	Strahlung											
K-05.1	Summe Sonnenscheinstunden [h] im Jahr	1.721	1.661	1.584	1.645	1.714	1.572	1.578	1.587	1.704	1.705	1.700
K-06	Extreme Regenereignisse											
K-06.1	Anzahl der Tage [d] mit PR > 20 mm Niederschlag im Jahr	13,8	3,0	5,6	4,3	2,4	4,7	4,5	4,0	2,2	6,1	5,2
K-06.2	Veränderung [%] Anzahl Tage mit PR > 20 mm NS im Jahr gegenüber 1971-2000	4%	8%	11%	8%	-3%	8%	12%	4%	-3%	3%	-1%
K-06.3	Anzahl der Tage [d] mit PR > 20mm Niederschlag im Winterhalbjahr (Okt bis Mrz)	7,5	0,96	2,7	1,2	0,46	1,9	1,9	1,7	0,41	2,5	1,8
K-06.4	Veränderung [%] Anzahl Tage mit PR > 20 mm NS im Winterhalbjahr gegenüber 1971-2000	11%	19%	20%	8%	-10%	23%	27%	9%	-12%	17%	18%
K-06.5	Anzahl der Tage [d] mit PR > 20 mm Niederschlag im Sommerhalbjahr (Apr bis Sep)	6,4	2,0	2,9	3,1	2,0	2,8	2,6	2,3	1,8	3,6	3,4
K-06.6	Veränderung [%] Anzahl Tage mit PR > 20 mm NS im Sommerhalbjahr gegenüber 1971-2000	-3%	4%	4%	8%	1%	2%	3%	1%	0%	-4%	-7%
K-06.7	Summe Niederschlag [mm] innerhalb von 5 aufeinander folgenden Tagen. Maximum in der Periode.	113	59,9	73,5	68,3	54,8	66,6	66,6	64,5	53,2	75,3	68,8
K-06.8	Anzahl der Tage [d] mit PR > 10 mm Niederschlag im Jahr	41,5	17,3	26,2	18,6	12,3	20,7	22,1	19,3	11,8	26,0	22,8
K-07	Regenmenge											
K-07.1	Summe [mm] PR Niederschlagshöhe hN pro Jahr	1.326	779	976	791	621	841	861	798	612	949	867
K-07.2	Veränderung [%] Summe PR Niederschlagshöhe hN pro Jahr gegenüber 1971-2000	17%	18%	20%	13%	10%	18%	18%	17%	12%	15%	14%
K-07.3	Summe [mm] PR Niederschlagshöhe hN im Winter (Okt bis März)	700	379	501	354	278	406	432	404	276	458	397
K-07.4	Veränderungen [%] Summe PR Niederschlagshöhe hN im Winter gegenüber 1971-2000	22%	26%	28%	17%	15%	24%	25%	23%	18%	22%	20%
K-09	Schneefall											
K-09.1	Anzahl potentieller Schneetage [d] (Tage mit Niederschlag und einer Tagesmitteltemperatur von ≤ 2°C) im Jahr	16,2	17,1	9,5	28,8	20,0	31,7	26,5	13,4	20,4	20,7	25,6
K-10	Trockenperioden											
K-10.1	Anzahl [n] Trockenperioden im Sommerhalbjahr mit mindestens 11 aufeinanderfolgenden Tagen mit ≤ 1mm NS/Tag	1,5	2,4	1,9	1,9	2,5	1,8	2,0	2,2	2,6	1,6	1,6
K-10.2	Anzahl [n] Ereignisse pro Jahr, bei denen auf eine Trockenperiode ein Starkregenereignis folgt [n] (Siehe Regenereignisse)	0,20	0,10	0,12	0,12	0,10	0,11	0,11	0,13	0,11	0,11	0,10

Legende:

	Minimalwert
	Maximalwert

Tab. 93: Übersicht Werte Klimaindikatoren nach Klimaregionen – Betrachtungszeitraum 2041-2070

Indikatoren		Klimaregion										
		1	2	3	4	5	61	62	7	8	91	92
K-01	Hohe Temperaturen											
K-01.1	Anzahl heißer Tage [d] im Jahr	25,9	7,0	18,6	13,2	15,6	11,7	16,3	21,8	14,8	21,6	20,2
K-01.2	Anzahl Sommertage [d] im Jahr	65,8	26,4	51,4	43,9	49,1	40,6	48,6	57,3	47,2	60,2	57,6
K-01.3	Anzahl [n] der Hitzeperioden pro Jahr	1,2	0,17	0,67	0,53	0,70	0,43	0,72	0,93	0,61	0,86	0,80
K-01.4	Anzahl der Tropennächte im Jahr	7,0	2,3	5,5	3,3	5,0	2,1	2,9	4,8	5,2	4,2	2,8
K-01.5	Höchsttemperatur in der Periode [Tmax in °C]	41,3	36,9	42,1	39,0	39,9	37,8	39,3	41,7	39,8	41,3	40,9
K-02	Tag-Nacht-Schwankungen											
K-02.1	Maximale Differenz [K] TX und TN im Jahr	22,6	18,7	21,1	22,0	21,8	22,0	22,2	22,1	21,5	22,9	23,2
K-02.2	Anzahl der heißen Tage [d] mit PR > 20 mm (großer Temperatursturz)	0,21	0,05	0,16	0,08	0,09	0,05	0,09	0,16	0,08	0,13	0,11
K-03	Frost-Tau-Wechsel											
K-03.1	Anzahl der FTW-Tage [d] im Jahr	25,0	19,8	15,9	32,4	27,2	35,2	35,6	22,5	26,4	31,8	37,4
K-04	Niedrige Temperaturen											
K-04.1	Tiefsttemperatur in der Periode [Tmin in °C]	-7,16	-6,71	-6,28	-10,44	-9,19	-10,22	-8,82	-6,74	-8,95	-8,27	-8,74
K-04.2	Anzahl Frosttage [d] im Jahr	32,0	26,9	20,1	47,9	38,3	52,2	49,0	29,0	38,0	41,7	50,3
K-04.3	Veränderung (%) Anzahl Frosttage im Jahr gegenüber 1971-2000	-47%	-55%	-54%	-42%	-47%	-40%	-42%	-49%	-48%	-44%	-41%
K-04.4	Anzahl Eistage [d] im Jahr	5,8	6,1	3,2	13,2	9,1	14,5	11,1	5,2	9,4	8,1	10,9
K-04.5	Anzahl der Tage [d] der längsten ununterbrochenen Frostperiode (TM < -5°C) im Jahr	7,2	5,5	5,4	10,5	8,4	10,9	9,8	3,7	8,5	7,8	9,1
K-05	Strahlung											
K-05.1	Summe Sonnenscheinstunden [h] im Jahr	1.790	1.650	1.642	1.671	1.734	1.608	1.636	1.656	1.716	1.755	1.761
K-06	Extreme Regenereignisse											
K-06.1	Anzahl der Tage [d] mit PR > 20 mm Niederschlag im Jahr	14,6	3,2	6,2	4,6	2,6	4,9	4,7	4,5	2,5	6,1	5,1
K-06.2	Veränderung [%] Anzahl Tage mit PR > 20 mm NS im Jahr gegenüber 1971-2000	2%	14%	15%	20%	12%	22%	21%	12%	12%	2%	1%
K-06.3	Anzahl der Tage [d] mit PR > 20mm Niederschlag im Winterhalbjahr (Okt bis Mrz)	8,1	1,2	3,2	1,4	0,75	1,9	2,0	2,0	0,68	2,6	1,8
K-06.4	Veränderung [%] Anzahl Tage mit PR > 20 mm NS im Winterhalbjahr gegenüber 1971-2000	9%	46%	22%	35%	37%	58%	39%	19%	29%	17%	31%
K-06.5	Anzahl der Tage [d] mit PR > 20 mm Niederschlag im Sommerhalbjahr (Apr bis Sep)	6,5	2,1	3,0	3,1	1,9	3,1	2,8	2,4	1,8	3,5	3,3
K-06.6	Veränderung [%] Anzahl Tage mit PR > 20 mm NS im Sommerhalbjahr gegenüber 1971-2000	-4%	2%	8%	14%	3%	14%	11%	6%	6%	-6%	-8%
K-06.7	Summe Niederschlag [mm] innerhalb von 5 aufeinander folgenden Tagen. Maximum in der Periode.	119	60,0	77,0	70,0	58,7	67,4	68,3	65,8	57,2	75,7	67,8
K-06.8	Anzahl der Tage [d] mit PR > 10 mm Niederschlag im Jahr	42,8	18,5	28,0	19,5	13,6	21,2	22,7	20,8	13,3	26,5	22,1
K-07	Regenmenge											
K-07.1	Summe [mm] PR Niederschlagshöhe hN pro Jahr	1.348	827	1.010	822	667	849	875	829	662	955	846
K-07.2	Veränderung [%] Summe PR Niederschlagshöhe hN pro Jahr gegenüber 1971-2000	-1%	5%	1%	1%	1%	3%	2%	1%	2%	-2%	-3%
K-07.3	Summe [mm] PR Niederschlagshöhe hN im Winter (Okt bis März)	737	418	536	384	318	416	447	432	318	475	404
K-07.4	Veränderungen [%] Summe PR Niederschlagshöhe hN im Winter gegenüber 1971-2000	5%	16%	9%	8%	10%	9%	10%	7%	11%	5%	5%
K-09	Schneefall											
K-09.1	Anzahl potentieller Schneetage [d] (Tage mit Niederschlag und einer Tagesmitteltemperatur von ≤ 2°C) im Jahr	11,2	10,5	6,1	21,6	14,4	22,6	18,6	8,6	14,6	14,1	18,2
K-10	Trockenperioden											
K-10.1	Anzahl [n] Trockenperioden im Sommerhalbjahr mit mindestens 11 aufeinanderfolgenden Tagen mit ≤ 1mm NS/Tag	1,9	2,4	2,1	2,0	2,5	2,0	2,1	2,2	2,5	1,9	1,9
K-10.2	Anzahl [n] Ereignisse pro Jahr, bei denen auf eine Trockenperiode ein Starkregenereignis folgt [n] (Siehe Regenereignisse)	0,28	0,11	0,16	0,13	0,12	0,15	0,16	0,16	0,12	0,15	0,16

Legende:

Minimalwert

Maximalwert

Tab. 94: Übersicht Werte Klimaindikatoren nach Klimaregionen – Betrachtungszeitraum 2071-2100

Indikatoren		Klimaregion										
		1	2	3	4	5	61	62	7	8	91	92
K-01	Hohe Temperaturen											
K-01.1	Anzahl heißer Tage [d] im Jahr	36,3	10,5	27,4	19,5	23,1	17,2	23,9	31,4	22,1	31,5	30,3
K-01.2	Anzahl Sommertage [d] im Jahr	82,5	37,7	67,4	58,1	65,2	53,7	63,0	73,8	63,5	76,8	74,6
K-01.3	Anzahl [n] der Hitzeperioden pro Jahr	1,9	0,39	1,3	0,66	0,96	0,66	1,1	1,6	0,94	1,4	1,4
K-01.4	Anzahl der Tropennächte im Jahr	13,7	3,6	9,4	5,8	7,8	4,2	5,6	9,1	7,7	9,5	7,6
K-01.5	Höchsttemperatur in der Periode [Tmax in °C]	42,3	37,3	42,2	40,0	40,7	38,7	40,0	42,6	40,6	42,3	42,0
K-02	Tag-Nacht-Schwankungen											
K-02.1	Maximale Differenz [K] TX und TN im Jahr	23,5	18,5	21,0	21,1	20,6	21,1	21,8	22,1	20,2	23,3	23,5
K-02.2	Anzahl der heißen Tage [d] mit PR > 20 mm (großer Temperatursturz)	0,30	0,08	0,20	0,17	0,15	0,13	0,14	0,18	0,14	0,22	0,21
K-03	Frost-Tau-Wechsel											
K-03.1	Anzahl der FTW-Tage [d] im Jahr	16,8	13,5	8,9	23,3	19,0	25,9	24,7	13,9	18,5	22,7	27,6
K-04	Niedrige Temperaturen											
K-04.1	Tiefsttemperatur in der Periode [Tmin in °C]	-5,24	-7,43	-5,15	-9,41	-10,12	-9,26	-8,36	-6,21	-10,74	-6,50	-7,26
K-04.2	Anzahl Frosttage [d] im Jahr	19,8	17,5	10,8	31,3	24,8	34,7	31,3	16,9	24,7	26,7	33,1
K-04.3	Veränderung (%) Anzahl Frosttage im Jahr gegenüber 1971-2000	-69%	-71%	-76%	-62%	-66%	-60%	-64%	-71%	-66%	-65%	-62%
K-04.4	Anzahl Eistage [d] im Jahr	2,4	3,3	1,4	6,7	4,7	7,5	5,4	2,3	5,0	3,3	4,5
K-04.5	Anzahl der Tage [d] der längsten ununterbrochenen Frostperiode (TM < -5°C) im Jahr	3,2	5,4	3,0	7,7	8,0	8,2	8,1	4,9	8,0	4,6	5,6
K-05	Strahlung											
K-05.1	Summe Sonnenscheinstunden [h] im Jahr	1.867	1.717	1.714	1.734	1.810	1.673	1.702	1.734	1.794	1.830	1.843
K-06	Extreme Regenereignisse											
K-06.1	Anzahl der Tage [d] mit PR > 20 mm Niederschlag im Jahr	14,2	3,4	6,3	4,6	2,6	5,2	4,9	5,0	2,4	6,4	5,1
K-06.2	Veränderung [%] Anzahl Tage mit PR > 20 mm NS im Jahr gegenüber 1971-2000	-1%	20%	16%	20%	12%	29%	26%	25%	10%	7%	2%
K-06.3	Anzahl der Tage [d] mit PR > 20mm Niederschlag im Winterhalbjahr (Okt bis Mrz)	8,1	1,4	3,3	1,5	0,78	2,1	2,3	2,5	0,71	2,8	1,8
K-06.4	Veränderung [%] Anzahl Tage mit PR > 20 mm NS im Winterhalbjahr gegenüber 1971-2000	8%	80%	27%	41%	41%	76%	61%	44%	37%	26%	37%
K-06.5	Anzahl der Tage [d] mit PR > 20 mm Niederschlag im Sommerhalbjahr (Apr bis Sep)	6,1	2,0	3,0	3,1	1,8	3,1	2,7	2,5	1,7	3,6	3,3
K-06.6	Veränderung [%] Anzahl Tage mit PR > 20 mm NS im Sommerhalbjahr gegenüber 1971-2000	-10%	-2%	7%	11%	2%	14%	6%	11%	2%	-3%	-9%
K-06.7	Summe Niederschlag [mm] innerhalb von 5 aufeinander folgenden Tagen. Maximum in der Periode.	120	60,0	80,2	71,4	59,0	71,5	71,8	69,1	56,2	74,9	67,4
K-06.8	Anzahl der Tage [d] mit PR > 10 mm Niederschlag im Jahr	40,2	17,9	27,2	18,5	12,7	20,7	22,2	20,8	12,3	25,0	20,7
K-07	Regenmenge											
K-07.1	Summe [mm] PR Niederschlagshöhe hN pro Jahr	1.287	793	979	777	630	829	851	820	623	914	803
K-07.2	Veränderung [%] Summe PR Niederschlagshöhe hN pro Jahr gegenüber 1971-2000	-6%	1%	-2%	-4%	-4%	0%	-1%	-1%	-4%	-6%	-8%
K-07.3	Summe [mm] PR Niederschlagshöhe hN im Winter (Okt bis März)	732	427	552	367	309	424	464	453	310	472	396
K-07.4	Veränderungen [%] Summe PR Niederschlagshöhe hN im Winter gegenüber 1971-2000	4%	19%	13%	3%	7%	11%	14%	12%	8%	5%	2%
K-09	Schneefall											
K-09.1	Anzahl potentieller Schneetage [d] (Tage mit Niederschlag und einer Tagesmitteltemperatur von ≤ 2°C) im Jahr	5,4	6,5	2,7	12,7	8,0	13,7	10,2	4,1	8,3	6,5	8,8
K-10	Trockenperioden											
K-10.1	Anzahl [n] Trockenperioden im Sommerhalbjahr mit mindestens 11 aufeinanderfolgenden Tagen mit ≤ 1mm NS/Tag	2,4	2,8	2,6	2,5	3,1	2,7	2,7	2,8	3,2	2,4	2,5
K-10.2	Anzahl [n] Ereignisse pro Jahr, bei denen auf eine Trockenperiode ein Starkregenereignis folgt [n] (Siehe Regenereignisse)	0,40	0,13	0,20	0,20	0,16	0,22	0,21	0,23	0,14	0,26	0,21

Legende:

Minimalwert

Maximalwert