

Schlussbericht

Vermeidung und Verlagerung von Kreislaufwirtschaftsverkehren der Gießereibranche »ALTSAND«

Verbundvorhaben - Forschungsschwerpunkt
»Optimale Transporte in der Kreislauf- und Abfallwirtschaft«
des Bundesministeriums für Bildung und Forschung BMBF

Berichtersteller:

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML (federführend) FKZ 19 G 2041A
Dipl.-Ing. Peter Meyer, Dipl.-Ing. Stefan Metzler
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4
44227 Dortmund

Fritz Winter, Eisengießerei GmbH & Co. KG FKZ 19 G 2041B
Dir. Michael Berdux
Albert-Schweitzer-Str. 15
35260 Stadtallendorf

Schenker Automotive RailNet GmbH (ehemals DB Cargo AG) FKZ 19 G 2041C
Bernd Hartmann
Joachimstr. 8
30159 Hannover

H. Brühne Entsorgung GmbH & Co. KG FKZ 19 G 2041D
Jürgen Schulte-Derne
Gernotstr. 6-8
44319 Dortmund

I Inhaltsverzeichnis

I	Inhaltsverzeichnis	I
II	Abbildungsverzeichnis	III
III	Tabellenverzeichnis	IV
1	Einleitung	1
1.1	Aufgabenstellung	1
1.2	Voraussetzungen zum Vorhaben	2
1.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	3
1.3.1	Planung des Vorhabens	3
1.3.2	Ablauf des Vorhabens	4
1.4	Stand der Wissenschaft und Technik	6
1.4.1	Zusammenarbeit der Verbundpartner	7
1.4.2	Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML	7
1.4.3	Fritz Winter Eisengießerei GmbH & Co. KG	8
1.4.4	DB Cargo AG	9
1.4.5	H. Brühne Entsorgung GmbH & Co. KG	10
1.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	11
2	Ist-Analyse	13
2.1	Analyse der branchenspezifischen Strukturen	13
2.1.1	Ergebnisse der Forschungsumfrage	13
2.1.2	Interpretation der Ergebnisse	17
2.2	Analyse der Versorgungslogistik	21
2.2.1	Erfassung der erforderlichen Stoffe	21
2.2.2	Erfassung der jeweiligen Lieferanten	22
2.2.3	Erfassung der Logistiksysteme	24
2.3	Analyse der Entsorgungslogistik	25
2.3.1	Erfassung der anfallenden Abfälle	25
2.3.2	Erfassung der jeweiligen Entsorger	26
2.3.3	Erfassung der Logistiksysteme	28
2.4	Identifikation, Auswahl und Zuordnung verkehrlich besonders relevanter Stoffe und Stoffströme	29

3	Konzeptplanung	32
3.1	Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechnik	32
3.1.1	Einsatz geschlossener Behältertechnik	32
3.1.2	Einsatz offener Behältertechnik	36
3.2	Logistik- und Organisationsmodelle	39
3.2.1	Ausprägungsformen	39
3.2.2	Auswahl relevanter Szenarien	41
3.3	Szenarienanalyse	44
3.3.1	Erstellung der Prozessketten	44
3.3.2	Kalkulation der Prozesskosten	48
3.4	Analyse der technischen Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit	53
4	Detail- und Umsetzungsplanung	55
4.1	Anpassung der Zielsetzung	55
4.2	Steigerung der Tonnage an Neusand auf der Bahn	55
4.3	Verlagerung von Koks und Siliciumcarbid auf die Bahn	56
4.4	Entwicklung eines innovativen Silocontainers	58
4.5	Ortsnahe Entsorgung von Abfällen	62
5	Verkehrliche Relevanz	63
6	Verwertbarkeit der Ergebnisse	65
7	Zusammenfassung und Ausblick	66
8	Anhang	68

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Struktur des Verbundvorhabens	5
Abbildung 2.1: Anteil einzelner Fraktionen	22
Abbildung 2.2: Relevanz einzelner Fraktionen	22
Abbildung 2.3: Darstellung der Quellen	23
Abbildung 2.4: Anteil einzelner Fraktionen	26
Abbildung 2.5: Relevanz einzelner Fraktionen	26
Abbildung 2.6: Darstellung der Senken	27
Abbildung 2.7: Darstellung relevanter Quellen und Senken	31
Abbildung 3.1: Silocontainer	33
Abbildung 3.2: Anforderungen und Maßnahmen bei der Behältertechnik	34
Abbildung 3.3: Combilift-System	35
Abbildung 3.4: Abroll-Container-Transport-System	35
Abbildung 3.5: Mobiler-System.....	35
Abbildung 3.6: Anforderungen und Maßnahmen bei der Fahrzeugtechnik ..	36
Abbildung 3.7: Abroll-Container-Transport-System	37
Abbildung 3.8: AWILOG-System	38
Abbildung 3.9: Ausprägung der Kopplung von Ver- und Entsorgung	40
Abbildung 3.10: Logistikmodell Szenario 1 und 2.....	42
Abbildung 3.11: Logistikmodell Szenario 3.....	42
Abbildung 3.12: Logistikmodell Szenario 4.....	43
Abbildung 3.13: Logistikmodell Szenario 5.....	43
Abbildung 3.14: Prozesskette Szenario 1 und 2.....	45
Abbildung 3.15: Prozesskette Szenario 3.....	46
Abbildung 3.16: Prozesskette Szenario 4.....	47
Abbildung 3.17: Prozesskette Szenario 5.....	48
Abbildung 3.18: Kalkulation des ersten Szenarios - Gesamtergebnis.....	49
Abbildung 3.19: Kalkulation des ersten Szenarios - Teilergebnisse.....	52
Abbildung 4.1: Zusammenführung der Rohstoffzüge	57
Abbildung 4.2: Varianten zum Silocontainerumschlag	60

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Fraktionen zur Versorgung	21
Tabelle 2.2: Erfassung der Fraktionen zur Versorgung	23
Tabelle 2.3: Transportleistung der Versorgung	24
Tabelle 2.4: Kennzahlen der Versorgung	24
Tabelle 2.5: Fraktionen zur Entsorgung	25
Tabelle 2.6: Erfassung der Fraktionen zur Entsorgung	27
Tabelle 2.7: Transportleistung der Entsorgung	28
Tabelle 2.8: Kennzahlen der Entsorgung	28
Tabelle 2.9: Transportleistung der Ver- und Entsorgung	29
Tabelle 2.10: Kennzahlen der Ver- und Entsorgung	29
Tabelle 2.11: ABC-Analyse für die Versorgung	30
Tabelle 2.12: ABC-Analyse für die Entsorgung	30
Tabelle 3.1: Analyse der Wirtschaftlichkeit	53

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Die Anzahl der differenziert zu behandelnden Stoffströme und der dabei beteiligten Akteure wächst in allen Branchen. Untersuchungen am Fraunhofer IML haben bewiesen, dass mit dem gezielten Verwerten und Wiedereinbringen von Abfällen in den Wirtschaftskreislauf eine Vervielfachung der notwendigen Verkehrsleistung verbunden ist. Hiervon betroffen sind auch die Unternehmen der Eisen-, Stahl- und Tempergießereibranche.

Die Gießereibranche befasst sich als Zweig der metallverarbeitenden Industrie mit der Herstellung von metallischen Produkten. Die Verfahren zur Herstellung sind neben den Produkten selbst mit Stoffen verbunden, die als

- Rohstoffe der Natur entnommen (z.B. Neusande, Koks),
- Kreislaufwirtschaftsgüter einer Verwertung zugeführt (z.B. Schrotte) oder
- Produktionsabfälle entsorgt werden (z.B. Altsande, Schlacken).

Die Rohstoffe werden aufgrund weniger Anbieter am Markt »quasi zentral« beschafft. Die Kreislaufwirtschaftsgüter - über 50 % der insgesamt zur Herstellung erforderlichen Stoffe - werden hingegen dezentral bezogen. Sie verursachen zusammen mit den Abfällen zur Entsorgung ein erhebliches Verkehrsaufkommen.

Die bei der Produktion anfallenden Abfälle, überwiegend mineralische Rückstände, sind einer ordnungsgemäßen Verwertung oder Beseitigung zuzuführen. Sande, Stäube, Schlacken und gebrauchtes Feuerfestmaterial werden zunehmend in anderen Industriezweigen (z.B. Zementindustrie, Straßen- und Erdbau, Bergbau, Deponiebau) eingesetzt und tragen dort zur Einsparung von Rohstoffen bei.

Die differenzierte Verwertung und Beseitigung von Rückständen der Gussproduktion ist die Ursache für den strukturellen Wandel der branchenspezifischen Entsorgungswirtschaft. Bedingt durch die Zentralisierung der Entsorgungsanlagen stehen den kleiner werdenden, getrennt verwerteten bzw. beseitigten Fraktionen zunehmend größere Transportrelationen gegenüber.

Der hier vorliegende Handlungsbedarf für das Verbundvorhaben stützt sich auf eine Reihe unabhängiger, logistischer Sachverhalte. Im Einzelnen:

- Fehlende Güter für den Rücktransport führen zu häufigen Leerfahrten. Ein Teil dieser Fahrten und der damit verbundenen Umweltbelastungen ist grundsätzlich vermeidbar.
- Die Altsandregenerierung am Standort ermöglicht zwar die innerbetriebliche Schließung von Stoffkreisläufen, bewirkt jedoch eine stetige Abnahme der Korngröße des Formsandes. Daraus resultiert ein erheblicher Anstieg zu entsorgender Feinsand- und Staubmengen. Diese werden mit bis zu 30 Gew.-% Wasser befeuchtet, um Verwehungen während des Transports zu verhindern. Der Transport von Wasser ist ein logistischer Mehraufwand, der durch innovative Lösungen vermeidbar ist.
- Die Kopplung von Transporten zur Ver- und Entsorgung der Produktionsprozesse ist möglich, wird derzeit aber noch nicht praktiziert. Die Kopplung bietet potenzielle Synergieeffekte zur Vermeidung und Verlagerung von Verkehren unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten.
- Der Transport der Rohstoffe, Kreislaufwirtschaftsgüter und Abfälle erfolgt derzeit überwiegend auf der Straße, obgleich diese aufgrund der branchentypischen Bedarfs- und Anfallmengen sowie Transportrelationen häufig »bahnaffin« sind.

Das Ziel des Verbundvorhabens ist die erstmalige Schaffung von betriebsübergreifenden Logistiksystemen insbesondere für große Unternehmen der Gießereibranche. Sie sollen durch die Vermeidung und Verlagerung von Kreislaufwirtschaftsverkehren bislang ungenutzte Rationalisierungspotenziale komplexer, logistischer Netzwerke erschließen und damit synergetisch sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile schaffen. Die Logistiksysteme sollen dauerhaft strategische Partnerschaften zukünftiger Nutzer (Produzenten) und Betreiber (Logistikdienstleister, Entsorgungsdienstleister) fördern und damit deren Marktposition stärken. Sie werden im Rahmen des Verbundvorhabens konzipiert, pilotiert und im Erfolgsfall von den am Verbundvorhaben beteiligten Industrieunternehmen dauerhaft eingesetzt. Darüber hinaus werden sie als branchenweite Dienstleistung angeboten.

1.2 Voraussetzungen zum Vorhaben

Die Erschließung der Rationalisierungspotenziale komplexer, logistischer Netzwerke durch Vermeidung und Verlagerung von Kreislaufwirtschaftsverkehren erfordert einen ganzheitlichen Ansatz zur wissenschaftlich fundierten, strukturierten und grundlegenden Aufarbeitung des aufgezeigten Handlungsbedarfes. Sie erfordert damit sowohl die Einbeziehung als auch die partnerschaftliche Zusammenarbeit aller an der Logistikkette beteiligten Un-

ternehmen. Gleichzeitig ist die Moderation und wissenschaftliche Begleitung durch eine Institution der angewandten Forschung sinnvoll und notwendig.

Das Verbundvorhaben unter Federführung des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML (nachfolgend Fraunhofer IML) bietet durch die Einbindung folgender Unternehmen optimale Voraussetzungen:

Die Fritz Winter Eisengießerei GmbH & Co. KG (nachfolgend Fritz Winter Eisengießerei) ist aufgrund der Vielseitigkeit von Produktionsprozessen, Versorgungs- und Entsorgungsströmen ein idealer Kooperationspartner und bietet mit den hier erzielbaren Forschungsergebnissen eine hervorragende Basis zur Übertragung der Ergebnisse auf andere Gießereien. Neben der Vermeidung und Verlagerung von Kreislaufwirtschaftsverkehren können so branchenweit Kreislaufwirtschafts-Netzwerke aufgebaut und neue Stoffkreisläufe erschlossen werden.

Die DB Cargo AG und die H. Brühne Entsorgung GmbH & Co. KG (nachfolgend H. Brühne Entsorgung) als Logistikdienstleister für den Schienen- und Straßengüterverkehr bringen ihrerseits Kompetenz hinsichtlich der operativen Ausführung logistischer Systeme in das Forschungsvorhaben ein. Als Entsorgungsdienstleister bietet die H. Brühne Entsorgung zudem die Aufarbeitung und Verwertung von Abfällen der Gießereibranche an. Sie bringt damit umfangreiches Wissen über aktuelle Aufbereitungs- und Beseitigungsverfahren ein.

Komplettiert wird die ganzheitliche Betrachtung der Logistikkette durch die Einbeziehung der INRO Rohstoffhandel GmbH als Versorger sowie des Deutschen Gießereiverbandes als Wirtschaftsverband des Industriezweiges. Sie erfolgt durch bedarfsorientierte Informationsgespräche. Ziel ist der beidseitige Transfer von Erfahrungen und Erkenntnissen. Hierdurch soll sowohl eine erfolgreiche Projektabwicklung als auch eine bestmögliche Übertragung der Projektergebnisse auf weitere Unternehmen der Branche gewährleistet werden.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Der Planung wird der tatsächliche Ablauf des Vorhabens gegenübergestellt. Dabei werden Abweichungen ausgewiesen und erläutert.

1.3.1 Planung des Vorhabens

Grundlage des Verbundvorhabens bildet die Ist-Analyse der derzeit eingesetzten Logistiksysteme, d.h. der Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechniken sowie der Logistik- und Organisationsstrukturen zur Ver- und Entsorgung insbesondere großer Unternehmen der Gießereibranche. Ziel ist die

Schaffung einer fundierten Planungsdatenbasis. Der Erforschung des Ist-Zustandes angeschlossen ist die Konzeptplanung. Sie beinhaltet die Entwicklung, Anpassung und Auswahl von Behälter-, Fahrzeug und Umschlagtechniken, die Entwicklung und Ausgestaltung von Logistik- und Organisationsmodellen sowie die Planung, Bewertung und Auswahl von Logistikszenerarien. Abschließend erfolgt die Detail- und Umsetzungsplanung. Sie beinhaltet die Detaillierung der Logistikszenerarien als Vorbereitung zur Implementierung sowie deren Umsetzung und Validierung im Pilotprojekt.

Die Schwerpunkte des Verbundvorhabens liegen in der Entwicklung innovativer, praxisnaher und umsetzungstauglicher Konzepte sowohl für Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechniken, als auch für hierauf aufbauende Logistik- und Organisationsmodelle.

Das Verbundvorhaben gliedert sich in vier Arbeitsphasen mit insgesamt elf Arbeitspaketen (Abbildung 1.1). Die Federführung übernimmt das Fraunhofer IML.

1.3.2 Ablauf des Vorhabens

Der Ablauf des Verbundvorhabens erfolgte weitgehend nach Plan. In der zweiten Phase kam es lediglich zu einer Verschiebung des Arbeits- bzw. Zeiteinsatzes innerhalb einzelner Arbeitspakete. Während sich die Entwicklung und Ausgestaltung von Logistik- und Organisationsmodellen vergleichsweise unkompliziert gestaltete, bedurfte die Anpassung der Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechnik weitreichender Untersuchungen.

In der dritten Phase wurde darüber hinaus eine Anpassung der Zielsetzung erforderlich. Zuvor ausgewählte Szenarien bezogen sich auf die Kopplung von Neu- und Altsand einerseits sowie auf die Kopplung von Koks bzw. Siliciumcarbid und Kernbruch andererseits. Aufgrund einer Änderung der Transportrelationen - die Abfälle der Eisengießerei werden inzwischen ortsnahe verbracht - war eine Verlagerung der entsorgungsseitigen Verkehre nicht mehr realisierbar. Statt dessen wurde eine Vermeidung entsorgungsseitiger Verkehre erzielt. Versorgungsseitig wurde daraufhin angestrebt, einerseits mehr Neusand, andererseits Koks bzw. Siliciumcarbid auf der Schiene zu transportieren. Die Transporte dieser Stoffe wurden anschließend in der Detail- und Umsetzungsplanung erfolgreich durch die Fritz Winter Eisengießerei, die DB Cargo AG sowie weitere Kooperationspartner realisiert. Darüber hinaus wurde von der H. Brühne Entsorgung sowie weiteren Kooperationspartnern ein innovativer Silocontainer zum Transport trockener, rieselfähiger Abfälle entwickelt.

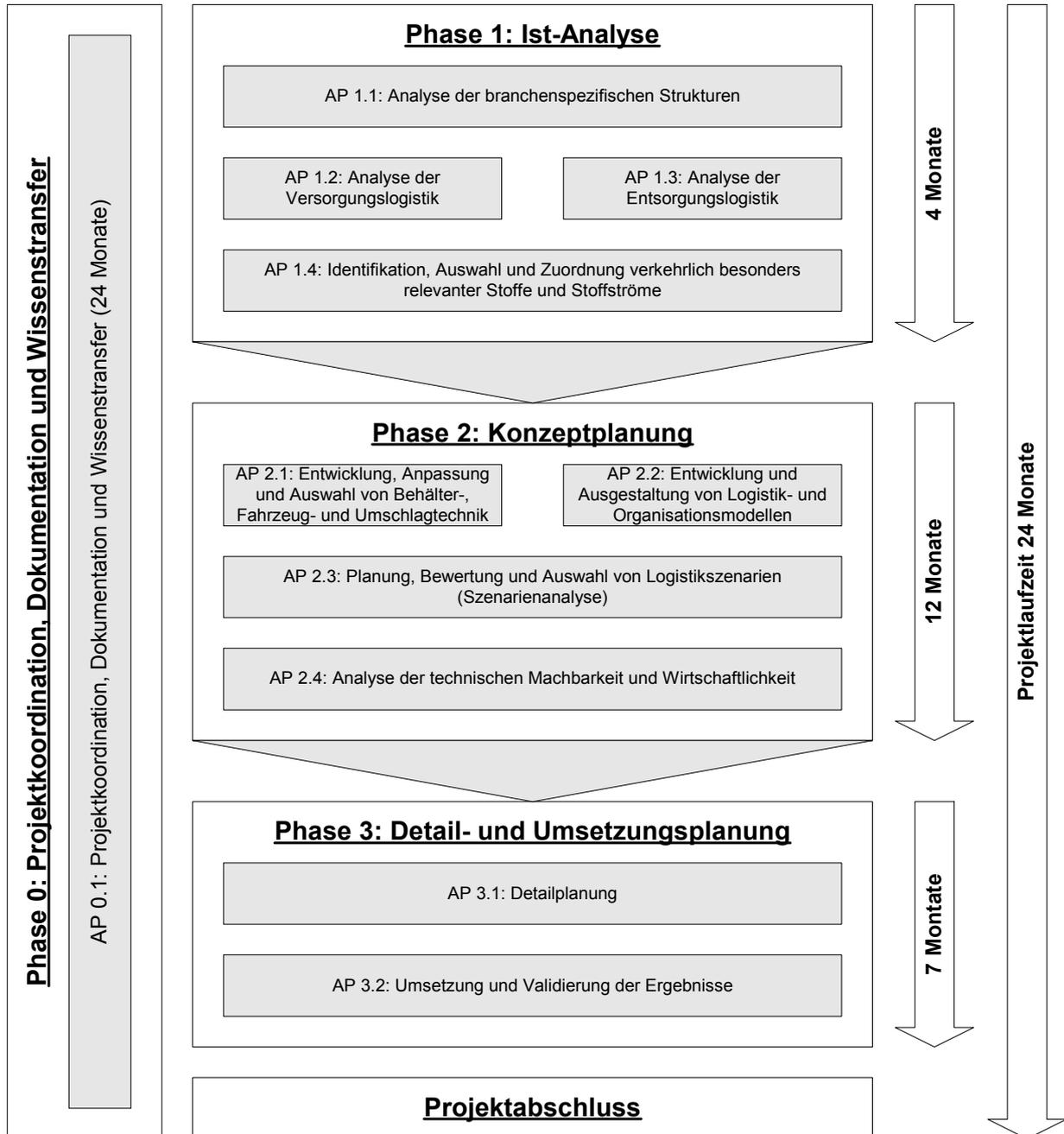


Abbildung 1.1: Struktur des Verbundvorhabens

1.4 Stand der Wissenschaft und Technik

Bereits im August 1999 wurden durch das Fraunhofer IML in einer informellen Umfrage in der deutschen Eisen-, Stahl- und Tempergießereibranche Informationen über die ver- und entsorgungslogistischen Strukturen sowie über existierende, strategische Partnerschaften der befragten Unternehmen mit Ver- und Entsorgern erhoben. Ziel war die Aktualität des Themas zu eruieren. Bestandteil der Umfrage, die bei über 30 Unternehmen der Branche sowie bei dem Deutschen Gießereiverband durchgeführt wurde, war auch die Ermittlung gegenwärtiger Aktivitäten (Forschungsvorhaben, firmeninterne Untersuchungen etc.). Darüber hinaus wurden Erfahrungen und Erkenntnisse der Verbund- und Kooperationspartner hinsichtlich derzeitiger, innovativer Ansätze ermittelt. Weiterhin wurde eine umfassende Recherche in deutschen Datenbanken vorgenommen.

Das Ergebnis belegt, dass keine Forschungsprojekte mit vergleichbarem Inhalt existieren. Forschungsvorhaben, die das Verbundvorhaben tangieren, dokumentieren zwar die aktuellen, nationalen Bestrebungen der Entkopplung von Wirtschaft und Verkehr durch innovative Verkehrssysteme, Förderprogramme zur Untersuchung und Reduzierung verkehrlicher Auswirkungen der Kreislauf- und Abfallwirtschaft sowie zur Kopplung von Ver- und Entsorgung existieren im Bereich der Gießereibranche jedoch nicht.

Nachforschungen in den Datenbanken der EU zeigen vergleichbare Bestrebungen auch auf europäischer Ebene auf, eine Vermeidung und Verlagerung von Kreislaufwirtschaftsverkehren der Gießereibranche war bislang jedoch ebenfalls nicht Gegenstand von Untersuchungen.

Den meisten der in der Gießereibranche aktuellen Aktivitäten gemein ist die Konzentration auf die klassische Wertschöpfungskette der Beschaffung, Produktion und Distribution. Weder die Versorgung mit Hilfs- und Betriebsstoffen, die logistische Handhabung dieser Stoffe in der Produktion noch die Entsorgung anfallender Produktionsabfälle ist Gegenstand aktueller, ökonomischer oder ökologischer Rationalisierungs- und Optimierungsbestrebungen.

Im Rahmen der Kreislauf- und Abfallwirtschaft liegt der Fokus bislang auf der Beschreibung von Abfallarten und -qualitäten sowie den hieraus resultierenden Verwertungs- und Beseitigungsmöglichkeiten. Verkehrliche Optimierungspotenziale bleiben weitestgehend unberücksichtigt. Insbesondere die Kopplung unterschiedlicher Wirtschaftskreisläufe ist nicht Gegenstand der Untersuchung.

1.4.1 Zusammenarbeit der Verbundpartner

Die Zusammenarbeit der Verbundpartner war durch die enge Verzahnung der einzelnen Arbeitsphasen und Arbeitspakete gekennzeichnet. Nachfolgend wird Dargestellt, welchen Beitrag die Verbundpartner geleistet haben.

1.4.2 Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

In der ersten Arbeitsphase hat das Fraunhofer IML alle erforderlichen Daten der Verbundpartner angefragt, aufbereitet und zielgerichtet ausgewertet. Die Auswertung wurde zunächst im Entwurf mit den Verbundpartnern diskutiert und anschließend präzisiert.

In der zweiten Arbeitsphase hat das Fraunhofer IML marktreife Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechnik recherchiert, z.T. besichtigt (z.B. den EOS-Container im Werk der Fritz Winter Eisengießerei in Stadtallendorf bzw. das Mobiler-System in Peine) und auf einen möglichen Einsatz hin überprüft. Anschließend hat das Fraunhofer IML für die jeweiligen Logistik- und Organisationsmodelle die erforderlichen Prozesse eruiert und die entsprechenden Prozessketten entworfen. Diese wurden bilateral mit den Verbundpartnern abgestimmt. Darauf aufbauend hat das Fraunhofer IML nach gemeinsamer Absprache mit den Verbundpartnern Logistiksznarien geplant und bewertet. Hierzu wurden, soweit erforderlich, ergänzende Daten der Verbundpartner angefragt, aufbereitet und zielgerichtet ausgewertet. Darüber hinaus wurden systematisch Angebote z.B. von Technikanbietern und privaten Eisenbahnverkehrsunternehmen eingeholt. Die Logistiksznarien wurden in Ablaufdiagrammen abgebildet, mit Prozessketten hinterlegt, in Excel modelliert und mit Daten (Investitionskosten für Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechnik, Transportmengen, Transportentfernungen, Umschlagzeiten, Lohnkosten etc.) versehen. Die Ergebnisse wurden mit den Verbundpartnern diskutiert und verifiziert. Parallel hierzu hat das Fraunhofer IML die H. Brühne Entsorgung dabei unterstützt, den Austausch mit Technikanbietern zur Herstellung eines Silocontainers bzw. zur Herstellung der entsprechenden Fahrzeug- und Umschlagtechnik zu intensivieren und einen Kooperationspartner zu identifizieren.

In der dritten Arbeitsphase hat Fraunhofer IML gemeinsam mit der Fritz Winter Eisengießerei und der DB Cargo AG Zugumlaufpläne erstellt und bewertet. Die Umlaufpläne bezogen sich sowohl auf die Steigerung der Tonnage an Neusand auf der Bahn als auch auf die Verlagerung von Koks und Siliciumcarbid auf die Bahn. Des Weiteren hat das Fraunhofer IML auf Wunsch der Fritz Winter Eisengießerei Zugumlaufpläne der AWILOG-Transport GmbH, der Rhenus Rail Logistics GmbH und duisport rail bewertet. Die Ergebnisse wurden in moderierten Projektsitzungen diskutiert. Auf den Ergebnissen aufbauend wurde die DB Cargo AG bei der Erstellung eines modifi-

zierten bzw. aktualisierten Transportrahmenvertrages unterstützt. Darüber hinaus hat das Fraunhofer IML die Einführung der schienengebundenen Koks- und Siliciumcarbidtransporte begleitet (Änderungen der Bedienungsanweisungen für die beteiligten Eisenbahnverkehrsunternehmen, Bau einer Traverse zur Aufnahme der AWILOG-Behälter etc.). Parallel dazu hat das Fraunhofer IML die H. Brühne Entsorgung bei dem Austausch mit Technikern zur Herstellung eines Silocontainers bzw. zur Herstellung der entsprechenden Fahrzeug- und Umschlagtechnik unterstützt. Darüber hinaus wurden weitere Abfallerzeuger neben der Fritz Winter Eisengießerei identifiziert. Als Entsorgungsstandort wurde dabei die GHB Gesellschaft zur Herstellung von Bindemitteln und Sorbenten mbH & Co. KG in Rositz einbezogen.

1.4.3 Fritz Winter Eisengießerei GmbH & Co. KG

In der ersten Arbeitsphase hat die Fritz Winter Eisengießerei alle angefragten Daten (Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe mit Angabe von Lieferant, Transportmittel, Transportkosten etc. sowie Produktionsabfälle mit Angabe von Entsorger, Transportmittel, Transportkosten etc.) in Form von Excel-Tabellen dargelegt. Zusätzlich erfolgten mehrfach Besichtigungen des Werkes sowie des nahegelegenen Verladebahnhofes. Darüber hinaus hat das Unternehmen in Projektsitzungen und bilateral geführten Gesprächen einen Beitrag zur Auswertung der Daten geleistet.

In der zweiten Arbeitsphase hat die Fritz Winter Eisengießerei marktreife Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechnik, sofern ihr bereits bekannt, benannt. Insbesondere mit Blick auf die EOS-Container (damals von der DB Cargo AG im Dienstleistungsprogramm), gab es eine Besichtigung (Anwendung der EOS-Container im Werk, Darstellung der Anforderungen an die Container). Das Unternehmen hat darüber hinaus in bilateral geführten Gesprächen das Fraunhofer IML über erforderliche Prozesse bzw. zu berücksichtigende Rahmenparameter informiert und die vom Fraunhofer IML erstellten Prozessketten diskutiert. Dies gilt für alle Logistik- und Organisationsmodelle (Silocontainer, EOS-Container, 20-Fuß-open-top-Container). Zusätzlich hat die Fritz Winter Eisengießerei in gemeinsamer Absprache mit dem Fraunhofer IML Logistiksznarien geplant und bewertet. Hierzu wurden, soweit erforderlich, ergänzende Informationen bzw. Daten erhoben, aufbereitet und dem Fraunhofer IML zur Verfügung gestellt. Die Ablaufdiagramme der Logistiksznarien, die Prozessketten, die Modelle in Excel und die darin eingegebenen Daten wurden in bilateralen Gesprächen bzw. in Projektsitzungen auf Konsistenz und Plausibilität überprüft. Die Ergebnisse der Szenarienbewertung wurden mit den Projektpartnern diskutiert und verifiziert.

In der dritten Arbeitsphase hat die Fritz Winter Eisengießerei in gemeinsamer Absprache mit der DB Cargo AG und dem Fraunhofer IML die Konzeptplanung detailliert. Hierzu wurden vorab eingeholte Angebote analysiert. Anschließend wurden Logistikdienstleister spezifiziert.

- Steigerung der Tonnage an Neusand auf der Bahn

Erstellung und Bewertung von Zugumlaufplänen zur Belieferung der Fritz Winter Eisengießerei mittels Plantrain, Variotrain, Flextrain oder einer Kombination dieser Produkte durch die DB Cargo AG. Einholung eines modifizierten bzw. aktualisierten Transport-Rahmenvertrages, Verhandlung über konkrete Modalitäten.

- Verlagerung von Koks und Siliciumcarbid auf die Bahn

Erstellung und Bewertung von Zugumlaufplänen durch die AWILOG-Transport GmbH, die Rhenus Rail Logistics GmbH und duisport rail. Änderung der Bedienungsanweisung für die beteiligten Eisenbahnverkehrsunternehmen, Bau einer Traverse zur Aufnahme der AWILOG-Behälter, Bemusterung der Behälter mit diversen Änderungen (Verriegelung, Aufnahme für Stapler, Einbau eines Schrägbodens zur besseren Entleerung), Befestigung der Be- und Entladezone, Testfahrten, Optimierung der Be- und Entladung, Erstellung von Anweisungen für Rangier- und Behälterumschlag, Realisierung von Regelverkehren.

- ortsnahe Entsorgung von Abfällen

Prüfung der bei ortsnaher Entsorgung zu beachtenden Restriktionen (technische und rechtliche Erfordernisse bei dem Entsorgungsdienstleister), Identifizierung eines geeigneten Entsorgungsdienstleisters, Einholung eines Angebotes. Verhandlung über konkrete Modalitäten, Realisierung der ortsnahe Entsorgung.

1.4.4 DB Cargo AG

In der ersten Arbeitsphase hat die DB Cargo AG die vom Fraunhofer IML im Bereich der Versorgung angefragten Daten ermittelt und bereitgestellt. Darüber hinaus hat das Unternehmen in Projektsitzungen und bilateral geführten Gesprächen einen Beitrag zur Auswertung dieser Daten geleistet.

In der zweiten Arbeitsphase hat das Unternehmen aktiv an der Recherche marktreifer Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechnik (speziell für modifizierte Tragwagen und modifizierte EOS-Container) mitgewirkt. Des Weiteren hat das Unternehmen sich konkret mit Herstellern auseinandergesetzt und detaillierte Informationen (auch zur Anpassung der Technik, z.B. zur Nut-

zung des AWILOG-Systems) eingeholt. Das Unternehmen hat darüber hinaus in bilateral geführten Gesprächen das Fraunhofer IML über erforderliche Prozesse bzw. zu berücksichtigende Rahmenparameter informiert und die vom Fraunhofer IML erstellten Prozessketten diskutiert. Dies gilt für alle Logistik- und Organisationsmodelle (Silocontainer, EOS-Container, 20-Fuß-open-top-Container). Zusätzlich hat die DB Cargo AG in gemeinsamer Absprache mit dem Fraunhofer IML Logistikszenerarien geplant und bewertet. Hierzu wurden, soweit erforderlich, ergänzende Informationen bzw. Daten erhoben, aufbereitet und dem Fraunhofer IML zur Verfügung gestellt. Die Ablaufdiagramme der Logistikszenerarien, die Prozessketten, die Modelle in Excel und die darin eingegebenen Daten wurden in bilateralen Gesprächen bzw. in Projektsitzungen auf Konsistenz und Plausibilität überprüft. Die Ergebnisse der Szenarienbewertung wurden mit den Projektpartnern diskutiert und verifiziert. Abschließend wurden zwei Szenarien ausgewählt.

In der dritten Arbeitsphase hat die DB Cargo AG in gemeinsamer Absprache mit der Fritz Winter Eisengießerei und dem Fraunhofer IML die Konzeptplanung detailliert. Hierzu wurden vorab erstellte Angebote diskutiert. Anschließend wurden diese Angebote modifiziert bzw. aktualisiert.

- Steigerung der Tonnage an Neusand auf der Bahn

Erstellung und Bewertung von Zugumlaufplänen zur Belieferung der Fritz Winter Eisengießerei mittels Plantrain, Variotrain, Flextrain oder einer Kombination dieser Produkte durch die DB Cargo AG. Erstellung eines aktualisierten Transport-Rahmenvertrages, Verhandlung über konkrete Modalitäten.

- Verlagerung von Koks und Siliciumcarbid auf die Bahn

Erstellung und Bewertung von Zugumlaufplänen zur Belieferung der Fritz Winter Eisengießerei mittels Plantrain, Variotrain, Flextrain oder einer Kombination dieser Produkte durch die DB Cargo AG. Erstellung eines aktualisierten Transport-Rahmenvertrages, Verhandlung über konkrete Modalitäten.

1.4.5 H. Brühne Entsorgung GmbH & Co. KG

In der ersten Arbeitsphase hat die H. Brühne Entsorgung die vom Fraunhofer IML im Bereich der Entsorgung angefragten Daten ermittelt und bereitgestellt. Darüber hinaus hat das Unternehmen in Projektsitzungen und bilateral geführten Gesprächen einen Beitrag zur Auswertung dieser Daten geleistet.

In der zweiten Arbeitsphase hat das Unternehmen aktiv an der Recherche marktreifer Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechnik (speziell für Silocontainer und 20-Fuß-open-top-Container) mitgewirkt. Des Weiteren hat das Unternehmen sich konkret mit Herstellern auseinandergesetzt und detaillierte Angebote (auch zur Anpassung der Technik, z.B. zur Nutzung des Mobiler-Systems) eingeholt. Das Unternehmen hat darüber hinaus in bilateral geführten Gesprächen das Fraunhofer IML über erforderliche Prozesse informiert und die vom Fraunhofer IML erstellten Prozessketten diskutiert. Dies gilt insbesondere für die Logistik- und Organisationsmodelle, die auf dem Silocontainer bzw. dem 20-Fuß-open-top-Container basieren. Zusätzlich hat das Unternehmen in gemeinsamer Absprache mit dem Fraunhofer IML Logistikszenerien geplant und bewertet. Hierzu wurden, soweit erforderlich, Informationen bzw. Daten erhoben, aufbereitet und dem Fraunhofer IML zur Verfügung gestellt. Die Ablaufdiagramme der Logistikszenerien, die Prozessketten, die Modelle in Excel und die darin eingegebenen Daten wurden in bilateralen Gesprächen bzw. in Projektsitzungen auf Konsistenz und Plausibilität überprüft. Die Ergebnisse der Szenarienbewertung wurden mit den Projektpartnern diskutiert und verifiziert.

In der dritten Arbeitsphase hat die H. Brühne Entsorgung ein konkretes Angebot zur Entsorgung von Altsand sowie zur Entsorgung von Kernbruch am unternehmenseigenen Entsorgungsstandort in Duisburg erstellt und an den Verbundpartner, die Fritz Winter Eisengießerei abgegeben. Parallel dazu hat das Unternehmen gemeinsam mit dem Fraunhofer IML den Austausch mit Technikanbietern zur Herstellung eines Silocontainers bzw. zur Herstellung der entsprechenden Fahrzeug- und Umschlagtechnik intensiviert. Darüber hinaus wurden weitere Abfallerzeuger neben der Fritz Winter Eisengießerei identifiziert. Als Entsorgungsstandort wurde darüber hinaus die GHB Gesellschaft zur Herstellung von Bindemitteln und Sorbenten mbH & Co. KG in Rositz einbezogen, an der die H. Brühne Entsorgung eine Mehrheitsbeteiligung erworben hat. Das in Thüringen ansässige Unternehmen betreibt bereits seit über zwei Jahren eine Aufbereitungsanlage für die Verwertung stark belasteter Stäube, Aschen, Schlacken und Sande. Jährlich können bis zu 200.000 t mineralischer Abfälle aus thermischen, chemischen oder physikalischen Prozessen verwertet werden. Der Annahmekatalog umfasst über 100 Abfallarten. Die zumeist belasteten Abfälle werden durch eine vollständige Stabilisierung zu einem hochwertigen Sekundärbaustoff verarbeitet. Die Anlieferung an den Entsorgungsstandort kann dabei mit der Bahn erfolgen. Neben ortsnahe Verladestellen ist auch eine Gleisanbindung vorhanden.

1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Zusammenarbeit mit anderen Stellen erfolgte insbesondere bei der Analyse branchenspezifischer Strukturen (Arbeitspaket 1.1), bei der Entwicklung-, Anpassung und Auswahl von Behälter-, Fahrzeug- und Umschlag-

technik (Arbeitspakt 2.1), bei der Analyse der technischen Machbarkeit und der Wirtschaftlichkeit (Arbeitspaket 2.4) sowie bei der Detailplanung (Arbeitspaket 3.1).

Zur Analyse der branchenspezifischen Strukturen wurde eine bundesweite Forschungsumfrage durchgeführt. Diese wurde um Experteninterviews ergänzt. Hierzu wurden gezielt Unternehmen der Eisen-, Stahl- und Tempergießereibranche kontaktiert. Die Entwicklung, Anpassung und Auswahl von Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechnik erfolgte ebenso wie die Analyse der technischen Machbarkeit und der Wirtschaftlichkeit bzw. ebenso wie die Detailplanung unter Einbeziehung entsprechender Technikanbieter (Normann Bock GmbH & Co. KG, Palfinger Bermüller GmbH, AWILOG-Transport GmbH u.a.). Darüber hinaus wurden in Absprache mit der DB Cargo AG gezielt Angebote private Eisenbahnverkehrsunternehmen angefragt bzw. eingeholt (RAG Bahn und Hafen GmbH, rail4chem Eisenbahnverkehrsgesellschaft mbH, Rhenus Rail GmbH u.a.).

2 Ist-Analyse

Die Ist-Analyse gliedert sich in die Analyse der branchenspezifischen Strukturen, die Analyse der Verkehrslogistik, die Analyse der Entsorgungslogistik sowie in die Identifikation, Auswahl und Zuordnung verkehrlich besonders relevanter Stoffe und Stoffströme.

2.1 Analyse der branchenspezifischen Strukturen

Zur Analyse der branchenspezifischen Strukturen wurde eine Forschungsumfrage in der deutschen Gießereibranche durchgeführt. Die Umfrage basierte auf einem Fragenkatalog einerseits und ergänzenden Interviews andererseits. Sie zielte insbesondere auf die Erhebung verkehrsspezifischer Daten (z.B. die Ermittlung durchschnittlicher Transportmengen, -relationen und -leistungen, die Bestimmung des branchenweiten »Modal-Split« und die Berechnung weiterer, branchenspezifischer Logistikkennzahlen). Die Ergebnisse der Forschungsumfrage werden nachfolgend vorgestellt und interpretiert.

2.1.1 Ergebnisse der Forschungsumfrage

Die Forschungsumfrage des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund wurde in dem Zeitraum von August bis Dezember 2001 vorbereitet und durchgeführt. Sie richtete sich an die Unternehmen der deutschen Gießereibranche. Befragt wurden 415 Unternehmen, davon 240 Nichteisengießereien sowie 175 Eisen-, Stahl- und Tempergießereien. Den befragten Unternehmen wurde angeboten, ihnen auf Wunsch die Auswertung der Forschungsumfrage und die Ergebnisse des Forschungsvorhabens zukommen zu lassen. 87% der befragten Unternehmen zeigten Interesse an der Auswertung der Forschungsumfrage. 61% der Unternehmen zeigten Interesse an den Ergebnissen des Forschungsvorhabens. 29% der Unternehmen standen darüber hinaus im Verlauf des Forschungsvorhabens für ein Expertengespräch zur Verfügung.

Allgemeine Angaben

Die allgemeinen Angaben dienen der Strukturierung der befragten Unternehmen hinsichtlich Größe und Branchenzugehörigkeit. 74% der Unternehmen zählen zu der Branche der Eisen-, Stahl- und Tempergießereien, 26% hingegen zu der Branche der Nichteisengießereien. 84% der Unternehmen sind kleine und mittlere Unternehmen mit einer Produktionskapazität von durchschnittlich 900 t/Monat bei Eisen-, Stahl- und Tempergießereien bzw. 191 t/Monat bei Nichteisengießereien. 16% der Unternehmen sind große

Unternehmen mit einer Produktionskapazität von durchschnittlich 3.003 t/Monat bei Eisen-, Stahl- und Tempergießereien bzw. 300 t/Monat bei Nichteisengießereien. Bei der Differenzierung kleiner und mittlerer sowie großer Unternehmen gelten die Definitionen der Europäischen Union (EU).

Organisations- und Logistikstrukturen

Die Angaben zu den Organisations- und Logistikstrukturen geben Aufschluss über die spezifischen Gegebenheiten der befragten Unternehmen. In 23% der Unternehmen existiert ein Gleisanschluss. In 57% der Unternehmen mit Gleisanschluss wird dieser durch die DB Cargo AG bedient.

Allerdings werden nur 29% der existierenden und von der DB Cargo AG bedienten Gleisanschlüsse tatsächlich zum Transport von Hilfs- und Betriebsstoffen sowie Produktionsabfällen genutzt. Bei ebenfalls 57% der Unternehmen mit Gleisanschluss ergeben sich durch die Bahnstrukturreform (insbesondere durch das marktorientierte Angebot Cargo (MORA C)) Veränderungen. Als Alternative zum unternehmenseigenen Gleisanschluss gelten unternehmensnahe Verladebahnhöfe. Diese Alternative bietet sich 39% der Unternehmen.

Mit 45% dominieren räumliche Restriktionen (z.B. knappe Lagerkapazitäten im Werk oder im Verladebahnhof) bei der Belieferung mit Hilfs- und Betriebsstoffen bzw. der Entsorgung von Produktionsabfällen. Es folgen zeitliche Restriktionen (z.B. festgelegte Verladezeiten im Werk oder im Verladebahnhof) mit 42% und personelle Restriktionen (z.B. Vorgänge, die an bestimmtes Personal geknüpft sind) mit 6%. Mehrfachnennungen waren möglich. 39% der Unternehmen haben nach eigener Aussage keine Restriktionen.

Mit 48% überwiegen Mischformen bei der Belieferung mit Hilfs- und Betriebsstoffen aus Lagerhaltung und Just-in-Time-Strategien. 45% der Unternehmen betreiben reine Lagerhaltung, 6% der Unternehmen reine Just-in-Time Strategien. 45% der befragten Unternehmen gehen keine Kooperation mit Zulieferunternehmen ein. 13% der Unternehmen gehen eine kurzfristige (bis zu einem Jahr), 29% eine mittelfristige (bis zu fünf Jahren) und 13% eine langfristige Kooperation (über mehr als fünf Jahre) ein. Die Bestellung von Hilfs- und Betriebsstoffen erfolgt zu 61% mit Telefax, zu 32% mit EDV (z.B. SAP) und zu 6% über das Internet.

Ebenfalls mit 48% überwiegen Mischformen bei der Entsorgung von Produktionsabfällen aus regelmäßiger Entsorgung und Entsorgung auf Abruf. 39% der befragten Unternehmen bevorzugen die alleinige Entsorgung auf Abruf, 13% die alleinige regelmäßige Entsorgung. 19% der Unternehmen gehen keine Kooperation mit Entsorgungsdienstleistern ein. 10% der Unternehmen

gehen eine kurzfristige (bis zu einem Jahr), 55% eine mittelfristige (bis zu fünf Jahren) und 13% eine langfristige Kooperation (über mehr als fünf Jahre) ein. Die Bestellung der Dienstleistung zur Entsorgung von Produktionsabfällen erfolgt zu 81% per Telefax, zu 16% mit EDV (z.B. SAP). Das Internet wird hierzu von keinem der befragten Unternehmen verwendet.

3% der befragten Unternehmen setzen bei der Belieferung mit Hilfs- und Betriebsstoffen sowie bei der Entsorgung von Produktionsabfällen Sendungsverfolgungssysteme (z.B. Tracking and Tracing) ein.

Belieferung mit Hilfs- und Betriebsstoffen

Die befragten Unternehmen werden im Durchschnitt mit 962 t/Monat Schrott, 251 t/Monat Sand, 229 t/Monat Koks, 89 t/Monat Bentonit und mit 51 t/Monat Kalkstein beliefert. Sonstige Hilfs- und Betriebsstoffe, darunter auch Rohmetalle, belaufen sich auf durchschnittlich 221 t/Monat.

Die durchschnittliche Transportentfernung beträgt für Schrott 113 km, für Sand 250 km, für Koks 412 km, für Bentonit 259 km und für Kalkstein 113 km. Die Transportentfernung für sonstige Hilfs- und Betriebsstoffe, darunter auch Rohmetalle, beträgt 278 km. Die Belieferung eines Unternehmens mit Hilfs- und Betriebsstoffen verursacht damit durchschnittlich einen Transportaufwand von 421.847 tkm pro Monat.

Der Anteil des Verkehrsträgers Schiene an der Bewältigung des Transportaufwands entspricht insgesamt 6% der tkm. Im Detail werden 1% der tkm für Schrott, 37% der tkm für Koks und 30% der tkm für Kalkstein auf der Schiene abgewickelt. Alle weiteren Hilfs- und Betriebsstoffe werden auf der Straße transportiert. 10% der befragten Unternehmen führen zur Belieferung mit Hilfs- und Betriebsstoffen kombinierte Verkehre (Straße/Schiene oder Straße/Wasser) durch.

Ebenfalls 10% der befragten Unternehmen werden im Verbund mit anderen Unternehmen beliefert. 13% der Unternehmen führen in Teilen eine Kopplung von Belieferungs- und Entsorgungsverkehren (z.B. für Neusand und Altsand) durch. Der Rhythmus der Belieferung (täglich, mehrfach pro Woche, wöchentlich etc.) ist proportional zur Menge des jeweiligen, pro Monat erforderlichen Hilfs- und Betriebsstoffes.

Entsorgung von Produktionsabfällen

Bei den befragten Unternehmen fallen im Durchschnitt 279 t/Monat Altsand, 28 t/Monat Staub, 97 t/Monat Schlacke, 72 t/Monat Ausbruch und 42 t/Monat Kernbruch als Produktionsabfälle zur Entsorgung an. Sonstige Abfälle zur Entsorgung belaufen sich auf 3 t/Monat.

Die durchschnittliche Entfernung zur Entsorgung der Produktionsabfälle beträgt 128 km für Altsand, 128 km für Staub, 110 km für Schlacke, 107 km für Ausbruch und 157 km für Kernbruch. Die durchschnittliche Entfernung für sonstige Abfälle zur Entsorgung beträgt 25 km. Die Entsorgung von Produktionsabfällen eines Unternehmens verursacht damit durchschnittlich einen Transportaufwand von 60.743 tkm pro Monat. Dieser Transportaufwand wird vollständig auf der Straße abgewickelt.

In 74% der befragten Unternehmen erfolgt eine emissionsfreie Stauberfassung. In 16% der Unternehmen werden die erfassten Stäube zum Transport zwangsbefeuchtet, d.h. mit Wasser versetzt. Von den Unternehmen, die keine emissionsfreie Stauberfassung durchführen, sind 38% an der emissionsfreien Stauberfassung interessiert.

3% der befragten Unternehmen entsorgen die Produktionsabfälle im Verbund mit anderen Unternehmen. Von den Produktionsabfällen werden im Durchschnitt bei Altsand 23%, bei Staub 21%, bei Schlacke 2%, bei Ausbruch 19% und bei Kernbruch 3% beseitigt. Alle weiteren Produktionsabfälle werden einer Verwertung zugeführt. Der Rhythmus der Entsorgung (täglich, mehrfach pro Woche, wöchentlich etc.) ist proportional zur Menge des jeweiligen, pro Monat anfallenden Produktionsabfalls.

Umweltmanagementsysteme UMS

Die Angaben geben Aufschluss über die Durchdringung der befragten Unternehmen mit Umweltmanagementsystemen (UMS). 26% der Unternehmen haben sich bezüglich eines Umweltmanagementsystems beraten lassen. 16% der Unternehmen haben ein Umweltmanagementsystem (DIN ISO 9000 ff., DIN ISO 14000 ff., EMAS I oder EMAS II) eingeführt. 32% der Unternehmen räumen Umweltmanagementsystemen eine sehr hohen oder hohen Stellenwert im eigenen Unternehmen ein.

Produktionsintegrierter Umweltschutz PIUS

Die Angaben geben Aufschluss über die Durchdringung der befragten Unternehmen mit produktionsintegriertem Umweltschutz (PIUS). 42% der Unternehmen haben sich bezüglich Maßnahmen zum produktionsintegrierten Umweltschutz beraten lassen. 55% (d.h. 13% in eigener Leistung) haben entsprechende Maßnahmen umgesetzt (z.B. in Form von Entstaubungs-, Filter- und Sandregenerierungsanlagen). 48% der Unternehmen räumen dem produktionsintegrierten Umweltschutz einen sehr hohen oder hohen Stellenwert im eigenen Unternehmen ein. 10% der Unternehmen hingegen war der Begriff nicht bekannt.

2.1.2 Interpretation der Ergebnisse

Die Forschungsumfrage dient der Entwicklung eines Logistiksystems zur Kopplung von Ver- und Entsorgungsverkehren der Gießereibranche. Sie liefert eine fundierte Planungsdatenbasis und ermöglicht, das System gezielt auf die Rahmenbedingungen der deutschen Gießereibranche abzustimmen. Die Akteure der Gießereibranche hatten die Möglichkeit, Ihr Expertenwissen und Ihre Erfahrung in das Konzept einzubringen. Das große Interesse an den Ergebnissen der Forschungsumfrage und des Forschungsvorhabens sowie die Bereitschaft, für ein Expertengespräch zur Verfügung zu stehen dokumentiert die Praxisrelevanz des Forschungsvorhabens.

Allgemeine Angaben

Die deutsche Gießereibranche ist überwiegend mittelständisch strukturiert. Die durchschnittliche Produktionskapazität und die durchschnittlichen Mengenströme der Hilfs- und Betriebsstoffe sowie der Produktionsabfälle liegen in einer Größenordnung, die den Einsatz eines Logistiksystems zur Kopplung von Ver- und Entsorgungsverkehren prinzipiell ermöglicht.

Organisations- und Logistikstrukturen

Ein Viertel der Gießereiunternehmen verfügt über einen eigenen Gleisanschluss. Ein Drittel der Unternehmen hat als Alternative hierzu einen unternehmensnahen Verladebahnhof. Die Nutzung der Bahn zur Belieferung der Gießereiunternehmen mit Hilfs- und Betriebsstoffen bzw. zur Entsorgung von Produktionsabfällen ist folglich in vielen Fällen prinzipiell möglich.

Die vornehmlich räumlichen Restriktionen resultieren aus der jeweiligen Unternehmenshistorie. Häufig handelt es sich um alteingesessene Gießereien, deren Strukturen und Kapazitäten über die Zeit bis an die Grenze des Möglichen gewachsen sind. Daher herrscht Platzmangel. In diesen Unternehmen liegt der Fokus häufig auf einer raumoptimalen Abwicklung der Belieferungs-, Lager- und Entsorgungsprozesse. Die ebenfalls häufig anzutreffenden zeitlichen Restriktionen begründen sich insbesondere mit den Verladezeiten auf dem Werksgelände und dem Verladebahnhof. Häufig werden getrennte Zeitfenster für die Belieferung und die Entsorgung genutzt. Dabei sind gesetzlich Wirkungen auf die Umwelt (z.B. in Form von Lärm) zu vermeiden. Den räumlichen und zeitlichen Restriktionen muss das Logistiksystem Rechnung tragen.

Die Beschaffungsstrategie ist häufig eine Mischform aus Lagerhaltung und Just-in-Time-Strategie. Die Lagerhaltung wird vorwiegend bei geringwertigen Gütern eingesetzt. Der Grund hierfür ist das mit der Lagerung von Gütern verbundene gebundene Kapital. Es nimmt proportional mit der Menge bzw.

mit der Wertigkeit der gelagerten Güter zu. Die Lagerhaltung dient vornehmlich dem Zeit- und Mengenausgleich. Nachteilig ist der damit verbundene Platzbedarf. Alternativ wird die Just-in-Time-Strategie gewählt. Von ihr spricht man, wenn der Bestand die Losgröße eins hat. Die Güter werden zeitnah zur Produktion angeliefert, der Lageraufwand, der Platzbedarf und das gebundene Kapital tendieren gegen null. Entsprechend kann auf Lagerkapazitäten und -prozesse weitgehend verzichtet werden. Hierzu ist jedoch eine enge Kooperation mit den Zulieferern notwendig, um Produktionsausfälle zu vermeiden. Die Einführung eines neuen Logistiksystems bei Gütern mit Just-in-Time-Strategie ist kritischer als bei denen mit Lagerhaltung, da das System sensibler ist.

In der Beschaffung geht die Mehrzahl der Gießereiunternehmen keine Kooperation mit den Zulieferern ein. Der Grund liegt vornehmlich in der Wahrung der Flexibilität, um auf Veränderungen (z.B. Einkaufspreise) unmittelbar reagieren zu können. Werden dennoch Kooperationen eingegangen, sind diese meist mittelfristig ausgelegt.

Die Entsorgungsstrategie ist häufig eine Mischung aus Entsorgung auf Abruf und regelmäßiger Entsorgung. Die Entsorgung auf Abruf wird insbesondere dann eingesetzt, wenn die Menge des zu entsorgenden Produktionsabfalls gering ist und zeitlich nicht gleich verteilt anfällt. Sobald eine Menge erreicht ist, die einen wirtschaftlichen Transport zulässt (z.B. eine Containerladung) erfolgt die Abholung. Regelmäßige Entsorgung wird eingesetzt, wenn die Produktionsabfälle kontinuierlich in gleicher und ausreichend hoher Menge anfallen. Der Entsorger kann dann davon ausgehen, regelmäßig eine Menge vorzufinden, die wirtschaftlich transportiert werden kann.

Im Gegensatz zur Beschaffung geht die Mehrzahl der Gießereiunternehmen bei der Entsorgung eine mittelfristige Kooperation mit den Entsorgungsunternehmen ein. Der Grund liegt einerseits in der Gewährleistung der Entsorgungssicherheit, andererseits in der Wahrung eines Mindestmaßes an Flexibilität, um auf Veränderungen (z.B. Entsorgungskosten) mittelbar reagieren zu können.

Sowohl bei der Beschaffung als auch bei der Entsorgung erfolgt die Informationsbereitstellung überwiegend per Telefax. Es folgen mit erheblichem Abstand EDV-Systeme, während das Internet kaum genutzt wird. Ebenfalls kaum genutzt werden Sendungsverfolgungssysteme.

Belieferung und Entsorgung

Der durchschnittliche Bedarf an Formsanden und Formsandzusätzen entspricht etwa der durchschnittlich anfallenden Menge an mineralischen Produktionsabfällen. Dies erklärt sich dadurch, dass in einem »eingeschwunge-

nen System« stets soviel Hilfs- und Betriebsstoffe zugeführt werden müssen, wie bei der Produktion verbraucht und zur Entsorgung freigegeben werden. Diese »Paarigkeit« kann als Basis der Kopplung von Belieferungs- und Entsorgungsverkehren betrachtet werden. Im Detail sind allerdings einzelne Hilfs- und Betriebsstoffe sowie Produktionsabfälle zu betrachten.

Die Transportentfernung zur Belieferung einer Gießerei mit Formsanden entspricht etwa dem Doppelten der Entfernung zur Entsorgung von mineralischen Produktionsabfällen. Die Erklärung liegt in der Struktur der zuliefernden Unternehmen. Aufgrund der wenigen Quarzsandwerke in Deutschland erfolgt die Belieferung der Unternehmen »quasi-zentral«. Alleine die Quarzsandwerke Haltern und Frechen decken etwa 80% des Marktes ab. Hieraus resultieren entsprechende Transportrelationen. Diese sind aufgrund der Wertigkeit der Formsande vertretbar. Im Gegensatz dazu existiert eine große Anzahl an Entsorgungsdienstleistern und Entsorgungsstandorten. Darüber hinaus besitzen die mineralischen Produktionsabfälle (insbesondere in der Eisen-, Stahl- und Tempergießereibranche) eine geringe Wertigkeit. Das erste ermöglicht, das zweite erfordert möglichst geringe Transportrelationen. Für das Logistiksystem zur Kopplung von Ver- und Entsorgungsverkehren resultiert folglich die Anforderung, dass die Effizienz des Systems durch die Vermeidung von Leerfahrten den entsorgungsseitig höheren Transportaufwand kompensieren muss.

Einsatz des Verkehrsträgers Schiene

Die Ergebnisse der Forschungsumfrage verdeutlichen, dass viele Unternehmen entweder einen eigenen Gleisanschluss oder alternativ hierzu einen Verladebahnhof in der Nähe des eigenen Standortes haben. Die wenigsten Unternehmen nutzen jedoch die Möglichkeit, Güter auf der Schiene zu transportieren. Lediglich 6% der Belieferung erfolgen auf dem alternativen Verkehrsträger. Die Zulieferer verfügen zwar häufig über einen Gleisanschluss und die Transportrelationen lassen den Verkehrsträger Schiene möglich erscheinen, aber die Kosten und die systembedingt eingeschränkte Flexibilität der Bahn bilden große Hemmnisse. Entsorgungsseitig werden überhaupt keine Güter auf alternativen Verkehrsträgern transportiert. Neben den bereits genannten Hemmnissen sind es hier zusätzlich die kurzen Transportrelationen und die bei dem Entsorger nicht vorhandenen Gleisanschlüsse, die den Verkehrsträger Schiene untauglich erscheinen lassen.

In Kombination mit den Mengen und Transportrelationen der Hilfs- und Betriebsstoffe sowie Produktionsabfälle ist jedoch grundsätzlich von »bahnaffinen« Gütern zu sprechen. Damit ist der Einsatz der Bahn prinzipiell (d.h. unter bestimmten Voraussetzungen) möglich. Allerdings zieht sich die DB Cargo AG durch die Bahnstrukturreform (MORA C) zunehmend aus der Fläche zurück. Zukünftig sind demnach, sofern Verkehre der Gießereibranche auf

der Schiene abgewickelt werden sollen, Konzepte zur Einbindung von Regionalbahnen erforderlich. Das Logistiksystem soll grundsätzlich die Einbeziehung der Verkehrsträger Straße und Schiene ermöglichen.

Mengenbündelung

Einige Unternehmen lassen sich im Verbund beliefern bzw. ihre Produktionsabfälle im Verbund entsorgen. Hier zeigt sich, dass die Mengenbündelung als Mittel zur Erschließung von Kosteneinsparungspotenzialen bei dem Einkauf, der Logistik bzw. der Entsorgung herangezogen wird. Sie wird dreimal so häufig bei der Belieferung als bei der Entsorgung praktiziert. Der Grund liegt sowohl im Einkaufspreis als auch in den dort größeren Transportrelationen und dem damit verbundenen Einsparungspotenzial. Die Mengenbündelung bedarf entsprechender Voraussetzungen, d.h. sie bedarf mehrere Unternehmen mit gleichem Standort. Das Logistiksystem hat diesen Strukturen Rechnung zu tragen. Durch die Bündelung werden größere Transportrelationen und damit auch der Einsatz der Bahn rentabel.

Kopplung von Belieferungs- und Entsorgungsverkehren

Einige Unternehmen führen bereits in Teilen eine Kopplung der Belieferungs- und Entsorgungsverkehre durch. Dies verdeutlicht das Interesse der Unternehmen, Synergien zu nutzen und Kosten zu senken. Diesem Interesse wird das Logistiksystem gerecht.

Einsatz geschlossener Behältersysteme

Rund ein Viertel der befragten Unternehmen erfasst den Produktionsabfall Staub noch nicht emissionsfrei. Rund zwei Drittel dieser Unternehmen sind zukünftig jedoch daran interessiert. Diesem Interesse wird das Logistiksystem durch die Verwendung von geschlossenen Behältersystemen für die Erfassung, Lagerung und den Transport gerecht. Damit unterstützt das System auch die Ziele des Umweltmanagements (UMS) und des produktionsintegrierten Umweltschutzes (PIUS).

2.2 Analyse der Versorgungslogistik

Die Analyse der Versorgungslogistik wurde explizit für die Fritz Winter Eisengießerei durchgeführt. Sie gliederte sich in die Erfassung der zur Aufrechterhaltung der Produktion erforderlichen Stoffe, der jeweiligen Lieferanten und der entsprechenden Logistiksysteme.

2.2.1 Erfassung der erforderlichen Stoffe

Die zur Aufrechterhaltung der Produktion erforderlichen Stoffe (Tabelle 2.1) gliedern sich in solche zur Formherstellung und solche zur Beschickung. Stoffe zur Formherstellung gliedern sich in Sande, Bentonite bzw. Bentonit-Gemische und Kernhilfsmittel. Stoffe zur Beschickung hingegen gliedern sich in Gattierungsmaterial und Legierungen.

Tabelle 2.1:
Fraktionen zur
Versorgung

Fraktion	Menge pro Jahr
Versorgung	662.584 t/a
Formherstellung	217.843 t/a
Sande	162.068 t/a
Quarzsande	153.260 t/a
Chromitsande	8.808 t/a
Bentonite/Bentonit-Gemische	49.820 t/a
Kernhilfsmittel	5.955 t/a
Harze/Härter/Zusätze	2.513 t/a
Schichten	3.442 t/a
Beschickung	444.741 t/a
Gattierungsmaterial	443.179 t/a
Schrott	320.226 t/a
Ferro-Mangan	1.614 t/a
Kalksteine	19.628 t/a
Kies	4.706 t/a
Siliciumcarbid	15.905 t/a
Koks	81.100 t/a
Legierungen	1.562 t/a
Ferro-Chrom	500 t/a
Ferro-Silicium	762 t/a
Ferro-Molybdän	300 t/a
Erläuterung: Bedeutung der Einrückung!	

Gattierungsmaterial überwiegt mit ca. 67 % der insgesamt bezogenen Menge. Es folgen Sande mit ca. 24 %, Bentonite bzw. Bentonit-Gemische mit ca. 8 %, Kernhilfsmittel mit ca. 1 % und Legierungen mit deutlich unter 1 % (Abbildung 2.1, Abbildung 2.2).

Abbildung 2.1:
Anteil einzelner
Fraktionen

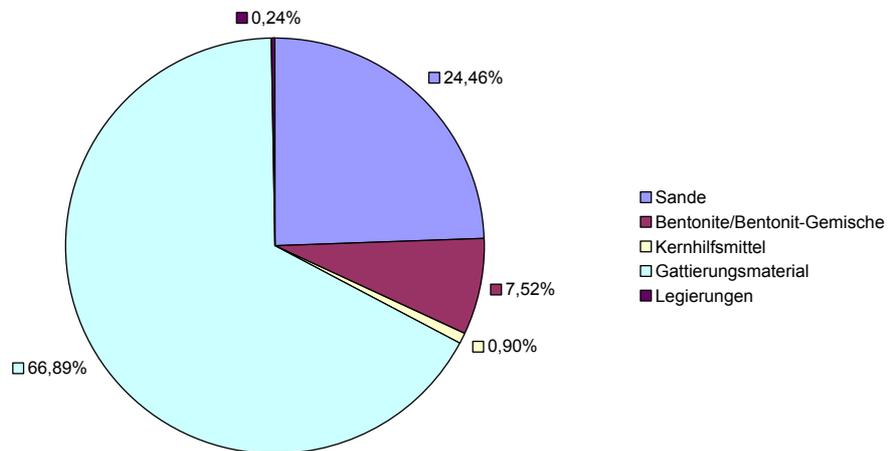
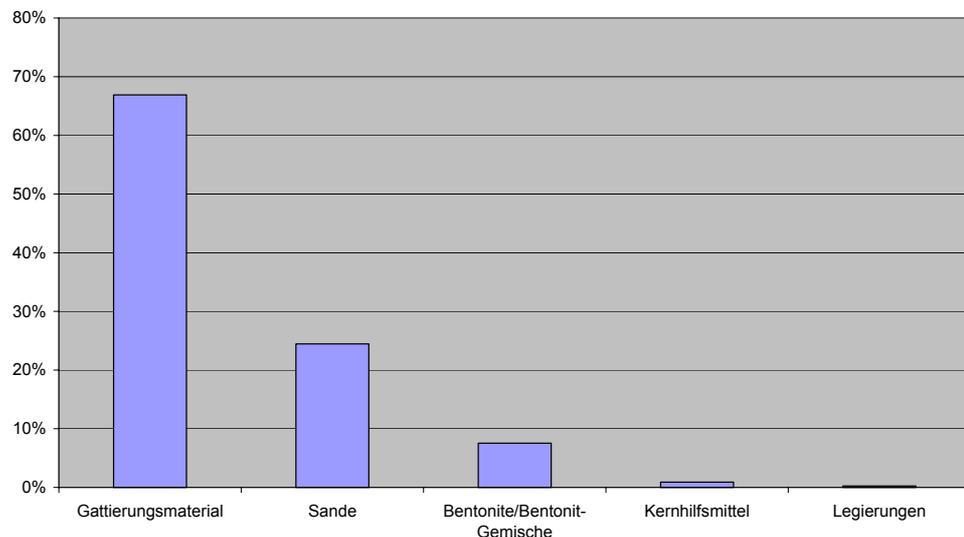


Abbildung 2.2:
Relevanz einzelner
Fraktionen



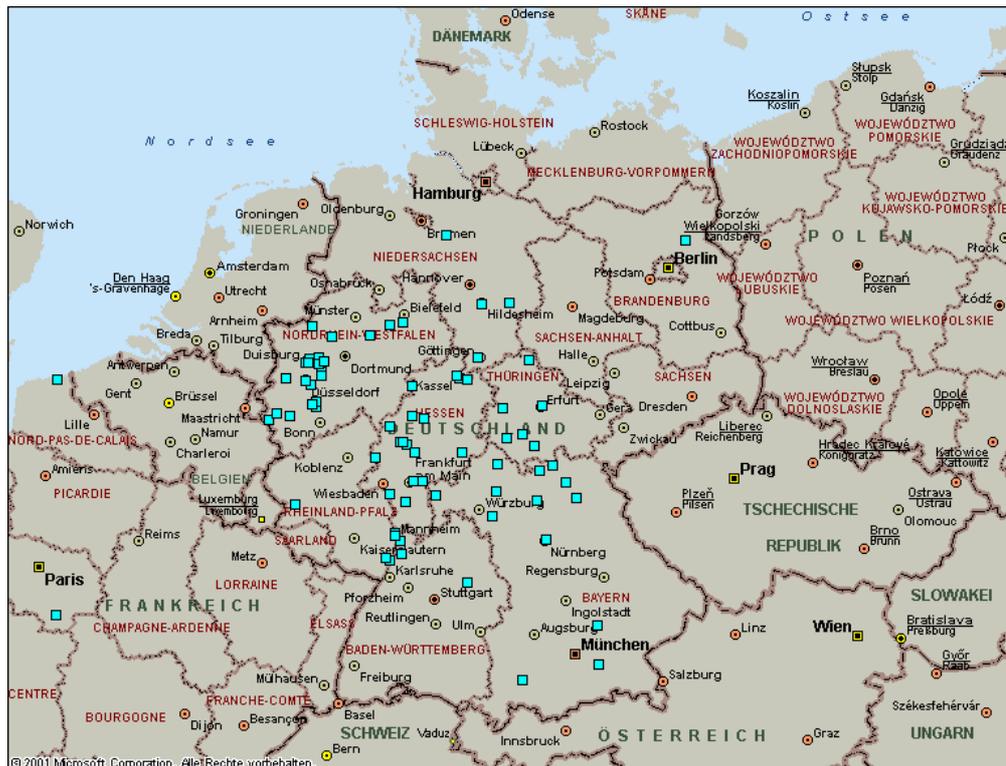
2.2.2 Erfassung der jeweiligen Lieferanten

Die Versorgung der Fritz Winter Eisengießerei wird durch eine Vielzahl von Lieferanten vorgenommen. Diese liefern unterschiedliche Stoffe in unterschiedlichen Mengen, aus unterschiedlichen Entfernungen und mit unterschiedlichen Logistiksystemen (Tabelle 2.2, Abbildung 2.3).

Tabelle 2.2:
 Erfassung der
 Fraktionen zur
 Versorgung

Inputfraktion		Lieferant			Menge t/a	Entfernung km	Transportleistung tkm/a	Bahn
Fr. Nr.	Fraktion	Land	PLZ	Ort				
1	Quarzsand H 32 trocken	D	45721	Haltern	56.481	270	15.249.870	+
2	Chinesischer Gießereikoks	D	63450	Antwerpen/Hanau	50.000	110	5.500.000	-
3	Blechkpakete verzinkt	D	34219	Kassel-Baunatal	39.073	70	2.735.110	+
4	Quarzsand H 33 trocken	D	45721	Haltern	29.122	270	7.862.940	+
5	Shredderschrott	D	35094	Lahntal-Goßfelden	23.562	26	612.612	-
6	Quarzsand G 32 trocken	D	35516	Gambach	22.352	60	1.341.120	-
7	Tschechischer Gießereikoks	D	47058	Duisburg	20.000	250	5.000.000	-
8	Kalksteine	D	59964	Medebach-Oberschledorn	19.628	60	1.177.680	-
9	Häckelschrott	D	63741	Aschaffenburg	16.269	156	2.537.964	-
10	Ecosil S 55	D	47058	Duisburg	15.600	250	3.900.000	-
11	Quarzsand G 36 trocken	D	35516	Gambach	15.057	60	903.420	-
12	Hochaktiv-Bentonit	D	85368	Moosburg	14.750	465	6.858.750	-
13	Kupolofenschrott SOZ	D	27283	Verden	12.997	320	4.153.841	-
14	Shredderschrott	D	52249	Eschweiler	11.583	276	3.196.908	-
15	Ecosil D 03 R 62	D	47058	Duisburg	11.370	250	2.842.500	-
16	Chinesischer Gießereikoks	D	47058	Antwerpen/Duisburg	11.100	240	2.664.000	-
17	Quarzsand F 36 trocken	D	50207	Frechen	11.045	235	2.595.575	-
18	Kupolofenschrott SOZ	D	98639	Walldorf	10.461	141	1.479.185	-
19	Kupolofenschrott SOZ	D	96450	Coburg	10.252	244	2.503.538	-
20	Kupolofenschrott SOZ	D	04523	Elstertrebnitz	10.070	289	2.907.209	-
...
135	Hotbox-Härter AT 7 312017	D	40505	Düsseldorf	12	245	2.940	-
Summe					410.784			

Abbildung 2.3:
 Darstellung der
 Quellen



Die Versorgung mit ca. 667.000 t/a führt zu einer Transportleistung von ca. 135 Mio. tkm/a, die zu 80 % auf der Straße abgewickelt wird. Weitere Angaben zu den Fahrzeugkilometern und zum Fahrzeugaufkommen sind der Tabelle 2.3 zu entnehmen.

Tabelle 2.3:
Transportleistung
der Versorgung

	Tonnage	%-Anteil	Kölner Dom
Straße	540.286 t/a	81%	4,5 mal
Schiene	126.394 t/a	19%	1,1 mal
insgesamt	666.680 t/a	100%	5,6 mal
	Transportleistung	%-Anteil	Apollo 11 Mission
Straße	108.447.227 tkm/a	80%	4,9 mal
Schiene	26.311.780 tkm/a	20%	1,2 mal
insgesamt	134.759.007 tkm/a	100%	6,1 mal
	Fahrzeugkilometer	%-Anteil	Mond und zurück
Straße	4.325.726 Fzkm/a	82%	5,6 mal
Schiene	934.140 Fzkm/a	18%	1,2 mal
insgesamt	5.259.866 Fzkm/a	100%	6,8 mal
	Fahrzeugaufkommen	%-Anteil	1 Fzg. bei FW alle*
Straße	21.535 Fzge/a	84%	8,3 min
Schiene	3.986 Fzge/a	16%	45,0 min
insgesamt	25.521 Fzge/a	100%	7,0 min

* bezogen auf 230 Arbeitstage und eine Warenannahmezeitspanne von 6.00 bis 19.00 Uhr

Die Tabelle 2.4 zeigt resultierende Kennzahlen der Versorgungslogistik.

Tabelle 2.4:
Kennzahlen der
Versorgung

Kennzahlen	Versorgung
durchschnittliche Transportentfernung	242 km
maximale Transportentfernung	1.290 km
minimale Transportentfernung	15 km
durchschnittliche Mittelwertabweichung	83 km
Standardabweichung	146 km

2.2.3 Erfassung der Logistiksysteme

Gattierungsmaterial und Legierungen werden in Lkw für Schüttguttransporte angeliefert. Hierbei handelt es sich um solche mit Festaufbau (Kipper) und solche mit Wechselcontainer (Abrollkipper mit Abrollmulde). Sande hingegen werden sowohl mit Lkw für Schüttguttransporte als auch im kombinierten Verkehr per Bahn (Hauptlauf) und Lkw für Schüttguttransporte (Nachlauf) angeliefert. Bei den Lkw handelt es sich um Lkw mit Siloaufleger. Bei dem Transport per Bahn kommen gedeckte Schüttgutwaggons mit dosierbarer Schwerkraftentladung (Tgds) zum Einsatz. Bentonite bzw. Bentonit-Gemische werden ebenfalls in Lkw für Schüttguttransporte angeliefert. Hierbei handelt es sich erneut um Lkw mit Siloaufleger. Kernhilfsmittel hingegen werden in Lkw für Stückguttransporte angeliefert. Eingesetzt werden Lkw mit Sattelaufleger sowie Lkw-Züge. Die Kernhilfsmittel werden hierzu in Ladehilfsmitteln (Big Bags, Säcke, Fässer, kubische Tankcontainer etc.) verstaut.

2.3 Analyse der Entsorgungslogistik

Die Analyse der Entsorgungslogistik wurde ebenfalls explizit für die Fritz Winter Eisengießerei durchgeführt. Sie gliederte sich in die Erfassung der zur Entsorgung anfallenden Abfälle, der jeweiligen Entsorger und der entsprechenden Logistiksysteme.

2.3.1 Erfassung der anfallenden Abfälle

Die zur Entsorgung anfallenden Abfälle gliedern sich in Altsande bzw. Kernbruch sowie sonstige Abfälle (Tabelle 2.5).

Tabelle 2.5:
Fraktionen zur
Entsorgung

Fraktion	Menge pro Jahr
Entsorgung	274.770 t/a
Altsande/Kernbruch	220.980 t/a
Altsand trocken	51.980 t/a
Altsand feucht	109.900 t/a
Kernbruch	59.100 t/a
Sonstige	53.790 t/a
Filterkuchen	12.420 t/a
Schlämme	8.400 t/a
Schlacken	30.850 t/a
Ofenausbruch	1.460 t/a
Metallische Reststoffe	660 t/a
Erläuterung: Bedeutung der Einrückung!	

Feuchter Altsand stellt mit ca. 40 % der insgesamt anfallenden Menge die größte Abfallfraktion dar. Es folgt Kernbruch mit ca. 22 %, trockener Altsand mit ca. 19 %, Schlacken mit ca. 11 %, Filterkuchen mit ca. 5 %, Schlämme mit ca. 3 % und Ofenausbruch sowie metallische Reststoffe mit deutlich unter 1 % (Abbildung 2.4, Abbildung 2.5).

Abbildung 2.4:
Anteil einzelner
Fraktionen

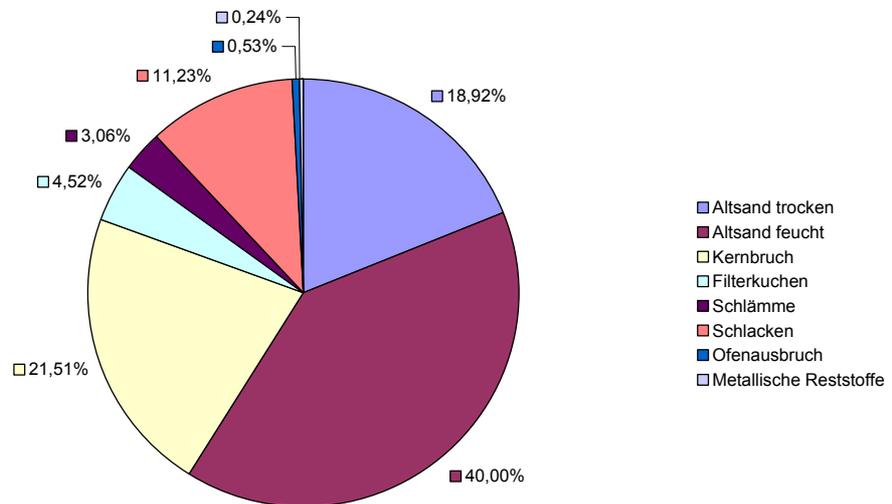
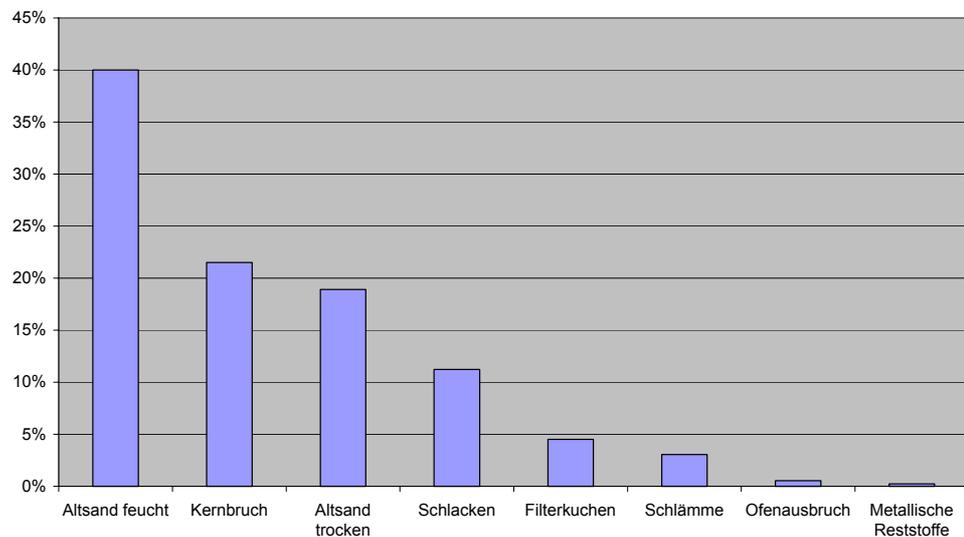


Abbildung 2.5:
Relevanz einzelner
Fraktionen



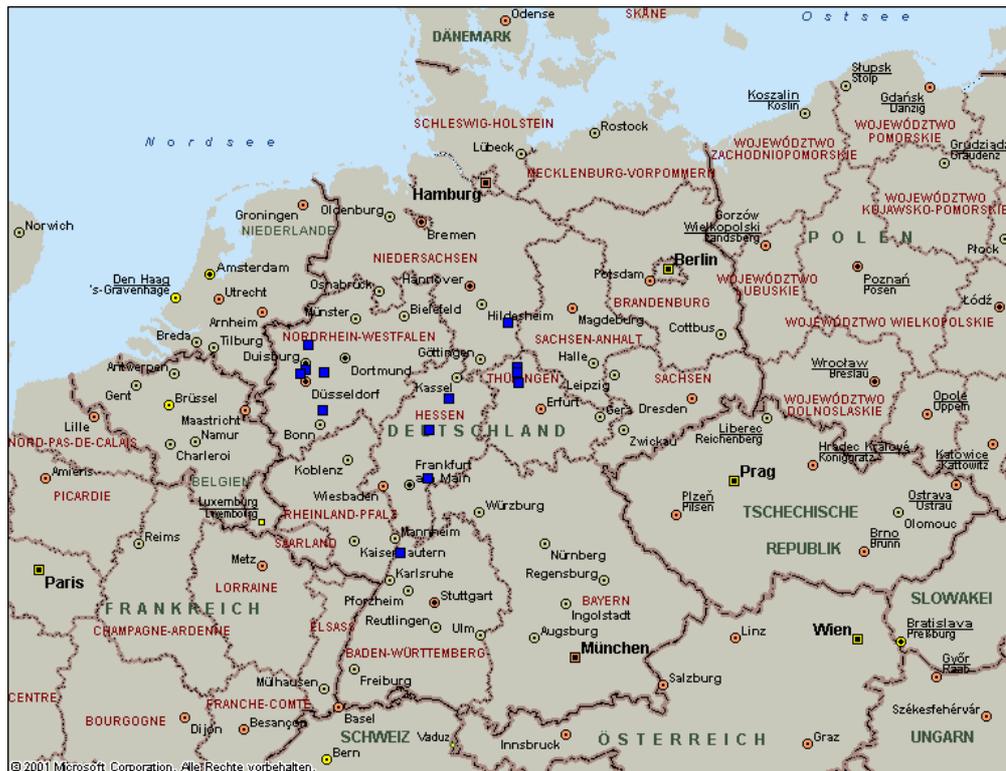
2.3.2 Erfassung der jeweiligen Entsorger

Die Entsorgung der bei der Fritz Winter Eisengießerei anfallenden Abfälle wird durch eine Vielzahl von Entsorgern vorgenommen. Diese entsorgen unterschiedliche Abfälle in unterschiedlichen Mengen, in unterschiedlichen Entfernungen und mit unterschiedlichen Logistiksystemen (Tabelle 2.6, Abbildung 2.6).

Tabelle 2.6:
 Erfassung der
 Fraktionen zur
 Entsorgung

Abfallfraktion		Entsorger			Menge t/a	Entfernung km	Transportleistung tkm/a	Bahn
Fr. Nr.	Fraktion	Land	PLZ	Ort				
1	Kernbruch	D	35315	Nieder-Ofleiden	46.900	10	469.000	-
2	Altsand	D	35315	Nieder-Ofleiden	44.800	10	448.000	-
3	Schlacke	D	35315	Nieder-Ofleiden	30.600	10	306.000	-
4	Altsand, feucht	D	63543	Neuberg	28.000	105	2.940.000	-
5	Altsand, trocken	D	47809	Krefeld	26.000	260	6.760.000	-
6	Altsand, trocken	D	99752	Bleicherode	25.980	185	4.806.300	-
7	Altsand, feucht	D	99759	Sollstedt	13.300	175	2.327.500	-
8	Schlamm	D	35315	Nieder-Ofleiden	8.400	10	84.000	-
9	Altsand	D	35315	Nieder-Ofleiden	8.400	10	84.000	-
10	Altsand, feucht	D	99996	Menteroda	7.300	160	1.168.000	-
11	Altsand, feucht	D	99752	Bleicherode	6.600	185	1.221.000	-
12	Kernbruch	D	51057	Köln	6.200	200	1.240.000	-
13	Filterkuchen	D	99752	Bleicherode	6.000	185	1.110.000	-
14	Filterkuchen	D	38644	Goslar	5.700	210	1.197.000	-
15	Kernbruch	D	42551	Velbert	3.500	250	875.000	-
16	Kernbruch	D	47809	Krefeld	2.400	260	624.000	-
17	Altsand, feucht	D	46569	Hünxe	1.500	275	412.500	-
18	Ofenausbruch	D	35315	Nieder-Ofleiden	1.460	10	14.600	-
19	Filterkuchen	D	47249	Duisburg	720	255	183.600	-
20	Schredder	D	68766	Hockenheim	660	190	125.400	-
21	E-Schlacke	D	35315	Nieder-Ofleiden	250	10	2.500	-
22	Kernbruch	D	34590	Wabern	100	50	5.000	-
Summe					274.770			

Abbildung 2.6:
 Darstellung der
 Senken



Die Entsorgung von ca. 281.000 t/a führt zu einer Transportleistung von ca. 26 Mio. tkm/a, die zu 100 % auf der Straße abgewickelt wird. Weitere Angaben zu den Fahrzeugkilometern und zum Fahrzeugaufkommen sind der Tabelle 2.7 zu entnehmen.

Tabelle 2.7:
Transportleistung
der Entsorgung

	Tonnage	%-Anteil	Kölner Dom
Straße	280.970 t/a	100%	2,34 mal
Schiene	0 t/a	0%	0,00 mal
insgesamt	280.970 t/a	100%	2,34 mal
	Transportleistung	%-Anteil	Apollo 11 Mission
Straße	26.465.400 tkm/a	100%	1,2 mal
Schiene	0 tkm/a	0%	0,0 mal
insgesamt	26.465.400 tkm/a	100%	1,2 mal
	Fahrzeugkilometer	%-Anteil	Mond und zurück
Straße	1.073.317 Fzkm/a	100%	1,4 mal
Schiene	0 Fzkm/a	0%	0,0 mal
insgesamt	1.073.317 Fzkm/a	100%	1,4 mal
	Fahrzeugaufkommen	%-Anteil	1 Fzg. bei FW alle*
Straße	12.709 Fzge/a	100%	14,1 min
Schiene	0 Fzge/a	0%	- min
insgesamt	12.709 Fzge/a	100%	14,1 min

* bezogen auf 230 Arbeitstage und eine Warenannahmezeitspanne von 6.00 bis 19.00 Uhr

Die Tabelle 2.8 zeigt resultierende Kennzahlen der Entsorgungslogistik.

Tabelle 2.8:
Kennzahlen der
Entsorgung

Kennzahlen	Entsorgung
durchschnittliche Transportentfernung	132 km
maximale Transportentfernung	275 km
minimale Transportentfernung	10 km
durchschnittliche Mittelwertabweichung	94 km
Standardabweichung	101 km

2.3.3 Erfassung der Logistiksysteme

Zur Entsorgung werden ausschließlich Lkw für Schüttguttransporte eingesetzt. Hierbei handelt es sich überwiegend um solche mit Festaufbau (Kipper) und solche mit Wechselcontainer (Abrollkipper mit Abrollmulde). Sie dienen zum Transport von feuchtem Altsand, Kernbruch, Schlacken, Filterkuchen, Schlämmen, Ofenausbruch und metallischen Reststoffen. Darüber hinaus finden Lkw mit Siloaufleger Verwendung. Sie dienen zum Transport von trockenem Altsand.

2.4 Identifikation, Auswahl und Zuordnung verkehrlich besonders relevanter Stoffe und Stoffströme

Ver- und Entsorgung führen in Summe zu einer Transportleistung von ca. 161 Mio. tkm/a. Diese Transportleistung wird zu 84 % auf der Straße abgewickelt. Weitere Angaben zu den Fahrzeugkilometern und zum Fahrzeugaufkommen sind der Tabelle 2.9 zu entnehmen.

Tabelle 2.9:
Transportleistung
der Ver- und Ent-
sorgung

	Tonnage	%-Anteil	Kölner Dom
Straße	821.256 t/a	87%	6,8 mal
Schiene	126.394 t/a	13%	1,1 mal
insgesamt	947.650 t/a	100%	7,9 mal
	Transportleistung	%-Anteil	Apollo 11 Mission
Straße	134.912.627 tkm/a	84%	6,1 mal
Schiene	26.311.780 tkm/a	16%	1,2 mal
insgesamt	161.224.407 tkm/a	100%	7,3 mal
	Fahrzeugkilometer	%-Anteil	Mond und zurück
Straße	5.399.043 Fzkm/a	85%	7,0 mal
Schiene	934.140 Fzkm/a	15%	1,2 mal
insgesamt	6.333.183 Fzkm/a	100%	8,2 mal
	Fahrzeugaufkommen	%-Anteil	1 Fzg. bei FW alle*
Straße	34.244 Fzge/a	90%	5,2 min
Schiene	3.986 Fzge/a	10%	45,0 min
insgesamt	38.230 Fzge/a	100%	4,7 min

* bezogen auf 230 Arbeitstage und eine Warenannahmezeitspanne von 6.00 bis 19.00 Uhr

Die Tabelle 2.10 stellt die Kennzahlen der Ver- und Entsorgungslogistik einander vergleichend gegenüber.

Tabelle 2.10:
Kennzahlen der
Ver- und Entsor-
gung

Kennzahlen	Versorgung	Entsorgung	%-Anteil
durchschnittliche Transportentfernung	242 km	132 km	54%
maximale Transportentfernung	1.290 km	275 km	21%
minimale Transportentfernung	15 km	10 km	67%
durchschnittliche Mittelwertabweichung	83 km	94 km	113%
Standardabweichung	146 km	101 km	69%
Erläuterung: Bedeutung %-Anteil!			

Zur Identifikation, Auswahl und Zuordnung verkehrlich besonders relevanter Stoffe und Stoffströme wird eine ABC-Analyse vorgenommen. Diese basiert auf den Kriterien t/a, km/a und EUR/a. Die Kriterien t/a und km/a werden dabei zu tkm/a vereint. Durch die Kriterien tkm/a und EUR/a wird berücksichtigt, dass zur Verlagerung von der Straße auf die Schiene große Mengen, große Entfernungen aber auch hohe Ist-Kosten erforderlich sind, wobei es letztere durch die Verlagerung zu senken gilt.

Die Tabelle 2.11 zeigt das Ergebnis der ABC-Analyse für die Versorgung.

Tabelle 2.11:
ABC-Analyse für
die Versorgung

Fr. Nr.	Inputfraktion	Ort	A1	A2	A3
1	Quarzsand H 32 trocken	Haltern	A	A	AA
2	Chinesischer Gießereikoks	Antwerpen/Hanau	A	A	
3	Blechkpakete verzinkt	Kassel-Baunatal	A	A	
4	Quarzsand H 33 trocken	Haltern	A	A	
7	Tschechischer Gießereikoks	Duisburg	A	A	
9	Häckelschrott	Aschaffenburg	A	A	
10	Ecosil S 55	Duisburg	A	A	
12	Hochaktiv-Bentonit	Moosburg	A	A	
13	Kupolofenschrott SOZ	Verden	A	A	
14	Shredderschrott	Eschweiler	A	A	
15	Ecosil D 03 R 62	Duisburg	A	A	
16	Chinesischer Gießereikoks	Antwerpen/Duisburg	A	A	
17	Quarzsand F 36 trocken	Frechen	A	A	
19	Kupolofenschrott SOZ	Coburg	A	A	
20	Kupolofenschrott SOZ	Elstertrebnitz	A	A	
23	Kupolofenschrott SOZ	Aachen	A	A	
24	Kupolofenschrott SOZ	Reuth	A	A	
26	Ecosil B 70	Moosburg	A	A	
8	Kalksteine	Medebach-Oberschiedorn	B	A	AB bzw. BA
21	Kupolofenschrott SOZ	Schweinfurt	B	A	
6	Quarzsand G 32 trocken	Gambach	B	B	BB
...

A1 Artikelklasse tkm
A2 Artikelklasse EUR
A3 Artikelklasse gesamt

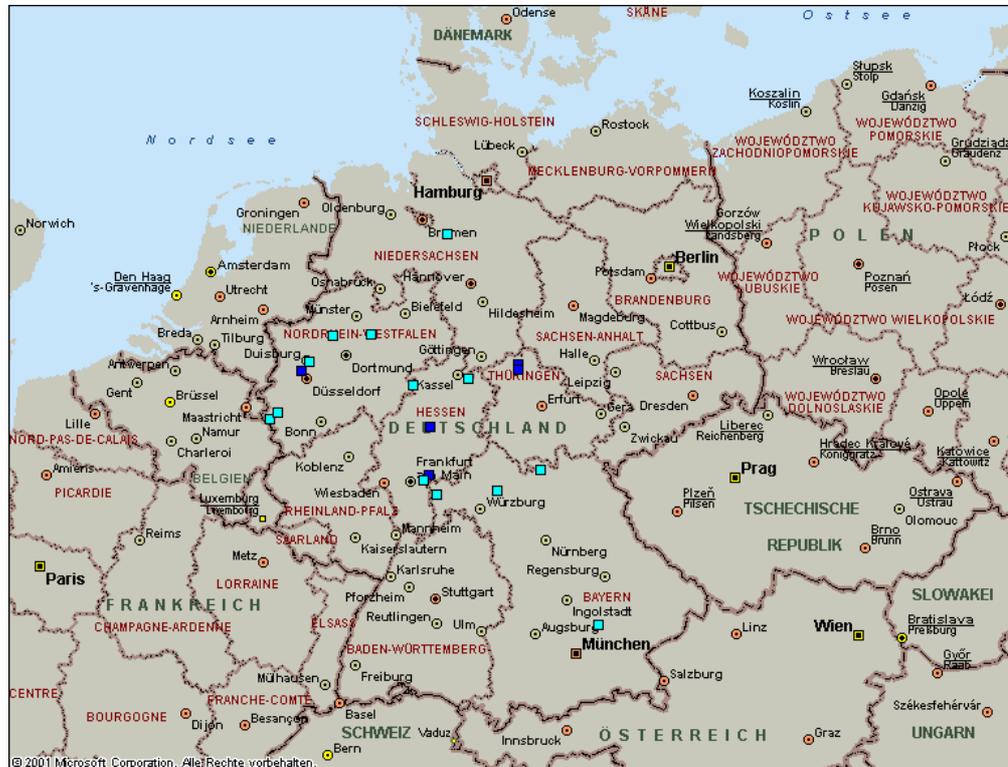
Die Tabelle 2.12 zeigt das Ergebnis der ABC-Analyse für die Entsorgung.

Tabelle 2.12:
ABC-Analyse für
die Entsorgung

Fr. Nr.	Abfallfraktion	Ort	A1	A2	A3	
4	Altsand, feucht	Neuberg	A	A	AA	
5	Altsand, trocken	Krefeld	A	A		
6	Altsand, trocken	Bleicherode	A	A		
7	Altsand, feucht	Sollstedt	A	B	AB bzw. BA	
1	Kernbruch	Nieder-Ofleiden	B	A		
2	Altsand	Nieder-Ofleiden	B	B	BB	
10	Altsand, feucht	Menteroda	B	B		
11	Altsand, feucht	Bleicherode	B	B		
12	Kernbruch	Köln	B	B		
13	Filterkuchen	Bleicherode	B	B		
14	Filterkuchen	Goslar	B	B		
15	Kernbruch	Velbert	B	B		
16	Kernbruch	Krefeld	B	C		BC bzw. CB
3	Schlacke	Nieder-Ofleiden	C	B		
8	Schlamm	Nieder-Ofleiden	C	C		CC
9	Altsand	Nieder-Ofleiden	C	C		
17	Altsand, feucht	Hünxe	C	C		
18	Ofenausbruch	Nieder-Ofleiden	C	C		
19	Filterkuchen	Duisburg	C	C		
20	Schredder	Hockenheim	C	C		
21	E-Schlacke	Nieder-Ofleiden	C	C		
22	Kernbruch	Wabern	C	C		

A1 Artikelklasse tkm
A2 Artikelklasse EUR
A3 Artikelklasse gesamt

Die Abbildung 2.7 zeigt abschließend die relevanten Quellen der Stoffe zur Versorgung (Artikelklasse AA) sowie die relevanten Senken der Abfälle zur Entsorgung (Artikelklasse AA).

Abbildung 2.7:
Darstellung rele-
vanter Quellen und
Senken

Gemäß den Ergebnissen der Ist-Analyse liegt der Fokus im Weiteren auf

- Fraktionen, die als Schüttgut geschlossen transportiert werden müssen (Versorgung: Sande, Bentonite/Bentonit-Gemische, Entsorgung: trockener Altsand) sowie
- Fraktionen, die als Schüttgut offen transportiert werden können (Versorgung: Gattierungsmaterial, Entsorgung: feuchter Altsand, Kernbruch und Filterkuchen).

3 Konzeptplanung

3.1 Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechnik

Die Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechnik wird für Fraktionen diskutiert, die als Schüttgut geschlossen transportiert werden müssen bzw. als Schüttgut offen transportiert werden können.

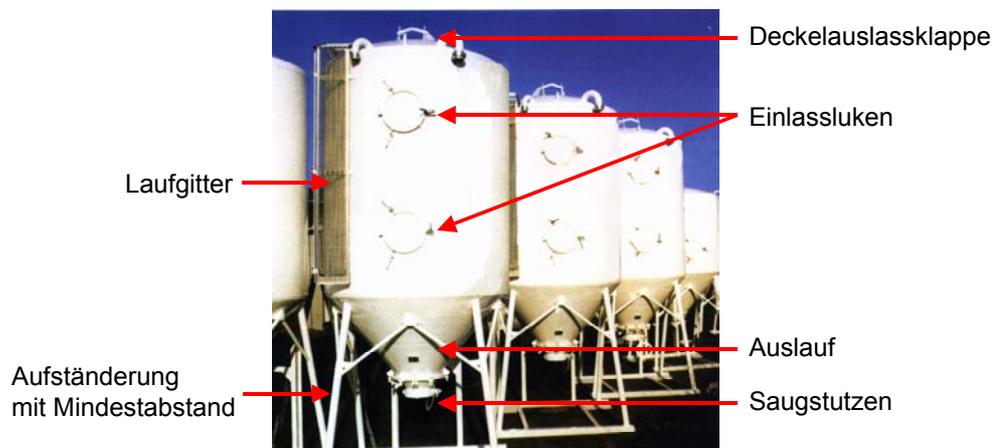
3.1.1 Einsatz geschlossener Behältertechnik

Behältertechnik

Als Behälter sollen Silocontainer Verwendung finden (Abbildung 3.1). Erste Anforderungen und Maßnahmen ergeben sich aus dem Transportgut. Das Verbundvorhaben fokussiert sich sowohl bei der Versorgung mit Hilfs- und Betriebsstoffen als auch bei der Entsorgung von Produktionsabfällen auf trockene, rieselfähige, z.T. sogar staubförmige Schüttgüter mit einer Dichte von ca. 0,65-1,5 t/m³. Hierzu zählen Sande, Bentonite bzw. Bentonit-Gemische sowie mineralische Reststoffe aus der Produktion. Sie können mit einer einheitlichen Behältertechnik erfasst und transportiert werden. Voraussetzung hierbei ist, dass es sich um eine geschlossene Behältertechnik handelt, um Verunreinigungen und Verwehungen der Formstoffe während des Transportes und »Zwangsbefeuchtungen« der mineralischen Reststoffe aus der Produktion zu vermeiden. Begrenzender Faktor für die Dimensionierung der Behältertechnik ist die Nutzlast. Sie sollte 25 t nicht überschreiten. Entsprechend muss der Behälter selbst möglichst leicht sein. Das Nutzvolumen spielt als begrenzender Faktor lediglich bei Bentoniten bzw. Bentonit-Gemischen mit einer Dichte von ca. 0,65 t/m³ eine Rolle. Bei Sanden und mineralischen Reststoffen mit einer Dichte von ca. 1,5 t/m³ kann es hingegen vernachlässigt werden. Voraussetzung für die Kopplung von Versorgungs- und Entsorgungsverkehren mittels einheitlicher, geschlossener Behältertechnik ist darüber hinaus, dass die Behälter, sofern vorher für Produktionsabfälle eingesetzt, vor der Befüllung mit Hilfs- und Betriebsstoffen hinreichend rein sind, um die Einhaltung der hohen Qualitätsanforderungen zu gewährleisten. Dies wird idealer Weise durch glatte, schweißnahtlose Fertigung der Behälterinnenseite, oder alternativ durch gründliche Reinigung gewährleistet. In letztgenanntem Fall ist der Behälter so auszulegen, dass er in einer herkömmlichen Tankwaschanlage gereinigt werden kann. Dadurch kann eine Investition in spezielle Reinigungsgeräte bzw. eine Freistellung von Personal zur Reinigung vermieden werden.

Weitere Anforderungen und Maßnahmen ergeben sich aus der Befüllung und der Entleerung der Behälter. Die Befüllung der Behälter mit Hilfs- und Betriebsstoffen oder Produktionsabfällen erfolgt i.d.R. durch Freifall liegend auf einem Lkw. Entsprechend sind seitliche Einlassluken erforderlich. Die Entleerung erfolgt entweder stehend (bei der Entnahme von Sanden, Bentoniten bzw. Bentonit-Gemischen und der Entnahme staubförmiger mineralischer Reststoffe) oder liegend auf einem Lkw (bei der Entnahme sonstiger mineralischer Reststoffe). Die Entleerung stehender Behälter erfolgt durch Freifall oder pneumatisch. Um eine pneumatische Entleerung zu gewährleisten, müssen die Behälter einerseits der Beaufschlagung mit Druckluft standhalten, andererseits eine entsprechende Vorrichtung zur pneumatischen Entleerung aufweisen. Die Entleerung findet über einen Saugstutzen statt, der sich an der Spitze des Auslaufes befindet. Um die Verbindung an ein Rohrleitungssystem oder an einen Schlauch über diesen Saugstutzen zu ermöglichen, muss unter diesem genügend Platz vorhanden sein. In der Regel sind 1,10 m bis 1,20 m ausreichend. Für die Entleerung des liegenden Behälters hingegen findet eine Deckelauslassklappe Verwendung. Der Behälter wird hierzu auf einem Lkw liegend nach Entriegelung der Klappe rücklings gekippt.

Abbildung 3.1:
Silocontainer



Zusätzliche Anforderungen und Maßnahmen resultieren aus dem Einsatz des Behälters als Ladehilfsmittel für Transport, Umschlag und Lagerung. Der Transport erfolgt liegend auf einem Lkw oder auf einem Tragwagen. Die Lagerung hingegen erfolgt i.d.R. stehend auf dem Boden. Der Behälter fungiert in diesem Fall als mobiler Silobehälter. Er muss folglich sowohl horizontal als auch vertikal umschlag- und abstellbar sein. Transport und Umschlag in einer multimodalen Transportkette bedingen darüber hinaus die Einhaltung von Standards. Der Behälter ist als 20-Fuß-Container mit Rahmenhalterung nach ISO-Standard auszulegen. Gleichzeitig sollte er entweder für das Abroll-Container-Transport-System (ACTS) oder das Mobiler-System ausge-

legt sein. Der Umschlag ist somit an nahezu jeder Verladestelle (durch Kränen am Terminal, durch ACTS oder Mobiler-System am Verladegleis) möglich. Weiterhin befähigt eine Rahmenhalterung nach ISO-Standard die genaue Einhaltung von Mindestabständen, wie z.B. beim Saugstutzen.

Die Abbildung 3.2 stellt die Anforderungen und Maßnahmen gegenüber:

Abbildung 3.2:
 Anforderungen und
 Maßnahmen bei
 der Behältertechnik

Anforderungen	Maßnahmen
Verunreinigungen vermeiden	geschlossener Behälter
Verwehungen vermeiden	geschlossener Behälter
Zwangsbefeuchtung vermeiden	geschlossener Behälter
Reinheit	- glatte, schweißnahtlose Behälterinnenseite - oder Auslegung für Tankwaschanlage
Befüllung durch Freifall	seitliche Einlassluken
Entleerung, stehend durch Freifall	Auslauf
Entleerung, stehend pneumatisch	- Auslauf, - Saugstutzen, - Platz unter Saugstutzen und - Auslegung des Behälters für Druckluft
Entleerung, liegend durch Kippen	Deckelauslassklappe
Verknüpfung von Transport und Lagerung d.h. Einsatz als mobiler Silobehälter	horizontaler und vertikaler Umschlag
Transport in multimodalen Transportketten	- Auslegung als 20-Fuß-Container, - Rahmenhalterung nach ISO-Standard, - Auslegung für ACTS oder Mobiler-System

Fahrzeugtechnik

Die Auswahl des Transportmittels orientiert sich an dem Bruttogewicht eines Behälters. Das Gewicht beträgt ca. 30 t (5 t Eigengewicht, 25 t Nettozuladung). Aus diesem Wert lässt sich schlussfolgern, dass lediglich ein Behälter pro Lkw transportiert wird und als Lkw eine Zugmaschine mit Sattelaufleger zum Einsatz kommt. Hinsichtlich der Zugmaschine bestehen keine spezifischen Anforderungen. Diese beziehen sich ausschließlich auf den Sattelaufleger.

Grundsätzlich muss der Sattelaufleger die Behälter auf dem Boden sowohl abstellen als auch ablegen können. Hierzu ist entweder ein vertikaler oder ein horizontaler Umschlag erforderlich. Dieser kann durch eine entsprechende technische Vorrichtung ermöglicht werden (Abbildung 3.3).

Abbildung 3.3:
 Combilift-System



Gleichzeitig muss der Sattelaufleger - sofern der Verkehrsträger Schiene ohne Nutzung eines Terminals in das Logistiksystem integriert werden soll - entweder das Abroll-Container-Transport-System (Abbildung 3.6) oder das Mobiler-System (Abbildung 3.5) unterstützen. Während die Straßenverkehrstechnik des ACTS mit verhältnismäßig einfachen Mitteln realisiert werden kann, bedarf es bei dem Mobiler-System einer speziellen Anfertigung des Sattelauflegers, die zu einer Verteuerung führt. Bezüglich der Schienenverkehrstechnik verhält es sich genau anders herum. Hier erfordert das ACTS bei Abroll-Containern mit einem Bruttogewicht von mehr als 15 t eine spezielle Anfertigung des Drehrahmens, während das Mobiler-System mit verhältnismäßig einfachen Mitteln umgesetzt werden kann. Die Wirtschaftlichkeit ist dabei stets im Einzelfall zu prüfen.

Abbildung 3.4:
 Abroll-Container-Transport-System



Abbildung 3.5:
 Mobiler-System



Eine weitere Anforderung resultiert aus der Entleerung der Behälter, sofern diese nicht als mobile Silobehälter fungieren und unmittelbar vom Lkw pneumatisch in ein festinstalliertes Silo »umgeblasen« werden muss. In diesem Fall ist einerseits ein Kippen des Behälters auf ca. 45 Grad erforderlich, um ein vollständiges Auslaufen des Transportgutes zu gewährleisten. Andererseits muss die Zugmaschine bzw. der Sattelaufleger über einen Kompressor verfügen, der die notwendige Druckluft bereitstellt.

Die Abbildung 3.6 stellt die Anforderungen und Maßnahmen gegenüber:

Abbildung 3.6:
 Anforderungen und
 Maßnahmen bei
 der Fahrzeugtech-
 nik

Anforderungen	Maßnahmen
vertikaler Umschlag	- Aufnahmebeschlag und Laufgitter
horizontaler Umschlag - Umschlag mittels ACTS oder - Umschlag mittels Mobiler-System	- Aufnahmebeschlag und Laufgitter - integriertes Mobiler-System
Kippen des Behälters auf ca. 45 Grad	- Kippvorrichtung
Bereitstellung von Druckluft zur Entleerung	Kompressor

Umschlagtechnik

Fahrzeug- und Umschlagtechnik sind bei dem Einsatz des ACTS oder des Mobiler-Systems identisch. Allerdings kann auch auf anderem Wege umgeschlagen werden. Hierzu kommen auf der Basis einer Rahmenhalterung nach ISO-Standard Krane (z.B. Portalkrane), aber auch Reachstacker und Containerstapler zum Einsatz. Investitionsgüter dieser Größenordnung stellen, bezogen auf eine Transportrelation sowie auf kleine und mittlere Unternehmen, keine Alternative dar. In Terminals, die in das Logistiksystem integriert werden können, finden sie hingegen sehr wohl Verwendung. Eine Anpassung dieser Technik ist nicht erforderlich.

3.1.2 Einsatz offener Behältertechnik

Behältertechnik

Bei einem Großteil der betrachteten Transportgüter handelt es sich um witterungsunempfindliche Schüttgüter. Diese können in einfach gestalteten, offenen Behältern transportiert werden. Bei der Versorgung handelt es sich gemäß Kapitel 2.4 um Gattierungsmaterial, bei der Entsorgung um feuchten Altsand, Kernbruch und Filterkuchen.

Die Kopplung von Ver- und Entsorgungsverkehren durch Einsatz identischer Behältertechnik ist aufgrund der ähnlichen Dichte der Güter sehr gut möglich. Fast alle in Frage kommenden Fraktionen weisen eine Dichte von ca. 1,1-1,5 t/m³ auf. Einzige Ausnahme ist Koks mit einer vergleichsweise gerin-

gen Dichte von ca. 0,5 t/m³. Der Differenz muss bei der Dimensionierung des Behälters hinsichtlich Nutzvolumen und Traglast Rechnung getragen werden. Da die Qualität der Hilfs- und Betriebsstoffe nicht beeinträchtigt werden darf, Verunreinigungen also vermieden werden müssen, ist technisch die Möglichkeit einer einfachen Behälterreinigung vorzusehen. Bei trockenen Fraktionen ist es ausreichend, den Behälter besenrein zu halten. Dies ist bei entsprechend gestaltetem, glatten Behälterboden problemlos möglich. Aufwändiger hingegen ist die Reinigung bei feuchtem Altsand und Filterkuchen. Hier ist zur Reinigung des Behälters eventuell das Abspritzen mit Wasser (Wasserschlauch, Hochdruckreiniger) erforderlich.

Fahrzeugtechnik

Für den Transport offener Schüttgutbehälter per Bahn existieren im Sinne des Verbundvorhabens zwei Möglichkeiten. Bei der ersten Möglichkeit handelt es sich um den Transport per Abroll-Container-Transport-System (ACTS, Abbildung 3.7). Bei diesem System werden standardisierte Abroll-Container eingesetzt. Hierdurch können erforderliche Investitionen in Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechnik minimiert werden. Die Abroll-Container sind universell einsetzbar. Die Verfügbarkeit ist hoch und die Beherrschbarkeit einfach. Den Straßentransport übernehmen Abrollkipper, für den Bahntransport werden ISO-Container Tragwagen verwendet. Beide sind wie die Abroll-Container standardisiert und genießen die gleichen Vorteile hinsichtlich Verfügbarkeit, Beherrschbarkeit und Kosten. Für den Bahntransport werden jedoch zusätzlich Drehrahmen benötigt, die auf die ISO-Aufnahmen der Tragwagen aufgesetzt werden. Die Drehrahmen beschränken die maximale Traglast des Systems i.d.R. auf ca. 20 t pro Abroll-Container. Für Spezialanwendungen stehen jedoch auch Drehrahmen mit einer Traglast von ca. 35 t pro Abroll-Container zur Verfügung. Nachteile für den Einsatz des ACTS liegen in der beschränkten Traglast der Drehrahmen sowie in den hohen Anschaffungs- und Unterhaltskosten.

Abbildung 3.7:
Abroll-Container-
Transport-System



Bei der zweiten Möglichkeit handelt es sich um das AWILOG-System (Abbildung 3.8). Das System basiert auf speziell angefertigten Absetzmulden, die quer auf Flachtragwagen mit Seitenborden abgesetzt werden. Dadurch, dass die Absetzmulden quer auf den Tragwagen positioniert sind, ist

ihr Volumen begrenzt. Je nach Ausführung und Höhe fassen sie ca. 8-10 m³ bzw. ca. 10 t (15 t bei Schwerlastmulden). Die Absetzmulden werden auf der Straße mit standardisierten Absetzkippern bewegt und können wie bei dem ACTS an nahezu jeder Ladestraße auf die Bahn verladen werden. Die Vorteile des AWILOG-Systems sind die geringen Kosten der Straßen- und Schienentransportmittel. Nachteilig wirkt sich aus, dass aufgrund der Verwendung speziell angefertigter Absetzmulden sowie dem vergleichsweise geringen Volumen bzw. der geringen Nutzlast höhere Investitionen zu tätigen bzw. höhere Prozesskosten insbesondere für den Straßentransport zu erwarten sind.

Abbildung 3.8:
AWILOG-System



Umschlagtechnik

Der Umschlag gestaltet sich bei beiden Systemen sehr einfach.

Die Drehrahmen des ACTS besitzen eine drehbare Aufnahme, die um ca. 45° aus der Waggonlängsachse ausgeschwenkt werden kann. Der Abrollkipper kann rückwärts auf nahezu jeder Ladestraße an die ausgeschwenkte Aufnahme heranfahren, den Abrollcontainer auf den Rahmen schieben oder den Abrollcontainer von diesem herunterziehen. Das Ausschwenken des beladenen Drehrahmens erfolgt aufgrund des hohen Gewichts mit Hilfe des Abrollcontainers. Zum Bahntransport werden die Drehrahmen eingeschwenkt und verriegelt.

Der Umschlag der Absetzmulden von der Straße auf die Schiene erfolgt im direkten Vergleich noch einfacher. Der mit der Absetzmulde beladene Absetzkipper fährt rückwärts quer an den Tragwagen heran und hebt die Mulde über die Seitenborde hinweg auf den Tragwagen. Die Arretierung erfolgt automatisch.

Die Beladung des Abrollcontainer bzw. der Absetzmulde erfolgt liegend auf dem Abrollkipper, auf dem Absetzkipper oder auf dem Tragwagen (z.B. per Radlader, per Bagger oder durch Freifall aus einem Silo heraus). Das Entladen des Schüttgutes erfolgt durch Öffnen der Rückwand und auskippen.

3.2 Logistik- und Organisationsmodelle

Einleitend werden mögliche Ausprägungsformen von Logistik- und Organisationsmodellen zur Vermeidung und Verlagerung von Kreislaufwirtschaftsverkehren der Gießereibranche diskutiert. Anschließend werden relevante Szenarien identifiziert.

3.2.1 Ausprägungsformen

Ziel des Verbundvorhabens ist die Vermeidung und Verlagerung von Kreislaufwirtschaftsverkehren der Gießereibranche. Maßnahmen zur Erreichung dieses Zieles liegen sowohl in der Kopplung von Ver- und Entsorgung als auch in dem Einsatz alternativer Verkehrsträger. Die Umsetzung dieser Maßnahmen wird von zwei wesentlichen Faktoren bestimmt.

Erster wesentlicher Faktor ist die räumlich-geographische Lage der an dem Logistiksystem partizipierenden Unternehmen, denn die Standorte dieser Unternehmen bestimmen die Transportentfernungen zwischen Versorger, Gießereiunternehmen und Entsorger, bzw. zwischen diesen Akteuren und standortnahen Verladestellen (Verladebahnhöfen, Terminals). Sie haben damit entscheidenden Einfluss auf die Struktur des Logistiksystems.

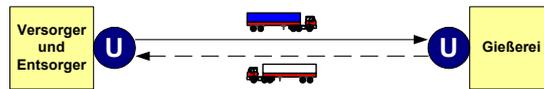
Im Ist-Zustand werden sowohl zwei Last- als auch zwei Leerfahrten durchgeführt. Durch die Kopplung von Ver- und Entsorgung werden die Leerfahrten durch eine Leerfahrt vom Entsorger zum Versorger ersetzt. Die Höhe der dadurch eingesparten Fahrzeugkilometer richtet sich nach den Standorten der einzelnen Unternehmen. Im »best case« sind die Standorte von Versorger und Entsorger identisch. Alle Fahrzeugkilometer bei Leerfahrt werden eingespart. Im »worst case« liegen die Standorte hintereinander auf einer gedachten Linie, wobei sich das Gießereiunternehmen zwischen Ver- und Entsorger befindet. In diesem Fall ist die Einsparung der Fahrzeugkilometer bei Leerfahrt gleich Null. Sind die Standorte nicht identisch und liegen auch nicht wie beschrieben auf einer gedachten Linie, wird zumindest ein Teil der Fahrzeugkilometer bei Leerfahrt eingespart. Dies entspricht dem »realistic case«. Die Höhe der Einsparung richtet sich nach der Nähe der einzelnen Standorte zueinander (Abbildung 3.9).

Zweiter wesentlicher Faktor ist die Anbindung der an dem Logistiksystem partizipierenden Unternehmen an das Schienenverkehrswegenetz der DB Netz AG. Die Anbindung erfolgt idealer Weise durch einen werkseigenen Gleisanschluss, der von der DB Cargo AG, einer Nichtbundeseigenen-Eisenbahn (NE-, Regional- bzw. Privatbahn) oder dem Unternehmen selbst bedient wird. Ebenfalls möglich ist die Anbindung über einen Verladebahnhof oder ein Terminal für den kombinierten Verkehr.

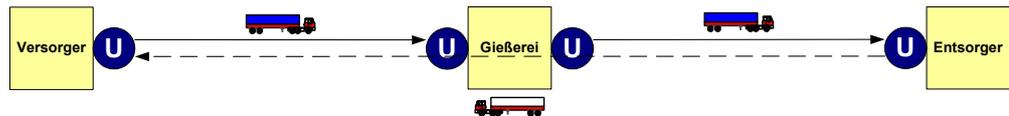
Erfolgt die Anbindung über einen Verladebahnhof bzw. Terminal für den kombinierten Verkehr, bestimmen die Entfernungen zwischen den Standorten der Akteure und den jeweiligen Verladestellen die Integration des Verkehrsträgers Schiene in das Logistiksystem. Die Entfernung von einem Akteur zur nächstgelegenen Verladestelle muss gemessen an der Entfernung von dieser Verladestelle zur Ziel-Verladestelle sehr gering sein, da ansonsten der Aufwand für die zusätzlichen Transport- und Umschlagprozesse in Relation zu dem gesamten Aufwand zu hoch werden.

Abbildung 3.9:
 Ausprägung der
 Kopplung von Ver-
 und Entsorgung

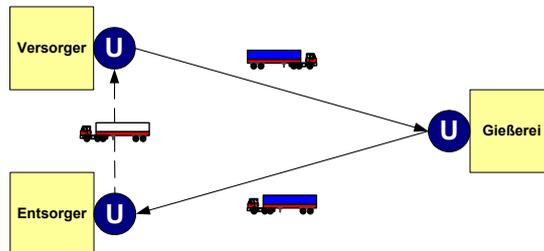
1. »best case«



2. »worst case«



3. »realistic case«



Die Kopplung von Ver- und Entsorgung mit gleichzeitigem Einsatz des alternativen Verkehrsträgers Schiene führt in Abhängigkeit der Standort- bzw. Verkehrsinfrastruktur zu einer Vielzahl unterschiedlicher Logistiksysteme. Diese unterscheiden sich vornehmlich in den Entfernungen der einzelnen Standorte (Versorger, Gießereiunternehmen, Entsorger) zueinander sowie in der Anbindung dieser Standorte an das Schienenverkehrsnetz der DB Netz AG.

3.2.2 Auswahl relevanter Szenarien

Im Rahmen des Verbundvorhabens werden sechs Szenarien untersucht. Die ersten drei Szenarien beziehen sich auf Fraktionen, die als Schüttgut geschlossen transportiert werden müssen (Versorgung: Sande, Bentonite/Bentonit-Gemische, Entsorgung: trockener Altsand). Das vierte und fünfte Szenario bezieht sich auf Fraktionen, die als Schüttgut offen transportiert werden können (Versorgung: Gattierungsmaterial, Entsorgung: feuchter Altsand, Kernbruch und Filterkuchen). Das sechste und letzte Szenario hingegen untersucht eine ortsnahe Ver- bzw. Entsorgung beider Arten von Fraktionen.

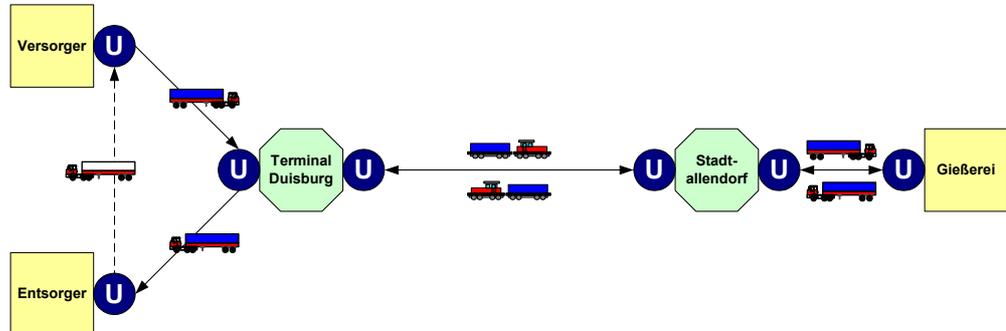
1. Szenario

Das erste Szenario betrachtet Verkehre zur Versorgung der Fritz Winter Eisengießerei mit Sanden sowie Verkehre zur Entsorgung der in der Eisengießerei anfallenden trockenen Altsande. Die Verkehre werden durch paarige Bahntransporte miteinander gekoppelt. Als Versorger wird die Quarzwerke GmbH, Frechen, einbezogen. Der Standort der Produktionsstätte ist Haltern. Von dort aus wird die Belieferung der Fritz Winter Eisengießerei mit ca. 33.000 t Quarzsand pro Jahr vorgenommen. Als Entsorger wird die H. Brühne Entsorgung, Dortmund, eingebunden. Der Standort der Entsorgungsanlage ist Duisburg. Zur Entsorgung stehen ca. 33.000 t trockener Altsand pro Jahr an. Als Behälter finden Silocontainer Verwendung. Diese werden auf der Straße mittels Lkw und Siloaufleger bzw. auf der Schiene mittels Tragwagen transportiert. Der Umschlag erfolgt durch einen Kran, durch das Abroll-Container-Transport-System (ACTS) oder durch das Mobiler-System. Als Umschlagorte für den kombinierten Verkehr werden das Terminal Duisburg (Hafen) und der Bahnhof Stadtallendorf einbezogen (Abbildung 3.10).

2. Szenario

Das zweite Szenario betrachtet Verkehre zur Versorgung der Fritz Winter Eisengießerei mit Bentoniten bzw. Bentonit-Gemischen sowie Verkehre zur Entsorgung der in der Eisengießerei anfallenden trockenen Altsande. Die Verkehre werden wiederum durch paarige Bahntransporte miteinander gekoppelt. Als Versorger wird ein Unternehmen mit Produktionsstätte in Duisburg einbezogen. Von dort aus wird die Belieferung der Fritz Winter Eisengießerei mit ca. 16.000 t Bentoniten bzw. Bentonit-Gemischen vorgenommen. Als Entsorger wird wiederum die H. Brühne Entsorgung, Dortmund, als Standort der Entsorgungsanlage wiederum Duisburg einbezogen. Zur Entsorgung stehen ca. 33.000 t trockener Altsand pro Jahr an. Die Behälter-Fahrzeug- und Umschlagtechnik ist analog der des ersten Szenarios. Auch die Umschlagorte bleiben gleich (Abbildung 3.10).

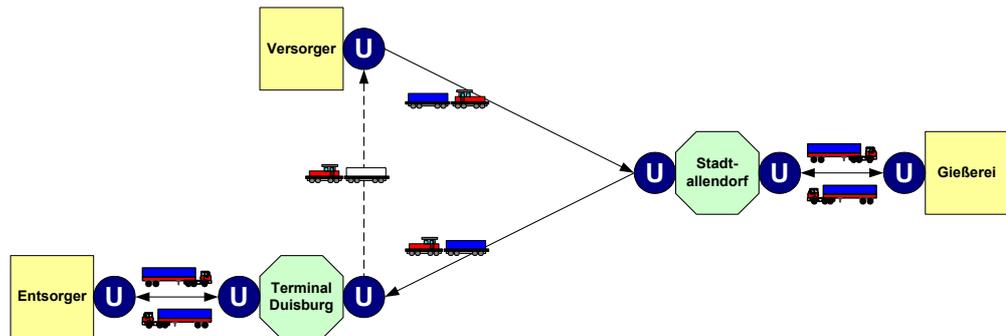
Abbildung 3.10:
 Logistikmodell
 Szenario 1 und 2



3. Szenario

Das dritte Szenario betrachtet erneut Verkehre zur Versorgung der Fritz Winter Eisengießerei mit Sanden sowie Verkehre zur Entsorgung der in der Eisengießerei anfallenden trockenen Altsande. Die Verkehre werden durch »Bahn-Dreiecksverkehre« miteinander gekoppelt. Versorger, Entsorger, Produktionsstätte, Standort der Entsorgungsanlage sowie Transportmengen der Ver- und Entsorgung werden analog zum ersten Szenario festgelegt. Darüber hinaus findet die gleiche Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechnik Verwendung. Als Umschlagorte für den kombinierten Verkehr werden die Produktionsstätte in Haltern, das Terminal Duisburg (Hafen) und der Bahnhof Stadtallendorf einbezogen (Abbildung 3.11).

Abbildung 3.11:
 Logistikmodell
 Szenario 3

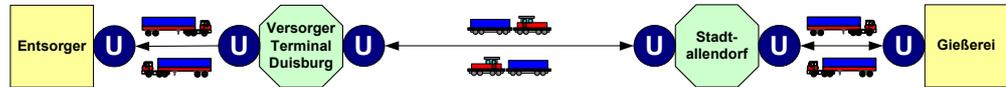


4. Szenario

Das vierte Szenario fokussiert sich auf Verkehre zur Versorgung der Fritz Winter Eisengießerei mit Koks und Siliciumcarbid sowie auf Verkehre zur Entsorgung des in der Eisengießerei anfallenden Kernbruchs. Die Verkehre werden durch paarige Bahntransporte miteinander gekoppelt. Als Versorger werden zwei Unternehmen einbezogen. Ein Unternehmen liefert Koks per Schiff zum Hafen in Duisburg, ein Unternehmen produziert Siliciumcarbid in Duisburg. Von Duisburg aus wird die Belieferung der Fritz Winter Eisengießerei

ßerei mit ca. 24.000 t Koks und Siliciumcarbid pro Jahr vorgenommen. Als Entsorger wird wiederum die H. Brühne Entsorgung, Dortmund, als Standort der Entsorgungsanlage wiederum Duisburg einbezogen. Zur Entsorgung stehen ca. 24.000 t Kernbruch pro Jahr an. Zum Einsatz kommen Abrollcontainer. Diese werden auf der Straße mittels Lkw und Anhänger (Lkw-Zug) bzw. auf der Schiene mittels Tragwagen transportiert. Der Umschlag erfolgt durch Kranen, durch das Abroll-Container-Transport-System (ACTS) oder durch das Mobiler-System. Als Umschlagorte für den kombinierten Verkehr werden das Terminal Duisburg (Hafen) und der Bahnhof Stadtallendorf einbezogen (Abbildung 3.12).

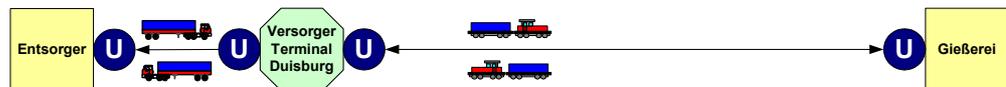
Abbildung 3.12:
 Logistikmodell
 Szenario 4



5. Szenario

Das vierte Szenario fokussiert sich ebenfalls auf Verkehre zur Versorgung der Fritz Winter Eisengießerei mit Koks und Siliciumcarbid sowie auf Verkehre zur Entsorgung des in der Eisengießerei anfallenden Kernbruchs. Die Verkehre werden wiederum durch paarige Bahntransporte miteinander gekoppelt. Versorger, Entsorger, Produktionsstätte, Standort der Entsorgungsanlage sowie Transportmengen der Ver- und Entsorgung werden analog zum vierten Szenario festgelegt. Allerdings werden Absetzcontainer eingesetzt. Diese werden auf der Straße mittels Lkw und Anhänger (Lkw-Zug) bzw. auf der Schiene mittels Tragwagen transportiert. Der Umschlag erfolgt durch einen Absetzkipper (AWILOG-System). Als Umschlagorte für den kombinierten Verkehr werden das Terminal Duisburg (Hafen) und das Werk der Fritz Winter Eisengießerei einbezogen (Abbildung 3.13).

Abbildung 3.13:
 Logistikmodell
 Szenario 5



6. Szenario

Das sechste und letzte Szenario betrachtet die ortsnahe Verbringung von Produktionsabfällen, konkret von 56.000 t trockenen Altsanden. Die Verkehre werden dabei mit derzeit verwendeter Technik (Lkw mit Siloaufleger) durchgeführt. Als Entsorgungsstandort wird Heuchelheim geprüft.

3.3 Szenarienanalyse

Die Szenarienanalyse beinhaltet die Erstellung detaillierter Prozessketten und die Kalkulation resultierender Prozesskosten. Die Kalkulation ist die Grundlage der anschließenden Wirtschaftlichkeitsanalyse.

3.3.1 Erstellung der Prozessketten

1. Szenario

Im ersten Szenario werden vom Entsorger ausgehend leere Silocontainer per Lkw zum Versorger transportiert. Dort werden die Silocontainer auf dem Lkw liegend durch Freifall mit Sand befüllt, anschließend zum Terminal Duisburg transportiert und per Kran, ACTS oder Mobiler-System auf die Schiene umgeschlagen. Wird ein Ganzzug erreicht, erfolgt der Transport der Silocontainer vom Terminal Duisburg ausgehend per Bahn zum Bahnhof Stadtallendorf. Dort werden die Silocontainer nach und nach per Kran, ACTS oder Mobiler-System auf die Straße umgeschlagen und in das Werk der Fritz Winter Eisengießerei transportiert. Im Werk wird zunächst der Sand im Wareneingang umgeschlagen. Hierzu werden die Silocontainer auf dem Lkw liegend mit Druckluft beaufschlagt. Durch die Druckluft wird der Sand in festinstallierte Silos eingeblasen. Anschließend werden die leeren Silocontainer zum Abfallanfallort transportiert und ebenfalls auf dem Lkw liegend durch Freifall mit trockenem Altsand befüllt. Die befüllten Silocontainer werden zum Bahnhof Stadtallendorf transportiert und auf die Schiene umgeschlagen. Danach erfolgt der Transport per Bahn zurück zum Terminal Duisburg. Hier wird erneut auf die Straße umgeschlagen. Es folgt der Transport der Silocontainer zum Entsorger. Dieser setzt die Container per Lkw ab, entleert und reinigt sie, verwertet den trockenen Altsand, nimmt die Container wieder per Lkw auf und transportiert sie zum Versorger (Abbildung 3.14).

2. Szenario

Die Prozesse des ersten und des zweiten Szenarios sind identisch. Lediglich die Fraktion zur Versorgung ändert sich, da nicht mehr Sande sondern Bentonite bzw. Bentonit-Gemische zur Fritz Winter Eisengießerei geliefert werden. Sande und Bentonite bzw. Bentonit-Gemische unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich ihrer spezifischen Dichte (Abbildung 3.14).

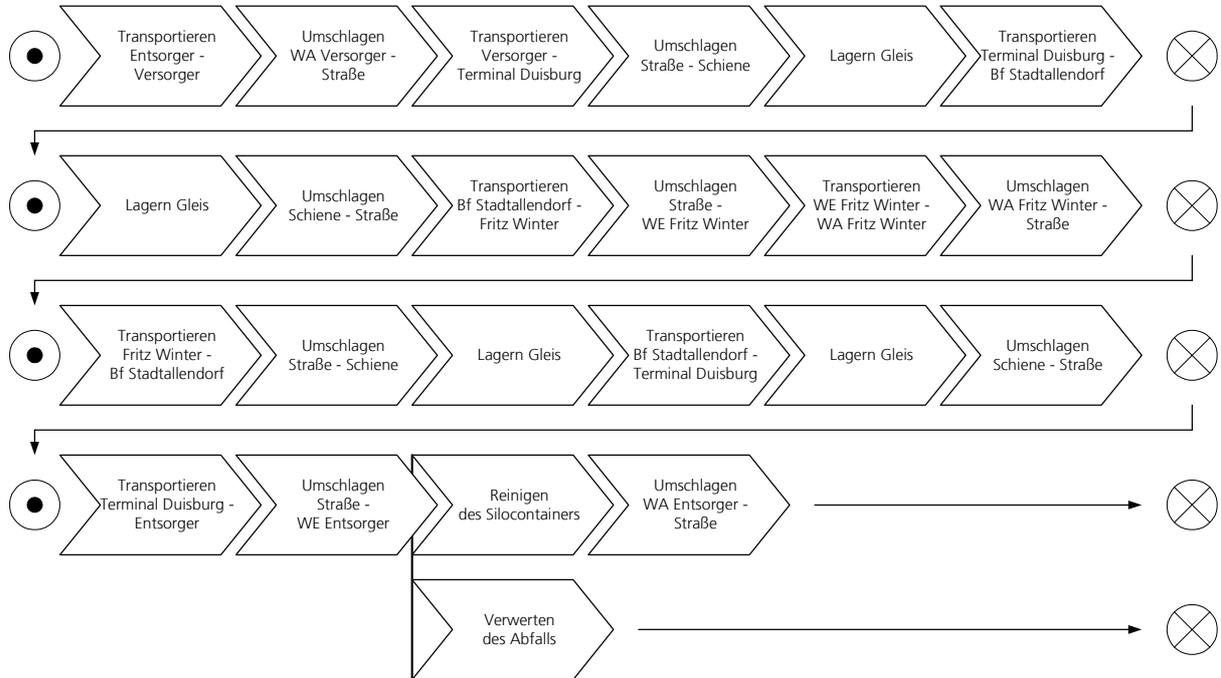


Abbildung 3.14: Prozesskette Szenario 1 und 2

3. Szenario

Im dritten Szenario werden vom Entsorger ausgehend leere Silocontainer per Lkw zum Terminal Duisburg transportiert und per Kran, ACTS oder Mobiler-System auf die Schiene umgeschlagen. Wird ein Ganzzug erreicht, erfolgt der Transport der Silocontainer vom Terminal Duisburg ausgehend per Bahn zum Versorger. Dort werden der Silocontainer auf dem Tragwagen liegend durch Freifall mit Sand befüllt. Anschließend erfolgt der Transport der befüllten Silocontainer vom Terminal Duisburg ausgehend per Bahn zum Bahnhof Stadtallendorf. Von dort an sind alle weiteren Prozesse mit denen des ersten und des zweiten Szenarios identisch (Abbildung 3.15).

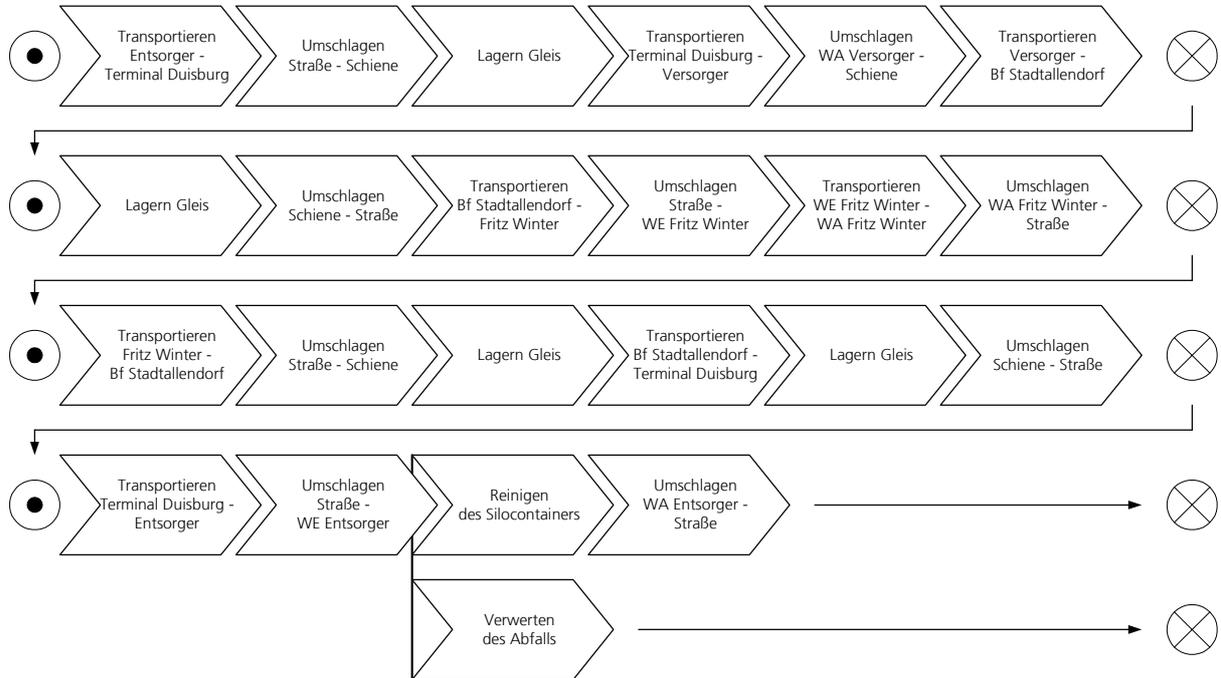


Abbildung 3.15: Prozesskette Szenario 3

4. Szenario

Im vierten Szenario werden vom Entsorger ausgehend leere Abrollmulden per Lkw zum Terminal Duisburg transportiert und per Kran, ACTS oder Mobiler-System auf die Schiene umgeschlagen. Wird ein Ganzzug erreicht, erfolgt die Verladung von Koks und Siliciumcarbid im Terminal Duisburg durch Radlader sowie der Transport vom Terminal Duisburg ausgehend per Bahn zum Bahnhof Stadtallendorf. Dort werden die Mulden nach und nach per Kran, ACTS oder Mobiler-System auf die Straße umgeschlagen und in das Werk der Fritz Winter Eisengießerei transportiert. Im Werk werden zunächst Koks und Siliciumcarbid durch Kippen im Wareneingang umgeschlagen. Anschließend werden die leeren Mulden zum Abfallanfallort transportiert und auf dem Lkw liegend durch Radlader mit Kernbruch befüllt. Die befüllten Mulden werden zum Bahnhof Stadtallendorf transportiert und auf die Schiene umgeschlagen. Danach erfolgt der Transport per Bahn zurück zum Terminal Duisburg. Hier wird erneut auf die Straße umgeschlagen. Es folgt der Transport der Mulden zum Entsorger. Dieser schlägt im Wareneingang durch Kippen um, reinigt ggf. die Mulde, verwertet den Kernbruch und transportiert die Mulden wiederum zum Versorger (Abbildung 3.16).

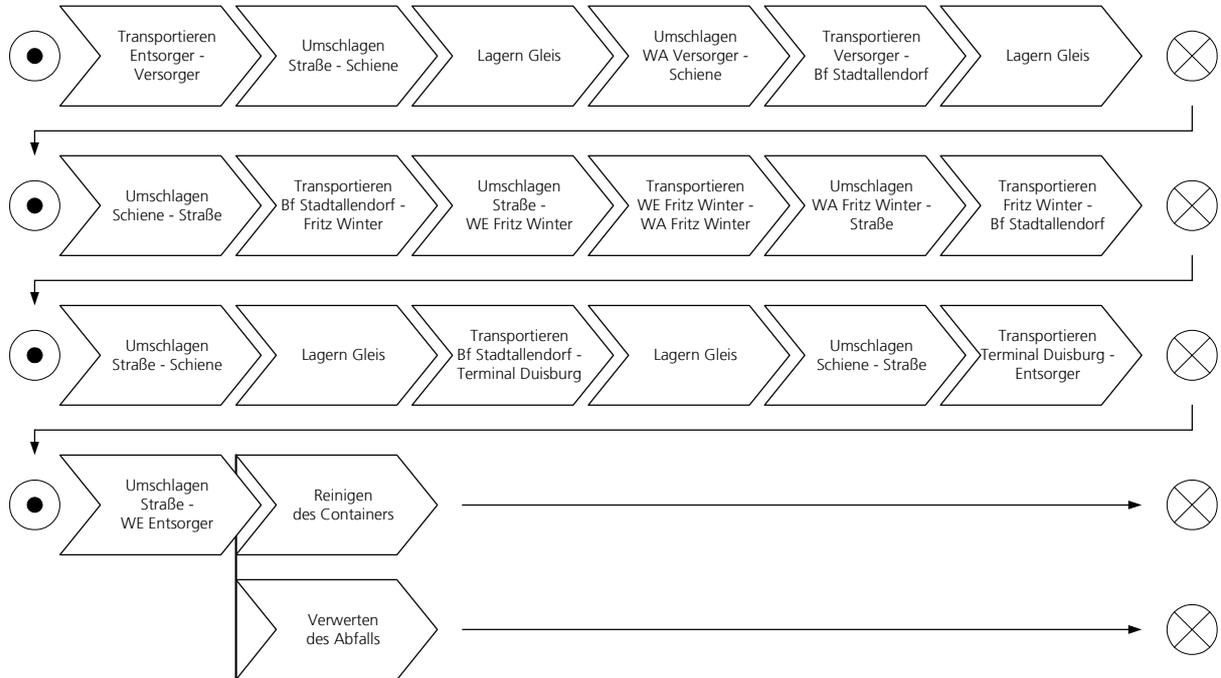


Abbildung 3.16: Prozesskette Szenario 4

5. Szenario

Im fünften Szenario werden ebenfalls vom Entsorger ausgehend leere Absetzmulden per Lkw zum Terminal Duisburg transportiert und per Kran, AWILOG-System oder Gabelstapler auf die Schiene umgeschlagen. Wird ein Ganzzug erreicht, erfolgt die Verladung von Koks und Siliciumcarbid im Terminal Duisburg durch Radlader sowie der Transport vom Terminal Duisburg ausgehend per Bahn in das Werk der Fritz Winter Eisengießerei. Dort werden die Mulden nach und nach per AWILOG-System oder Gabelstapler umgeschlagen und der Gattierung zugeführt. Anschließend werden die leeren Mulden zum Abfallanfallort transportiert und durch Radlader mit Kernbruch befüllt. Die befüllten Mulden werden zum Gleisanschluss transportiert und auf die Schiene umgeschlagen. Danach erfolgt der Transport per Bahn zurück zum Terminal Duisburg. Hier wird per Kran, AWILOG-System oder Gabelstapler auf die Straße umgeschlagen. Es folgt der Transport der Mulden zum Entsorger. Dieser schlägt im Wareneingang durch Kippen um, reinigt ggf. die Mulden, verwertet den Kernbruch und transportiert die Mulden wiederum zum Terminal Duisburg (Abbildung 3.17).

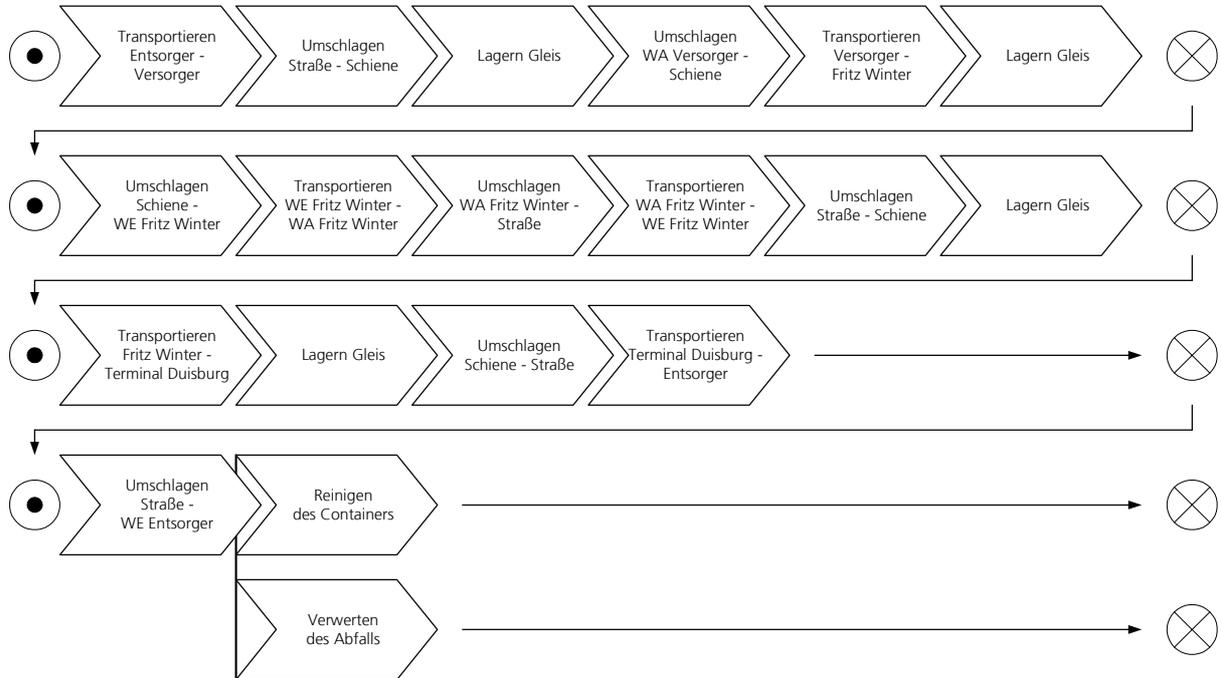


Abbildung 3.17: Prozesskette Szenario 5

6. Szenario

Im sechsten Szenario werden ausgehend von der Fritz Winter Eisengießerei trockene Altsande mit herkömmlicher Technik, d.h. per Lkw (Lkw mit Siloaufleger), nach Heuchelheim transportiert und dort entsorgt. Die Erstellung einer Prozesskette ist nicht erforderlich.

3.3.2 Kalkulation der Prozesskosten

Bei der Kalkulation der Szenarien finden ausschließlich statische Verfahren Anwendung. Sie weisen den Vorteil der einfachen Handhabbarkeit auf und setzen lediglich ein eingeschränktes Maß an Basisdaten voraus.

Die Basisdaten (Transportmenge pro Jahr, Nutzlast pro Container, Anzahl der zu transportierenden Container pro Jahr, Stundenlohn, Treibstoffverbrauch bei Transport- und Umschlagprozessen, Treibstoffkosten, Kalkulatorischer Zinssatz, Instandhaltung in Prozent der Anschaffungskosten etc.) stammen aus der Praxis und wurden im Rahmen des Verbundvorhabens erfasst. Konkret finden das Ergebnis der bundesweiten Forschungsumfrage, das Ergebnis durchgeführter Expertengespräche sowie die Analyse der Produktionsstätte der Fritz Winter Eisengießerei Eingang.

Die Nutzungszeiträume der Anlagegüter wurden von den Verbundpartnern vorgegeben bzw. der amtlichen AfA-Tabelle für allgemein verwendbare Anlagegüter 2002 entnommen.

Die Kalkulation selbst gliedert sich in drei Schritte: Im ersten Schritt werden die Investitionskosten, im zweiten Schritt werden die Prozesskosten pro Jahr ermittelt. Die Kalkulation der Prozesskosten folgt dabei der Reihenfolge der einzelnen Prozesse in der Prozesskette. Bei den Transportprozessen erfolgt die Angabe der Transportzeiten auf der Basis bekannter Transportrelationen und durchschnittlicher Transportgeschwindigkeiten in Anlehnung an »Kostenorientierte Unverbindliche Richtsatz-Tabellen für den Güterkraftverkehr (KURT)«. Im dritten Schritt werden diese Kosteninformationen zu Kennzahlen verdichtet.

Die Kalkulation erfolgt für unterschiedliche Varianten je Szenario. Die Varianten dienen der Prüfung des Einsatzes unterschiedlicher Behälter-, Transport- und Umschlagtechnik.

Die Kalkulation der Variante des ersten Szenarios mit Einsatz des Mobiler-Systems wird nachfolgend exemplarisch aufgeführt. Die Abbildung 3.18 zeigt das Gesamtergebnis, die Abbildung 3.19 die Ergebnisse einzelner Teilprozesse.

Mengen				
Menge an Neusand pro Jahr	33.280	t/Jahr		
Anzahl an Containertransporten pro Jahr	1.040	Containertransporte/Jahr		
Investitionen				
Zugmaschinen	42	Eur/Containertransport	Anzahl Zugmaschinen	2
Sattelaufleger	52	Eur/Containertransport	Anzahl Sattelaufleger	2
Container	81	Eur/Containertransport	Anzahl Container	25
Tragwagen	63	Eur/Containertransport	Anzahl Tragwagen	10
Transporte im Vor- und Nachlauf				
Transport Entsorger (Duisburg) / Versorger (Haltern)	57	Eur/Containertransport	Anzahl Transporte	1
Transport Versorger (Haltern) / Terminal (Duisburg)	57	Eur/Containertransport	Anzahl Transporte	1
Transport Terminal (Duisburg) / Entsorger (Duisburg)	7	Eur/Containertransport	Anzahl Transporte	1
Transport Bf (Stadtallendorf) / Gießerei (Stadtallendorf)	9	Eur/Containertransport	Anzahl Transporte	2
Transport in der Gießerei (Stadtallendorf)	2	Eur/Containertransport	Anzahl Transporte	1
Umschlag im Vor- und Nachlauf				
Umschlag durch Containerwechsel, Entsorger (Duisburg)	13	Eur/Containertransport	Anzahl Umschläge	2
Umschlag durch Freifall, Versorger (Haltern)	17	Eur/Containertransport	Anzahl Umschläge	1
Umschlag durch Mobilersystem, Terminal (Duisburg)	13	Eur/Containertransport	Anzahl Umschläge	2
Umschlag durch Mobilersystem, Bf (Stadtallendorf)	13	Eur/Containertransport	Anzahl Umschläge	2
Umschlag durch Einblasen, Gießerei (Stadtallendorf)	30	Eur/Containertransport	Anzahl Umschläge	1
Umschlag durch Freifall, Gießerei (Stadtallendorf)	8	Eur/Containertransport	Anzahl Umschläge	1
Hauptlauf Zug				
Transport Terminal (Duisburg) / Bf (Stadtallendorf)	439	Eur/Containertransport	Anzahl Transporte	2
Verwertung der Altsande				
Verwertung der Altsande	s. Angebot	Eur/Containertransport		
	904	Eur/Containertransport		
	28,26	Eur/t		

Abbildung 3.18: Kalkulation des ersten Szenarios - Gesamtergebnis

Basisdaten		
	Zuladung je Container	32 t
	Eigengewicht Zugmaschine	
	Eigengewicht Sattelaufleger	
	Eigengewicht Container	
Investitionskosten		
Investitionskosten, Zugmaschinen	Anschaffungskosten	75.000 Eur
	Anzahl anzuschaffender Zugmaschinen	2 Stck.
	Steuern pro Zugmaschine	1.600 Eur
	Lkw-Vignette (nur bei Autobahnfahrten)	2.400 Eur
	Versicherung pro Zugmaschine	3.581 Eur
	Abschreibung in Jahren	8,00 a
	kalk. Zinssatz	7,50 %
	Instandhaltung (in % von Anschaffungskosten)	3,00 %
	Investitionskosten für alle Zugmaschinen	44.037 Eur/a
	Investitionskosten pro Zugmaschine	22.019 Eur/a
	Investitionskosten pro Containertransport	42 Eur
Investitionskosten, Sattelaufleger	Anschaffungskosten	140.000 Eur
	Anzahl anzuschaffender Sattelaufleger	2 Stck.
	Abschreibung in Jahren	8,00 a
	kalk. Zinssatz	7,50 %
	Instandhaltung (in % von Anschaffungskosten)	3,00 %
	Investitionskosten für alle Sattelaufleger	53.900 Eur/a
	Investitionskosten pro Sattelaufleger	26.950 Eur/a
	Investitionskosten pro Containertransport	52 Eur
Investitionskosten, Container	Anschaffungskosten	10.000 Eur
	Anzahl anzuschaffender Container	25 Stck.
	Abschreibung in Jahren	5,00 a
	kalk. Zinssatz	7,50 %
	Instandhaltung (in % von Anschaffungskosten)	10,00 %
	Investitionskosten für alle Container	84.375 Eur/a
	Investitionskosten pro Container	3.375 Eur/a
	Investitionskosten pro Containertransport	81 Eur
Investitionskosten, Tragwagen	Anschaffungskosten	51.129 Eur
	Anzahl anzuschaffender Tragwagen	10
	Unterhaltskosten	2.079 Eur/a
	Abschreibung in Jahren	20,00 a
	kalk. Zinssatz	7,50 %
	Investitionskosten für alle Tragwagen	65.528 Eur/a
	Investitionskosten pro Tragwagen	6.553 Eur/a
	Investitionskosten pro Containertransport	63 Eur
Prozesskettenelemente		
Vorlauf		
Transport Entsorger (Duisburg) / Versorger (Haltern)	Zeit pro Lkw-Transport	90 Min.
	Kosten Mitarbeiter pro Stunde	23 Eur
	Kosten Mitarbeiter pro Lkw-Transport	35 Eur
	Personalkosten pro Jahr	35.880 Eur
	Transportstrecke	75 km
	Treibstoffverbrauch pro 100 km	35 l
	Treibstoffkosten pro Liter	0,85 Eur
	Treibstoffkosten pro Lkw-Transport	22 Eur
	Treibstoffkosten pro Jahr	23.205 Eur
	Gesamtkosten pro Jahr	59.085 Eur
	Kosten pro Containertransport	57 Eur
Transport Versorger (Haltern) / Terminal (Duisburg)	Zeit pro Lkw-Transport	90 Min.
	Kosten Mitarbeiter pro Stunde	23 Eur
	Kosten Mitarbeiter pro Lkw-Transport	35 Eur
	Personalkosten pro Jahr	35.880 Eur
	Transportstrecke	75 km
	Treibstoffverbrauch pro 100 km	35 l
	Treibstoffkosten pro Liter	0,85 Eur
	Treibstoffkosten pro Lkw-Transport	22 Eur
	Treibstoffkosten pro Jahr	23.205 Eur
	Gesamtkosten pro Jahr	59.085 Eur
	Kosten pro Containertransport	57 Eur

Transport Terminal (Duisburg) / Entsorger (Duisburg)	Zeit pro Lkw-Transport	15 Min.
	Kosten Mitarbeiter pro Stunde	23 Eur
	Kosten Mitarbeiter pro Lkw-Transport	6 Eur
	Personalkosten pro Jahr	5.980 Eur
	Transportstrecke	5 km
	Treibstoffverbrauch pro 100 km	35 l
	Treibstoffkosten pro Liter	0,85 Eur
	Treibstoffkosten pro Lkw-Transport	1 Eur
	Treibstoffkosten pro Jahr	1.547 Eur
	Gesamtkosten pro Jahr	7.527 Eur
Kosten pro Containertransport	7 Eur	
Umschlag durch Containerwechsel, Entsorger (Duisburg)	Zeit pro Umschlag	10 Min.
	Kosten Mitarbeiter pro Stunde	23 Eur
	Kosten Mitarbeiter pro Umschlag	4 Eur
	Personalkosten pro Jahr	3.987 Eur
	Treibstoffverbrauch pro Stunde	20 l
	Treibstoffverbrauch pro Umschlag	3 l
	Treibstoffkosten pro Liter	0,85 Eur
	Treibstoffkosten pro Umschlag	3 Eur
	Treibstoffkosten pro Jahr	2.947 Eur
	Gesamtkosten pro Jahr	6.933 Eur
Kosten pro Umschlag	7 Eur	
Anzahl Umschläge pro Vorlauf und Containertransport	2 Stck.	
Kosten Umschläge pro Vorlauf und Containertransport	13 Eur	
Umschlag durch Freifall, Versorger (Haltern)	Zeit pro Umschlag	45 Min.
	Kosten Mitarbeiter pro Stunde	23 Eur
	Kosten Mitarbeiter pro Umschlag	17 Eur
	Personalkosten pro Jahr	17.940 Eur
	Treibstoffverbrauch pro Stunde	0 l
	Treibstoffverbrauch pro Umschlag	0 l
	Treibstoffkosten pro Liter	0,85 Eur
	Treibstoffkosten pro Umschlag	0 Eur
	Treibstoffkosten pro Jahr	0 Eur
	Gesamtkosten pro Jahr	17.940 Eur
Kosten Umschlag pro Vorlauf und Containertransport	17 Eur	
Umschlag durch Mobilersystem, Terminal (Duisburg)	Zeit pro Umschlag	10 Min.
	Kosten Mitarbeiter pro Stunde	23 Eur
	Kosten Mitarbeiter pro Umschlag	4 Eur
	Personalkosten pro Jahr	3.987 Eur
	Treibstoffverbrauch pro Stunde	20 l
	Treibstoffverbrauch pro Umschlag	3 l
	Treibstoffkosten pro Liter	0,85 Eur
	Treibstoffkosten pro Umschlag	3 Eur
	Treibstoffkosten pro Jahr	2.947 Eur
	Gesamtkosten pro Jahr	6.933 Eur
Kosten pro Umschlag	7 Eur	
Anzahl Umschläge pro Vorlauf und Containertransport	2 Stck.	
Kosten Umschlag pro Vorlauf und Containertransport	13 Eur	
Hauptlauf		
Transport Terminal (Duisburg) / Bf (Stadtallendorf)	Kosten pro Transport (hin/rück)	8.400 Eur
	Transport Terminal (Duisburg) / Bf (Stadtallendorf)	20.000 Eur/a
	Transport Bf (Stadtallendorf) / Terminal (Duisburg)	
Gesamtkosten pro Jahr	456.800 Eur	
Kosten pro Containertransport	439 Eur	
Nachlauf		
Transport Bf (Stadtallendorf) / Gießerei (Stadtallendorf)	Zeit pro Lkw-Transport	10 Min.
	Kosten Mitarbeiter pro Stunde	23 Eur
	Kosten Mitarbeiter pro Lkw-Transport	4 Eur
	Personalkosten pro Jahr	3.987 Eur
	Transportstrecke	2 km
	Treibstoffverbrauch pro 100 km	35 l
	Treibstoffkosten pro Liter	0,85 Eur
	Treibstoffkosten pro Lkw-Transport	1 Eur
	Treibstoffkosten pro Jahr	619 Eur
	Gesamtkosten pro Jahr	4.605 Eur
Kosten pro Containertransport	4 Eur	
Anzahl Containertransporte pro Nachlauf	2 Stck.	
Kosten Containertransporte pro Nachlauf	9 Eur	

Transport in der Gießerei (Stadtallendorf)		
Transport von der Neusand-Bedarfsstelle zur Altsand-Anfallstelle	Zeit pro Lkw-Transport	5 Min.
	Kosten Mitarbeiter pro Stunde	23 Eur
	Kosten Mitarbeiter pro Lkw-Transport	2 Eur
	Personalkosten pro Jahr	1.993 Eur
	Transportstrecke	1 km
	Treibstoffverbrauch pro 100 km	35 l
	Treibstoffkosten pro Liter	0,85 Eur
	Treibstoffkosten pro Lkw-Transport	0 Eur
	Treibstoffkosten pro Jahr	309 Eur
	Gesamtkosten pro Jahr	2.303 Eur
	Kosten pro Containertransport	2 Eur
<hr/>		
Umschlag durch Mobilersystem, Bf (Stadtallendorf)		
Umschlag eines Containers von der Schiene auf die Straße	Zeit pro Umschlag	10 Min.
Umschlag eines Containers von der Straße auf die Schiene	Kosten Mitarbeiter pro Stunde	23 Eur
	Kosten Mitarbeiter pro Umschlag	4 Eur
	Personalkosten pro Jahr	3.987 Eur
	Treibstoffverbrauch pro Stunde	20 l
	Treibstoffverbrauch pro Umschlag	3 l
	Treibstoffkosten pro Liter	0,85 Eur
	Treibstoffkosten pro Umschlag	3 Eur
	Treibstoffkosten pro Jahr	2.947 Eur
	Gesamtkosten pro Jahr	6.933 Eur
	Kosten pro Umschlag	7 Eur
	Anzahl Umschläge pro Nachlauf und Containertransport	2 Stck.
	Kosten Umschlag pro Nachlauf und Containertransport	13 Eur
<hr/>		
Umschlag durch Einblasen, Gießerei (Stadtallendorf)		
Entleeren eines Containers durch Einblasen des Neusandes in ein Silo	Zeit pro Umschlag	45 Min.
	Kosten Mitarbeiter pro Stunde	23 Eur
	Kosten Mitarbeiter pro Umschlag	17 Eur
	Personalkosten pro Jahr	17.940 Eur
	Treibstoffverbrauch pro Stunde	20 l
	Treibstoffverbrauch pro Umschlag	15 l
	Treibstoffkosten pro Liter	0,85 Eur
	Treibstoffkosten pro Umschlag	13 Eur
	Treibstoffkosten pro Jahr	13.260 Eur
	Gesamtkosten pro Jahr	31.200 Eur
	Kosten Umschlag pro Nachlauf und Containertransport	30 Eur
<hr/>		
Umschlag durch Freifall, Gießerei (Stadtallendorf)		
Befüllen eines leeren Containers mit Altsand	Zeit pro Umschlag	20 Min.
	Kosten Mitarbeiter pro Stunde	23 Eur
	Kosten Mitarbeiter pro Umschlag	8 Eur
	Personalkosten pro Jahr	7.973 Eur
	Treibstoffverbrauch pro Stunde	0 l
	Treibstoffverbrauch pro Umschlag	0 l
	Treibstoffkosten pro Liter	0,85 Eur
	Treibstoffkosten pro Umschlag	0 Eur
	Treibstoffkosten pro Jahr	0 Eur
	Gesamtkosten pro Jahr	7.973 Eur
	Kosten Umschlag pro Nachlauf und Containertransport	8 Eur
<hr/>		
Containerreinigung		
Reinigung des Containers	Gesamtkosten pro Jahr	0 Eur
	Reinigungskosten pro Container	0 Eur
<hr/>		
Innerbetriebliche Prozesse bei der H. Brühne Entsorgung		
Verwertung des Altsandes	Kosten Verwertung pro Tonne Altsand	s. Angebot Eur
	Kosten Verwertung pro Container	s. Angebot Eur

Abbildung 3.19: Kalkulation des ersten Szenarios - Teilergebnisse

3.4 Analyse der technischen Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit

Die technische Machbarkeit ist bei allen zuvor genannten Szenarien inklusive aller darin enthaltenen Varianten, die abhängig von der ausgewählten Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechnik existieren, gegeben. Entsprechend wurden alle Szenarien inklusive aller Varianten kalkuliert. Jede Variante wurde dabei sowohl auf der Basis positiver als auch auf der Basis konservativer Rahmenbedingungen kalkuliert. Die Tabelle 3.1 zeigt für jedes Szenario das Ergebnis der kostengünstigsten Variante.

Tabelle 3.1:
 Analyse der Wirtschaftlichkeit

	Ergebnis in Prozent der Ist-Kosten		Bewertung der Wirtschaftlichkeit
	gemäß best-case	gemäß worst-case	
1. Szenario	106%	128%	unwirtschaftlich
2. Szenario	119%	142%	unwirtschaftlich
3. Szenario	91%	108%	wirtschaftlich
4. Szenario	119%	127%	unwirtschaftlich
5. Szenario	69%	70%	wirtschaftlich
6. Szenario*			

* Szenario nicht kalkuliert

Eine Ausnahme stellt das sechste Szenario dar. In diesem Szenario werden ausgehend von der Fritz Winter Eisengießerei trockene Altsande mit herkömmlicher Technik, d.h. per Lkw (Lkw mit Siloaufleger), nach Heuchelheim transportiert und dort entsorgt. Die Kalkulation der Transporte ist nicht erforderlich.

Im ersten Szenario führt der Einsatz druckluftfähiger Silocontainer zu hohen Investitionskosten. Darüber hinaus sind die Umschlagprozesse im KV-Terminal Duisburg sowie am Bahnhof Stadtallendorf durch Kran, Reachstacker und Container-Stapler mit hohen Prozesskosten verbunden. Insbesondere am Bahnhof Stadtallendorf ist dies auf hohe Investitionskosten bei vergleichsweise geringer Umschlagfrequenz zurückzuführen. Zusätzlich bedingt die Einbeziehung des KV-Terminals einen langen Lkw-Vorlauf, da der Versorger in Haltern, lediglich der Entsorger in Duisburg ansässig ist, wo auch das KV-Terminal seinen Standort hat. Das ACTS hingegen benötigt ab einer Tonnage von mehr als 15 t pro Abroll-Container Sonderanfertigungen der verwendeten Drehrahmen. Dies verursacht Zusatzkosten und reduziert die Nutzlast eingesetzter Tragwagen. Das Mobiler-System schließlich wird noch nicht in Serie gefertigt. Insbesondere der Sattelaufleger mit der darin enthaltenen Umschlagtechnik erfordert hohe Investitionen. Zwar führt der Einsatz des Mobiler-Systems im Vergleich mit den anderen Varianten des ersten Szenarios ungeachtet dieser hohen Investitionen zu den geringsten Kosten, der Vergleich mit dem Ist-Zustand belegt dennoch mangelnde Wirtschaftlichkeit.

Im ersten und zweiten Szenario sind die Kostentreiber weitgehend identisch. Positiv wirkt sich jedoch der kurze Vorlauf aus, da sowohl Versorger, Entsorger als auch KV-Terminal in Duisburg verortet sind. Negativ hingegen wirkt sich die sehr geringe spezifische Dichte von Bentoniten bzw. Bentonit-Gemischen aus. Sie führt dazu, dass anders als bei der Entsorgung von trockenem Sand das Volumen des Silocontainers der begrenzende Faktor ist. Die Auslastung bezogen auf die Nutzlast ist dabei mangelhaft. Zwar führt der Einsatz des Mobiler-Systems im Vergleich mit den anderen Varianten des zweiten Szenarios zu den geringsten Kosten, der Vergleich mit dem Ist-Zustand gestaltet sich jedoch insbesondere auf Grund der Investitionskosten und der mangelhaften Auslastung der Nutzlast als unwirtschaftlich.

Auch im dritten Szenario sind die Kostentreiber weitgehend identisch. Allerdings wird hier der lange Lkw-Vorlauf durch einen »Bahn-Dreiecksverkehr« ersetzt. Der Versorger wird also vom KV-Terminal in Duisburg ausgehend mit der Bahn angefahren. Erneut führt der Einsatz des Mobiler-Systems im Vergleich mit den anderen Varianten des dritten Szenarios zu den geringsten Kosten, die im Vergleich mit dem Ist-Zustand zunächst als kostengleich und damit wirtschaftlich anzusehen sind.

Im vierten Szenario ist zwar ebenfalls eine Investition in Behältertechnik erforderlich, die entsprechenden Investitionskosten liegen jedoch deutlich unter denen der ersten drei Szenarien. Hintergrund ist der Einsatz standardisierter Abrollmulden. Hinsichtlich des Umschlages sind die gleichen Kostentreiber existent. Positiv wirkt sich allerdings der kurze Vorlauf aus, da sowohl Versorger, Entsorger als auch KV-Terminal in Duisburg verortet sind.

Im fünften Szenario ist lediglich die Investition in die erforderlichen Absetzmulden von Bedeutung. Ungeachtet dessen gestaltet sich das Szenario als wirtschaftlich im Vergleich zum Ist-Zustand.

Sowohl der Einsatz von Silocontainern als auch der Einsatz von Absetzmulden führt folglich zu wirtschaftliche Szenarien. Der Einsatz von Abrollmulden hingegen stellt diesbezüglich keine Alternative dar. Bei dem Einsatz von Silocontainern ist sowohl für die Container selbst als auch für das Mobiler-System eine hohe Investition erforderlich. Die Wirtschaftlichkeit des dritten Szenarios bedeutet daher lediglich »Kostengleichheit« zum Ist-Zustand.

4 Detail- und Umsetzungsplanung

4.1 Anpassung der Zielsetzung

Zuvor ausgewählte Szenarien bezogen sich auf die Kopplung von Neu- und Altsand einerseits sowie auf die Kopplung von Koks bzw. Siliciumcarbid und Kernbruch andererseits. Aufgrund einer Änderung der Transportrelationen - die Abfälle der Eisengießerei werden inzwischen ortsnahe verbracht - war eine Verlagerung der entsorgungsseitigen Verkehre nicht mehr realisierbar. Statt dessen wurde eine Vermeidung entsorgungsseitiger Verkehre erzielt. Versorgungsseitig wurde daraufhin angestrebt, einerseits mehr Neusand, andererseits Koks bzw. Siliciumcarbid auf der Schiene zu transportieren. Darüber hinaus wurde von der H. Brühne Entsorgung sowie weiteren Kooperationspartnern ein innovativer Silocontainer zum Transport trockener, rieselfähiger Abfälle entwickelt.

4.2 Steigerung der Tonnage an Neusand auf der Bahn

Bereits im Laufe des Jahres 2002 konnte die geplante Menge Neusand von ca. 65.000 auf 90.000 t gesteigert werden. Die Transportrelation umfasst den Transport vom Neusandversorger in Sythen (Haltern) bis zum Verlade-gleis im Bahnhof Stadtallendorf (ca. 280 km). Die Steigerung der Transportmenge war zum Großteil bedingt durch einen erhöhten Rohstoffbedarf der Fritz Winter Eisengießerei, konnte jedoch in Kooperation mit der DB Cargo AG als Bahntransport realisiert werden. Grundlage hierfür ist der organisatorische Aufbau der Bahntransporte. Die Transportmenge wird geteilt in einen festen Grundstock, der in jedem Fall transportiert wird. Auf dieser Basis werden die sogenannten Plan-Trains bereitgestellt. Zusätzlich können mit gewissem zeitlichem Vorlauf Flex-Trains bestellt werden, um erhöhten Rohstoffbedarf transportieren zu können. Die Bereitstellung der zeitlich anpassungsfähigen Flex-Trains ist gegenüber den Plan-Trains entsprechend komplizierter, und damit teurer. Trotz dieses Nachteils konnte der Transport auf der Schiene durchgeführt werden, statt mit den in diesem Punkt weit flexibleren Lkws auf der Strasse.

Im Jahr 2004 konnte eine weitere Steigerung auf eine Jahresmenge von 110.000 t erzielt werden. Zusätzlich wurde dieser Transport ab Bahnhof Wanne-Eikel mit dem unter 4.3 beschriebenen Transport zusammengelegt.

4.3 Verlagerung von Koks und Siliciumcarbid auf die Bahn

Die Verlagerung von Koks und Siliciumcarbid auf die Bahn wurde von der Fritz Winter Eisengießerei in Kooperation mit der AWILOG-Transport GmbH, Rhenus Rail Logistics GmbH und duisport rail im Detail geplant und im Juli 2003 umgesetzt.

Die Anlieferung erfolgte seit dem zweimal wöchentlich mit jeweils einer Regelanlieferung Dienstags und Freitags. Die Auslastung der Tragwagen lag bei 34 bis 37 t netto. Es wurden ca. 18 Tragwagen je Anlieferung (ca. 400 m Länge) transportiert.

Um die Transporte mit den von der DB Cargo AG ebenfalls per Bahn in Stadtallendorf angelieferten Neusanden zu koordinieren, wurde eine Änderung der Bedienungsanweisung für mehrere Eisenbahnverkehrsunternehmen vorgenommen. Es wurden Zeitfenster für die Beteiligten eingerichtet, mit einem Zeitfenster für die AWILOG-Anlieferung zwischen 16.00 und 21.00 Uhr. Ebenso gehörten neue Logistik-Anweisungen für Rangiertätigkeiten und Behälterumschlag zur Koordination der beiden EVU.

Aus technischer Sicht musste der Neu- bzw. Umbau von ca. 320 AWILOG-Mulden, die den speziellen Anforderungen der Gattierung und Siloanlagen entsprechen, erfolgen. Es erfolgte eine Bemusterung der AWILOG-Mulden mit diversen Verriegelungen, einer Aufnahme für Stapler und Einbau eines Schrägbodens für bessere Entleerung der großen (Koks-)Mulden.

Zum Bahntransport wurden 30 vierachsige Privatgüterwagen beschafft, die zusätzlich zur Aufnahme der Mulden umgerüstet wurden. Die Umrüstung der Güterwagen war minimal und bezog sich auf das Anbringen von Leitblechen zur Arretierung der AWILOG-Mulden.

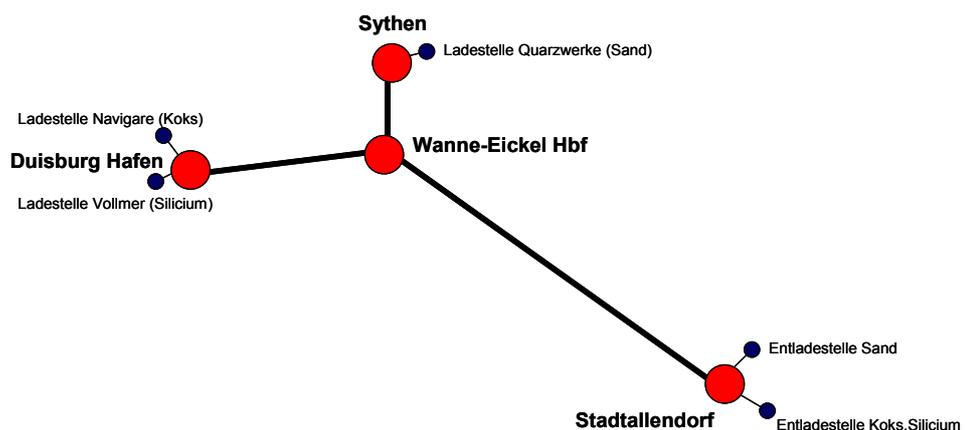
Der Umschlag in Duisburg bei GULA (Koks) wurde mit dem Bau einer Trichterbefüllanlage durch Thyssen-Krupp-MinEnergie optimiert. Im Werk in Stadtallendorf erfolgte die Befestigung einer Ladefläche zum Umschlag der Mulden sowie die Installation einer neuen Krantrauverse zur Entladung der Mulden in die Hochbunker der Gattierung. Ein bereits bestehendes, aber stillgelegtes Rangiergerät wurde zum auswechseln der Wagen reaktiviert. Zur reibungslosen Umsetzung der neuen Logistik gehörte auch die Erstellung einer Anweisung für die Mitarbeiter der Fritz Winter Eisengießerei zur Handhabung bzw. Bedienung des AWILOG-Systems.

Der Abruf des Transportbedarfes durch die Fritz Winter Eisengießerei erfolgt wöchentlich per e-mail. Ebenfalls per e-mail werden transportbegleitende Informationen über die Auslastung und Reihung der Züge zwischen den beteiligten Unternehmen ausgetauscht. Die Sicherstellung des Notfallmanagements wurde im Rahmen einer Logistikvereinbarung erreicht.

Der Abschluss einer Transportvereinbarung mit Mindestlaufzeit bedingt die mittelfristige Planung des Einkaufs von Koks und Siliciumcarbid über Läger mit Gleisanschluss. Insgesamt betrachtet wurden nach ca. sieben Monaten Laufzeit 50 Ganzzüge mit etwa 34.000 t befördert.

Seit dem 10.05.04 wird der Transport mit der Schenker Automotive RailNet GmbH (ehemals DB Cargo AG) in abgewandter Form durchgeführt. Statt zwei Züge pro Woche werden 4 Züge pro Woche in Wanne-Eickel (ca. 40 km) mit den Neusandtransporten (siehe 4.2) zusammengeführt und gemeinsam bis Stadallendorf gefahren. Dort werden die beiden Zugteile wieder getrennt in die Neusandwaggons, die am Ladegleis des Bahnhofs entladen werden, und die AWILOG-Waggons, die zum Entladen in das Werk der Fritz Winter Eisengießerei gefahren werden. Neben wirtschaftlichen Überlegungen sind weitere Vorteile dieses Systems die gesteigerte Flexibilität der Rohzuflüsse, insoweit dass wöchentlich 4 gemischte Züge eintreffen statt je 2 Züge Neusand aus Sythen und 2 Züge AWILOG-Transporte aus Duisburg. Weiterhin werden die beschränkten Kapazitäten im Bahnhof Stadallendorf und im Werkanschluss der Fritz Winter Eisengießerei optimiert und die Zulaufsteuerung für die Fritz Winter Eisengießerei bestmöglich genutzt. Der wichtigste Vorteil ist die Reduktion der Eisenbahnverkehrsunternehmen auf einen Partner (Schenker Automotive RailNet GmbH).

Abbildung 4.1:
Zusammenführung
der Rohstoffzüge



Da der Werksverkehr auf dem Gelände der Fritz Winter Eisengießerei potenziell unfallträchtig und die Gleisanschlussbedienung bei der Fritz Winter Eisengießerei problematisch ist, muss der Eisenbahnbetriebsleiter aus Gründen der Sicherheit Zeitfenster einrichten, wenn mehrere Eisenbahnverkehrsunternehmen den Gleisanschluss nutzen. Insgesamt führt ein solches Konzept immer zu Problemen in der Koordination, weshalb die Durchführung in einer Hand liegen sollte.

4.4 Entwicklung eines innovativen Silocontainers

Die Entwicklung eines innovativen Silocontainers wurde von der H. Brühne Entsorgung GmbH in Kooperation u.a. mit der AWILOG-Transport GmbH und unter wissenschaftlicher Begleitung des Fraunhofer IML durchgeführt.

Ausgehend von der ursprünglichen Idee zur Entwicklung einer innovativen Logistik für die Ver- und Entsorgung von Gießereien (iLoG) mittels eines Silocontainers wurden verschiedene Varianten untersucht.

Das iLoG System sollte zur Kopplung der Verkehre für Neu- und Altsande Verwendung finden, auf einem Standard ISO-20'-Container mit einer Zuladung von 25 t mit Deckelauslassklappe, seitlicher Einlassluke und Saugstützen aufgebaut sein die Nutzung nicht nur als Transport, sondern auch als Silobehälter ermöglichen und zu diesem Zweck mittels entsprechender Fahrzeugtechnik für horizontalen und vertikalen Umschlag geeignet sein. Nachteilig wirkte sich bei der ursprünglichen Planung das vorgesehene Mondiso-Transportsystem aus, das den Umschlag von der Strasse auf die Schiene nur im Terminal vollziehen konnte. Die geringe Anzahl der verfügbaren Terminals (59 in Deutschland) und der damit verbundene erhöhte Vor- bzw. Nachlauf der Transporte machte die so kalkulierten Transporte unwirtschaftlich. Dieser Erkenntnis folgend wurde ein Transportsystem mit ACTS Umschlag untersucht. Der ACTS Umschlag bedingte ein neues Behälterkonzept. Dies wurde in der bewährten Kombination von ACTS und Norman Bock Silos gefunden. Hier wiederum stellte sich die verfügbare ACTS Tonnage für einen wirtschaftlichen Transport als zu gering heraus. Um die volle Nutzlast des Behälters bei einfachem Umschlag auf die Schiene ausnutzen zu können, wurde der Normal Bock Silo-Container an die sogenannte Mobiler-Technik angepasst. Da die Mobiler-Technik jedoch noch nicht Serienstatus erreicht hat, konnten keine wirtschaftlich mit dem Lkw konkurrenzfähigen Transporte kalkuliert werden. Aus den guten Erfahrungen mit dem AWILOG-System entstand die Idee, von den 20' Containern mit 25 t Nutzlast zu Gunsten von Silocontainern in AWILOG-Größe Abstand zu nehmen. Der Umschlag auf die Schiene und Transport auf der Strasse mit Absetzkippern erschien rentabel und konkurrenzfähig zum Lkw Transport.

Auf Initiative der H. Brühne Entsorgung wurde eine neue, vielversprechende Relation gefunden. Es handelte sich um den Transport von Gießerei-Stäuben aus einer Gießerei in Mettmann, NRW zu einer Entsorgungsanlage in Rositz, Thüringen. Mit einer Entfernung von ca. 500 km ist dieser Transport als durchaus bahnaffin einzustufen.

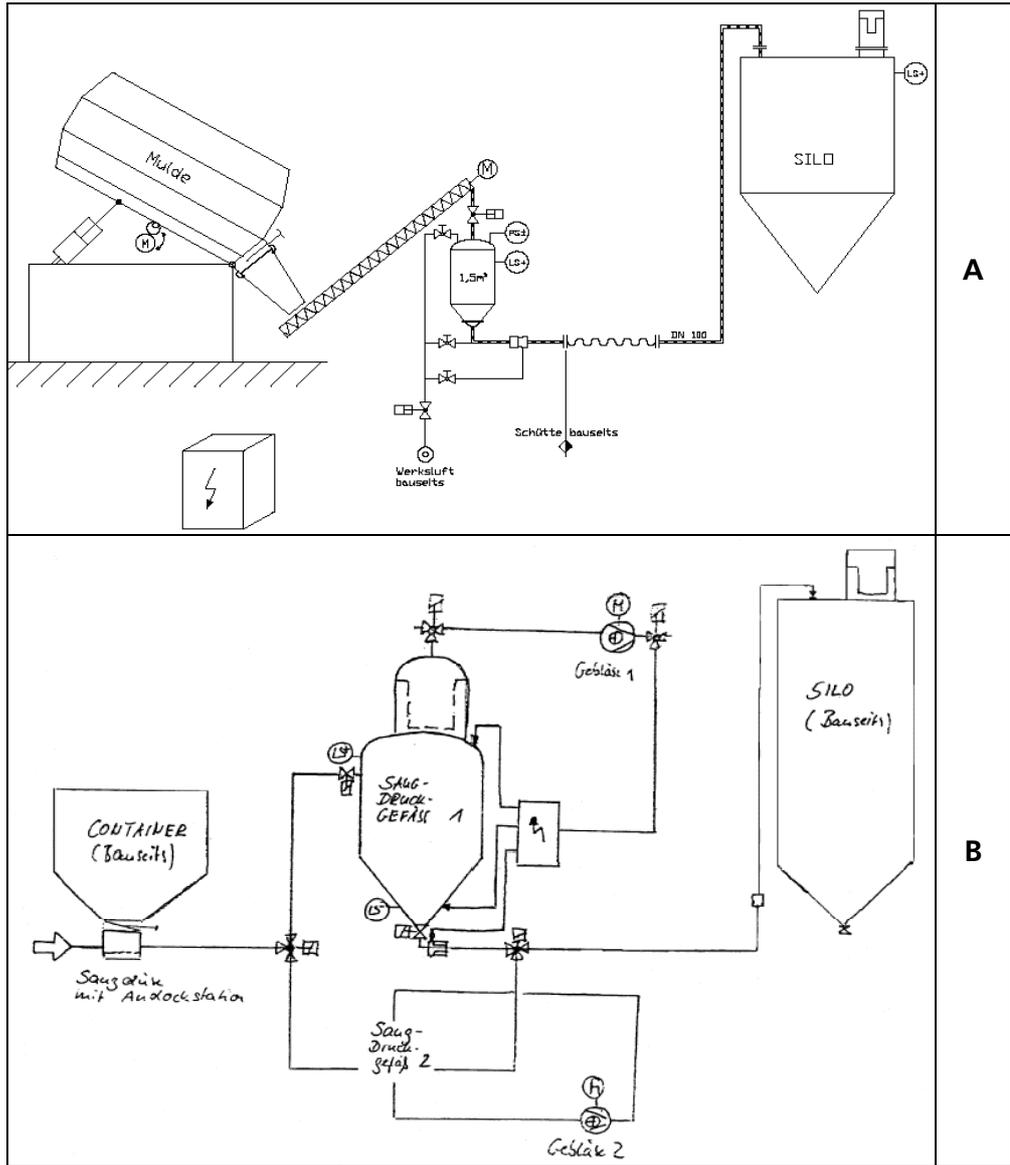
Mit der AWILOG-Transport GmbH wurden Details für die Anforderungen an solche Mulden besprochen. Um der sehr teuren Herstellung von druckfesten Silomulden zu entgehen, wurden neue Umschlagkonzepte entwickelt.

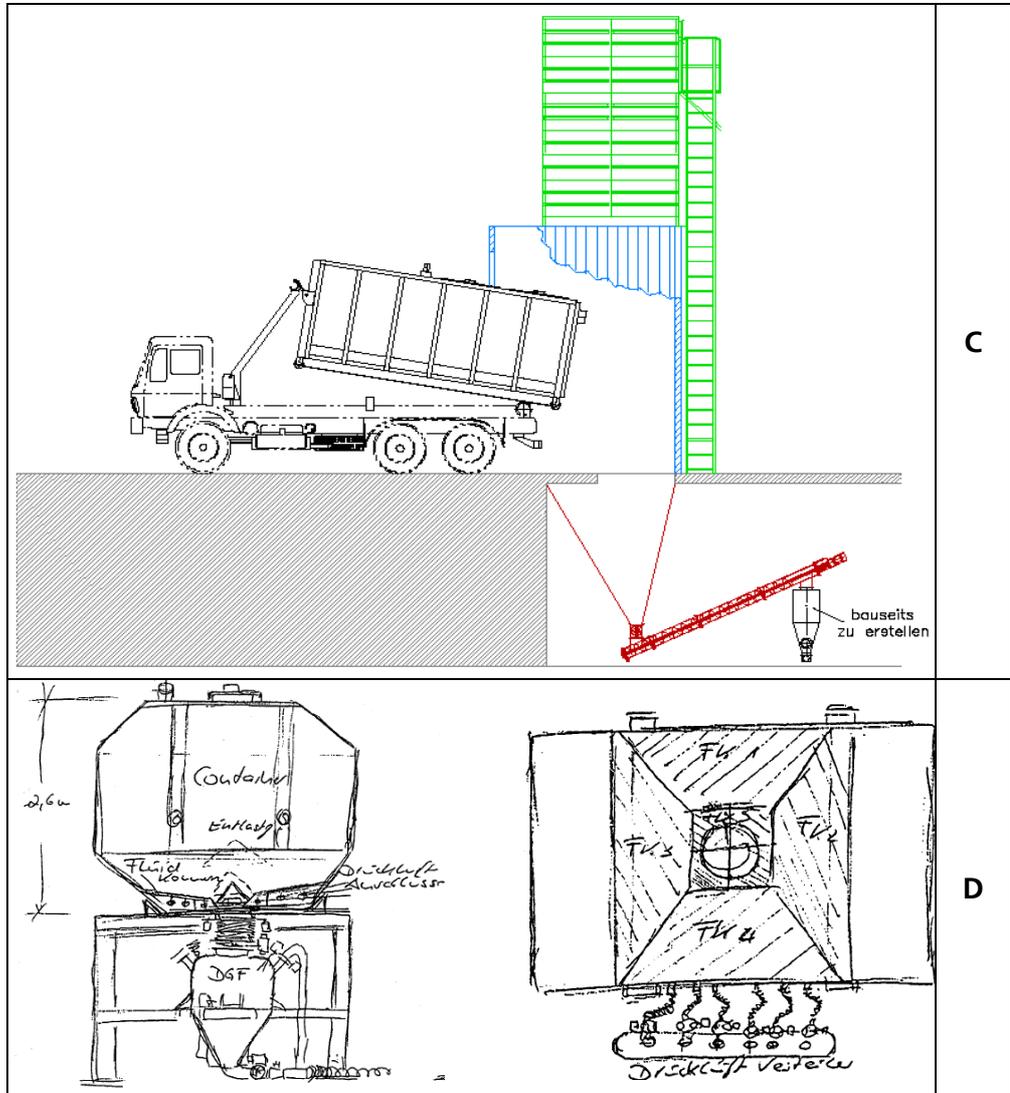
Hierzu wurde durch die H. Brühne Entsorgung eine umfangreiche Recherche durchgeführt und mit vielen Herstellern bzw. Dienstleistern Kontakt aufgenommen. Das gesamte Logistikkonzept wurde in drei Teilaspekte zergliedert: Zum einen die Behältertechnologie, zum anderen die Umschlagtechnologie, und der Transport auf der Schiene. Zu jedem dieser drei Teilaspekte wurden von mehreren Firmen Angebote eingeholt, auf Plausibilität geprüft und im Bedarfsfall nachgebessert. Die Angebote wurden vergleichbar aufbereitet und miteinander kombiniert. Weiter untersucht wurden die nachfolgend kurz erläuterten, erfolversprechendsten Varianten:

- Ein Norman Bock ähnlicher Silocontainer (nicht notwendigerweise druckfest) wird abgestellt auf einem Kipptisch mit einem Gummistutzen für den Containerauslauf. Von diesem führt eine Förderschnecke den Altsand/Staub zu einem Druckgefäßförderer, der wiederum pneumatisch in ein großes Vorratssilo fördert. (siehe Abbildung A)
- Eine AWILOG-Mulde wird mit einem Belüftungsboden (2 verschiedene Varianten) ausgestattet, der den Altsand/Staub zu einer mittig unter der Mulde angeordneten Austragsöffnung fördert. Die Mulde wird auf einem dafür angepassten Containertisch positioniert, und von der Austragsöffnung wird der Altsand/Staub direkt in den Druckgefäßförderer zur weiteren pneumatischen Weiterleitung eingebracht. (siehe Abbildungen B + D)
- Eine AWILOG-Mulde wird mit einem Schieber an einer Seite versehen. Der Container wird auf einen Kipptisch mit Gummistutzen für die Schieberöffnung gebracht, von diesem führt eine Förderschnecke wiederum in den Druckgefäßförderer. (wie Abbildung A, Schieber nicht dargestellt)
- Eine AWILOG-Mulde wird mit einem Schieber an einer Seite versehen. Dieser wird mittels des Absetzkippers in eine Grube mit Absaugeinrichtung für Staub ausgekippt. Die Absaugeinrichtung verhindert, dass Altsand/Staub in die Umwelt gelangt. Aus der Grube führt eine Förderschnecke in den Druckgefäßförderer. (siehe Abbildung C)

- Eine AWILOG-Mulde wird mit Leitblech innen ausgestattet. Aus dieser wird durch Schwerkraftentladung mittels eines Kipptisches der Alt-sand/Staub über einen Schlauch in den Druckgefäßförderer geleitet. (Abbildung E zeigt die Leitbleche im inneren des Containers)

Abbildung 4.2:
 Varianten zum
 Silocontainerum-
 schlag







Die Varianten wurden für verschiedene Transportmengen pro Woche kalkuliert, und mit dem Transport durch Silo Lkws verglichen. Da der Preis für den Bahntransport ohne die nicht zur Verfügung stehenden Mengen nicht konkurrenzfähig zum Transportpreis der Solo Lkw war, konnte keine der Varianten wirtschaftlich gegen den Lkw Transport bestehen. Durch die Kostendegression bei hohen Transportmengen für Bahntransporte ist aber bei entsprechenden Mengen ein wirtschaftliches Szenario trotz der zusätzlichen Investitionen für Behälter und Umschlaganlage realisierbar.

4.5 Ortsnahe Entsorgung von Abfällen

Im Projektverlauf konnte die Fritz Winter Eisengießerei die Transportentfernung für ca. 56.000 t trockenen Altsand von 280 km auf 50 km zu insgesamt vergleichbaren Entsorgungskosten verringern. Die Transporte werden weiterhin als Lkw Transport durchgeführt.

5 Verkehrliche Relevanz

Das Forschungsvorhaben hatte die Vermeidung und Verminderung von Straßenverkehrstransporten unter Einbeziehung des Verkehrsträgers Schiene zum Ziel. Ein Teilaspekt dabei sollte die Kopplung von Ver- und Entsorgung sein. Im Verlauf des Vorhabens wurde die Zielsetzung über leicht veränderte Maßnahmen gegenüber den ursprünglich vorgesehenen erreicht. Z.B. konnte die Kopplung von Ver- und Entsorgung nicht wie geplant realisiert werden.

Insgesamt ergibt sich folgende verkehrliche Relevanz für das Forschungsvorhaben. Die Angabe der Fahrzeugkilometer (Fzkm) beziehen sich jeweils auf einen voll ausgelasteten Lkw mit 25 t Nutzlast, und es werden nur die jeweils anfallenden Lasttransporte berücksichtigt, da der Anteil der anfallenden Leerfahrten von Lkw im Speditionsgeschäft aufgrund von Rücktransporten schwer zu berücksichtigen ist.

1. Verlagerung von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen auf die Schiene

- Verlagerung von 45.000 t/a Neusand (Ausweitung von 65.000 auf 110.000 t/a) über eine Entfernung von 280 km (Haltern-Stadtallendorf)

504.000 Fzkm/a verlagert

- Verlagerung von 53.000 t/a Koks und SiC über eine Entfernung von 270 km (Duisburg-Stadtallendorf)

572.400 Fzkm/a verlagert

2. Vermeidung von Entsorgungsverkehren

- Altsand, trocken, 26.000 t/a, Entsorgung statt in Krefeld (260 km) ortsnah (15 km)

254.800 Fzkm/a vermieden

- Altsand, trocken, 25.980 t/a, Entsorgung statt in Bleicherode (185 km) ortsnah (15 km)

176.664 Fzkm/a vermieden

In der Summe ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Verlagerung von der Straße auf die Schiene:

1.076.400 Fzkm/a

- Vermeidung von Straßenverkehr durch ortsnahе Entsorgung:

431.464 Fzkm/a

Die Ergebnisse geben im Forschungsvorhaben tatsächlich realisierte Vermeidungen bzw. Verlagerungen wieder. Das Potenzial der in diesem Forschungsvorhaben entwickelten Strategien ist deutlich höher. Zum einen könnten noch weitere Stoffströme der Fritz Winter Eisengießerei auf die Schiene verlagert werden oder Straßenverkehre durch Verminderung der Transportentfernungen vermieden werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die im Forschungsvorhaben betrachtete Kopplung der Ver- und Entsorgungsverkehre zu realisieren. Des weiteren können die gefundenen Ergebnisse auf andere Unternehmen der Eisen-, Stahl und Tempergießereibranche bzw. auf andere Branchen angewendet werden.

6 Verwertbarkeit der Ergebnisse

Als Forschungsinstitut profitiert das Fraunhofer IML nicht direkt durch die Anwendung der Ergebnisse. Statt dessen wurden und werden die Ergebnisse durch Publikation in einschlägiger Fachliteratur veröffentlicht. Zusätzlich fanden sie Beachtung in Vorträgen auf diversen Fachveranstaltungen (etwa die Dortmunder Gespräche, Vorstellungen des Fraunhofer IML und andere) oder durch Vorstellung auf Messen. Im Verlauf von eigenen Workshops zum Thema Kreislaufwirtschaft auf der Schiene z.B. in Dortmund und Prien sowie einem Netzwerktreffen innovativer Kreislaufwirtschaft konnte die Thematik weiter publik gemacht werden. Geplant ist die Schaffung einer Internetpräsenz, der Austausch mit Experten sowie die Übertragung von Teilergebnissen auf andere Problemstellungen der Kreislauf- und Abfallwirtschaft.

Die Verwertbarkeit der Ergebnisse für die Fritz Winter Eisengießerei wurde im Kapitel Umsetzung erläutert und im Kapitel Verkehrliche Relevanz bewertet. Das System wird derzeit betriebswirtschaftlich erfolgreich betrieben und soll langfristig erhalten bleiben. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit der Erhöhung der transportierten Mengen und der Erweiterung auf weitere Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe zur Versorgung). Nicht zuletzt kann, sofern es in Zukunft die Entsorgungsstrukturen zulassen, eine Kopplung von Ver- und Entsorgungsverkehren wie im Forschungsvorhaben untersucht erfolgen.

Die DB Cargo AG ist an der Umsetzung der Ergebnisse für die Fritz Winter Eisengießerei wie bereits beschrieben beteiligt. Das System wird derzeit betriebswirtschaftlich erfolgreich betrieben und soll langfristig erhalten bleiben. Darüber hinaus ist es übertragbar auf andere Produkte sowie auf andere große Unternehmen der Eisen-, Stahl- und Tempergießereibranche. Ebenfalls ist eine branchenübergreifende Verwertung der Ergebnisse möglich.

Für die H. Brühne Entsorgung GmbH stellt das Entsorgungskonzept für mineralische Produktionsreststoffe bzw. Produktionsabfälle die Möglichkeit dar, diese Dienstleistung für derzeitige und zukünftige Brühne Kunden wie große Unternehmen der Eisen-, Stahl- und Tempergießereibranche, aber auch branchenübergreifend (Stahlwerke, Müllverbrennungsanlagen etc.) anzubieten. Das System umfasst dabei Komponenten wie Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechnik inklusive der betriebswirtschaftlichen Kalkulation).

7 Zusammenfassung und Ausblick

Das Ziel des Verbundvorhabens war die Schaffung von betriebsübergreifenden Logistiksystemen insbesondere für große Unternehmen der Gießereibranche. Sie sollten durch die Vermeidung und Verlagerung von Kreislaufwirtschaftsverkehren Rationalisierungspotenziale erschließen und ökonomische sowie ökologische Vorteile schaffen.

Hierzu wurde ein vorgehen in vier Stufen gewählt. Grundlage des Verbundvorhabens bildete die Ist-Analyse der derzeit eingesetzten Logistiksysteme, d.h. der Behälter-, Fahrzeug- und Umschlagtechniken sowie der Logistik- und Organisationsstrukturen. Ziel war die Schaffung einer fundierten Planungsdatenbasis. Der Erforschung des Ist-Zustandes angeschlossen war die Konzeptplanung. Sie beinhaltet die Entwicklung, Anpassung und Auswahl von Behälter-, Fahrzeug und Umschlagtechniken, die Entwicklung und Ausgestaltung von Logistik- und Organisationsmodellen sowie die Planung, Bewertung und Auswahl von Logistikszenerien. Abschließend erfolgte die Detail- und Umsetzungsplanung. Sie beinhaltet die Detaillierung der Logistikszenerien als Vorbereitung zur Implementierung sowie deren Umsetzung und Validierung im Pilotprojekt.

In der dritten Phase wurde eine Anpassung der Zielsetzung erforderlich. Zuvor ausgewählte Szenarien bezogen sich auf die Kopplung von Neu- und Altsand einerseits sowie auf die Kopplung von Koks bzw. Siliciumcarbid und Kernbruch andererseits. Aufgrund einer Änderung der Transportrelationen - die Abfälle der Eisengießerei werden inzwischen ortsnahe verbracht - war eine Verlagerung der entsorgungsseitigen Verkehre nicht mehr realisierbar.

Statt dessen wurde eine Vermeidung entsorgungsseitiger Verkehre erzielt. Versorgungsseitig wurde daraufhin angestrebt, einerseits mehr Neusand, andererseits Koks bzw. Siliciumcarbid auf der Schiene zu transportieren. Die Transporte dieser Stoffe wurden anschließend in der Detail- und Umsetzungsplanung erfolgreich durch die Fritz Winter Eisengießerei, die DB Cargo AG sowie weitere Kooperationspartner realisiert.

Die genannten Erfolge beziffern sich auf insgesamt 1.076.400 Fzkm Verlagerung auf die Schiene sowie 431.464 Fzkm Vermeidung von Straßenverkehrstransporten. Darüber hinaus wurde von der H. Brühne Entsorgung sowie weiteren Kooperationspartnern ein innovativer Silocontainer mit entsprechender Umschlagtechnik zum Transport trockener, rieselfähiger Abfälle entwickelt.

Die bisher umgesetzten Lösungen haben die Pilotphase erfolgreich abgeschlossen und sollen langfristig betrieben werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit der Ausweitung auf weitere Produkte, auf weitere Unternehmen sowie auf weitere Branchen.

8 Anhang

Veröffentlichungen

- Pressemitteilung zum Start des Verbundvorhabens (idw)
- Pressemitteilung zum Abschluss des Verbundvorhabens (idw)
- Erstellung und Versand eines Produkt-/Informationsblattes
- Erstellung einer Internetpräsenz unter www.iml.fhg.de
- Messepräsentation »ENTSORGA«, 2003, Köln
- Messepräsentation »Transport Logistics«, 2003, München
- Metzler, Stefan ; Meyer, Peter: Koppeln und Verlagern - Potenzialanalyse. In: LOGISTIK HEUTE (2003), Nr. 1-2, S. 54-55.