

Endbericht

Förderprojekt der

Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)

AZ 29327-31

Förderbereich 1 „Umwelt- und gesundheitsfreundliche Verfahren“

Seltene Metalle – Ressourcenschonung durch Innovationen in Wertschöpfungsnetzwerken

Kelkheim, März 2014

Antragsteller

BöttcherConsulting
Dr. Friedhelm Böttcher
Burgweg 13
65779 Kelkheim

Tel. 06195-911641

info@boettcher-consulting.de

Kooperationspartner

Lehrstuhl für Ressourcenstrategie
Prof. Dr. Armin Reller/Dr. Andrea Thorenz
Resource Lab/ Wissenschaftszentrum Umwelt
Universität Augsburg
Universitätsstraße 1a
D-86159 Augsburg

Tel. 0821-598-3948

armin.reller@wzu.uni-augsburg.de

andrea.thorenz@wzu.uni-augsburg.de

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az 29327-31	Referat 1	Fördersumme	100.000,00€
--------------------	------------------	-------------	--------------------

Antragstitel **Seltene Metalle – Ressourcenschonung durch Innovationen in Wertschöpfungsnetzwerken**

Stichworte

Laufzeit 30 Monate	Projektbeginn 1. Juli 2011	Projektende 28. Februar 2014	Projektphase(n)
------------------------------	--------------------------------------	--	-----------------

Zwischenberichte	Juli 2012
------------------	-----------

Bewilligungsempfänger	BöttcherConsulting	Tel	06195 911641
	Dr. Friedhelm Böttcher	Fax	06195 911642
	Burgweg 13	Projektleitung	
	65779 Kelkheim	Dr. Böttcher	
		Bearbeiter	
		Dr. Böttcher	

Kooperationspartner Lehrstuhl für Ressourcenstrategie, Wissenschaftszentrum Umwelt
Universität Augsburg
Prof. Dr. Armin Reller

Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens

Begrenzte Lagerstätten, niedrige Fördermengen, Quasimonopole, teilweise schwierige politische Rahmenbedingungen und Umweltprobleme führen dazu, dass die sicherere Versorgung unserer Gesellschaft mit metallischen Rohstoffen kritisch zu bewerten ist. In dem hier vorgestellten Projekt sollen Unternehmen, die Platin-Gruppen-Metalle, Silber, Gold und seltene Erden – Metalle benötigen, vernetzt und gemeinsam umweltorientierte Handlungsempfehlungen sowie Ideen für innovative Geschäftsmodelle erarbeitet werden.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

- Aufbau eines Innovationsnetzwerkes
- Kritikalitätsanalyse von Wertschöpfungsketten der Metalle sowie deren ökonomische, ökologische und soziale Auswirkungen
- Erstellen einer Wissensbasis mit Umfeld- und Trendanalyse
- Chancen- Risikoanalyse des erarbeiteten Datenmaterials und kritisches Hinterfragen von aktuellen Denkmodelle zum Umgang mit Ressourcen aus verschiedenen Innovationsperspektiven
- Identifikation von Innovationspotenzialen und Entwicklung von neuen Konzepte für den Umgang mit Ressourcen

Ergebnisse und Diskussion

Innovationsnetzwerk

Der Aufbau des Innovationsnetzwerks „Strategische Rohstoffe“ war einer der Schwerpunkte des Projekts. Hierzu wurden gezielt Unternehmen angesprochen, deren Interessen systematisch erfasst und als Themenschwerpunkte in die weitere Projektarbeit eingebracht. Es wurde deutlich, dass rohstoffbezogene Fragestellungen in den Unternehmen mehrheitlich in den Aufgabenbereich des Einkaufs fallen. Die Bedeutung der Rohstoffversorgung als Innovationstreiber wird in der Regel nicht gesehen.

Entsprechend gering ist die Bereitschaft, sich in diesem Kontext aktiv an offenen Innovationsnetzwerken zu beteiligen.

Wissensbasis

In einer grundlegenden Untersuchung vom Lehrstuhl für Ressourcenstrategie der Universität Augsburg wurde die Kritikalität der Ressourcen Platin, Gold, Silber und Seltene Erden analysiert und darauf aufbauend Risikobewertungen sowie erste Handlungsempfehlungen generiert. Die Kritikalitätsbewertung von Rohstoffen beginnt sich als neues Forschungsfeld zu etablieren. Dabei unterscheiden sich die öffentliche Diskussion und die Sicht der Industrie signifikant. Während es in der Öffentlichkeit vor allem um die Reichweite der Rohstoffverfügbarkeit und Nachhaltigkeit geht, stehen in der Industrie Probleme wie Lieferengpässe und Preisvolatilität im Vordergrund. Entsprechend verfolgen die Unternehmen eher kurzfristig ausgelegte, konventionelle Strategien. Hier geht es um den Abschluss von langfristigen Lieferverträgen, der Rückwärtsintegration in Form von Beteiligungen an Zulieferern oder Direktinvestitionen in ein Bergbauunternehmen, Erschließung neuer Importquellen mit geringerem Risiko, Bildung von Einkaufsgemeinschaften oder den Ausbau der Lagerhaltung.

Weitere Ergebnisse

Die Analyse der Wissensbasis und die Arbeit im Innovationsnetzwerk haben gezeigt, dass es aus der Sicht des Innovationsmanagements sinnvoll ist, zunächst grundlegendere Fragen zu behandeln und auf diese zielführende Antworten zu finden:

- Welche Rahmenbedingungen fördern die Entwicklung innovativer Modelle der Kreislaufwirtschaft und wie können innovative Lösungen aussehen?
- Was bedeutet es für Unternehmen, neue Geschäftsmodelle im Bereich der Rohstoffnutzung und Beschaffung zu entwickeln und was muss getan werden, damit Unternehmen sich dem Thema intensiver öffnen?

Kreislaufprozesse werden heute dann schnell und erfolgreich entwickelt, wenn ein betriebswirtschaftlicher Nutzen einfach realisiert werden kann und der Wiederaufbereitungsprozess transparent ist. In allen anderen Fällen werden Kreislaufprozesse gar nicht entwickelt oder nur geringe Recyclingquoten erreicht. Um hier bessere Resultate zu erzielen, ist es notwendig,

- den gesamten Kreislaufprozess einschließlich der zugehörigen Kommunikationsbeziehungen von Beginn an als Ganzes systematisch zu erfassen und zu entwickeln,
- das Wissen über alle Be- und Verarbeitungsschritte durch Einbeziehen aller betroffenen Unternehmen in einem Materialcluster unter Führung eines fokalen Unternehmens zusammenzubringen,
- am Aufbau einer Kreislaufwirtschaft nicht nur produzierende und verwertende Unternehmen zu beteiligen, sondern auch den Handel, die Endverbraucher und die Anbieter von vielen ergänzenden Leistungen auf allen Stufen der Wertschöpfungskette aktiv mit einzubeziehen.

Unternehmen beschäftigen sich nur eingeschränkt mit innovativen Ressourcenstrategien, weil diese in der Regel zu grundlegenden Veränderungen im Geschäftssystem und den Geschäftsmodellen führen. Ein weiterer Grund ist aber auch darin zu sehen, dass der Umgang mit Ressourcen heute noch sehr stark durch die rückwärtsbezogene Extrapolation von Erfahrungen bestimmt ist. Zukunftsorientierte Instrumente zur nachhaltigen Entscheidungsfindung (z.B. Trendanalyse, Foresight) werden nur beschränkt eingesetzt. Mit dem Vorlegen einer Trendlandkarte „Strategische Rohstoffe“ wurde im Projekt ein wichtiger Impuls für einen zukunftsorientierten Zugang auch zur Unterstützung der Entwicklung von innovativen Ressourcenstrategien durch die Unternehmen gegeben.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

- In den Veranstaltungen des Innovationsnetzwerkes
- Publikationen
 - Thorenz, A. (2013): Platin in der Medizin: Vom Rohstoff zum Wirkstoff zum Schadstoff, OEKOSKOP (Fachzeitschrift für Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz), Nr. 2/13, Basel, S. 17-19.
 - Thorenz, A., Reller, A. (2011): Discussion of risks of platinum resources based on a function orientated criticality assessment - shown by cytostatic drugs and automotive catalytic converters. In: Environmental Sciences Europe 23:26, Springer.
 - Zepf, V.; Achzet, B.; Reller, A.: Strategic resources for emerging technologies. In: Scheunemann, I; Oosterbeek, L. [Hrsg.]: A New Paradigm of Sustainability. Theory and Praxis of Integrated Landscape Management. Rio de Janeiro, pp. 85-102.
 - Böttcher, F. (2014): Ressourcenschonung durch Innovationen in Wertschöpfungsnetzwerken. In: uwf UmweltWirtschaftsForum, Vol. 22, Iss. 2-3, pp 213-217.
- Ausgewählte Vorträge/Präsentationen zur Vorstellung des Projektes bzw. der Ergebnisse:
 - Vortrag "Transparenz im Ressourcendschungel: Ein Ansatz zur ressourcenorientierten Wertschöpfungskettenanalyse von Rohstoffen und Produkten", Ressourceneffizienz-

Kolloquium der Fachhochschule Pforzheim, 27. März 2014 (Dr. A. Thorenz)

- Vortrag “Zukunftsfähiger Umgang mit Stoffen, Materialien und Energie“, IHK Regensburg, 13. Juli.2011 (Prof. Dr. A. Reller)
- Vortrag an der Sommerschule der HfG Schwäbisch Gmünd, 22. Mai 2011 (Prof. Dr. A. Reller)
- Vortrag “Ressourcenschonung durch Innovationen in Wertschöpfungsnetzwerken“, 5. PIUS Länderkonferenz, 1. Juli 2014 (Dr. F. Böttcher)
- Vortrag “Effektiver Umgang mit Rohstoffen als Treiber von Innovationen“, future_bizz Netzwerktreffen, 25. September 2012, Rehau (Dr. F. Böttcher)

Fazit

Im Rahmen der vorliegenden Studie konnten zentrale Handlungsfelder und Potenziale zur Steigerung der Rohstoffeffektivität identifiziert sowie Vorschläge für die Weiterarbeit herausgearbeitet werden. Um daraus konkrete, operative Maßnahmen zur Umsetzung auch auf der Basis neuer Geschäftsmodelle abzuleiten, ist noch ein erheblicher Entwicklungsaufwand zu erbringen. Der Aufbau von „Business Ecosystems“, bei denen auch im wirtschaftlichen Handeln das primäre Verfolgen von Einzelinteressen durch ein kooperatives Handeln ersetzt wird, ist dabei ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Hier Veränderungen zu erreichen, verlangt noch große Anstrengungen und viel Überzeugungsarbeit. Entsprechend muss die Entwicklung neuer Wege im Umgang mit Rohstoffen eher langfristig ausgerichtet sein.

1. Inhaltsverzeichnis

1.	Inhaltsverzeichnis	1
2.	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	3
3.	Zusammenfassung.....	4
4.	Aufgabenstellung des Projekts	9
5.	Projektstruktur	10
6.	Projektphase 1 „Umfeldanalyse“	11
6.1	Erarbeitung der Wissensbasis	11
6.1.1	Einführung	11
6.1.2	Beschreibung der Wertschöpfungsketten.....	11
6.2	Innovationsnetzwerk.....	14
6.3	Öffentlichkeitsarbeit.....	15
6.4	Ableiten von Handlungsfeldern.....	18
7.	Rahmenbedingungen für innovative Modelle in der Kreislaufwirtschaft	21
7.1	Einflussfaktoren und Bedingungen für eine erfolgreiche Gestaltung von Kreislaufprozessen	21
7.2	Relevante Stoffe und die zugehörigen EoU – Materialien identifizieren	23
7.3	Geeignete Partnerfirmen in einem Materialcluster zusammenbringen.....	24
7.4	Rollen und Verantwortlichkeiten im Prozess klären	26
7.5	Den Kreislaufprozess verstehen und optimieren	26
7.6	Spezifikation für den Sekundärrohstoff bereitstellen	27
7.7	Methoden zur Erfassung, Aufbereitung und stofflichen Weiterbehandlung finden	27
7.8	Weiterführende Fragestellungen	28
7.8.1	Umgang mit EoU Materialien bei ungünstigen wirtschaftlichen Daten.....	28
7.8.2	Verlust von strategischen Rohstoffen durch dissipative Prozesse.....	28
7.8.3	Systematische Identifikation von neuen Stoffströmen	29
8.	Einfluss der Rohstoffnutzung und Beschaffung auf die Geschäftsmodelle der Unternehmen	29
8.1	Einleitung.....	29
8.2	Konsequenzen für das unternehmerische Handeln.....	31
8.3	Neugestaltung der Wertschöpfungskette	32
9.	Neue Geschäftsmodelle durch ein erweitertes Nutzenversprechen	34

10.	Integration der Endverbraucher in die Kreislaufwirtschaft.....	36
11.	Rolle des Handels und der rücknehmenden Organisationen.....	38
12.	Innovative Produktkonzepte	40
13.	Antizipieren zukünftiger Entwicklungen als Impulsgeber für Innovationen und zur Verbesserung der Erfolgswahrscheinlichkeit	45
13.1	Konzeptioneller Zugang.....	45
13.2	Ergebnisse.....	46
14.	Ressourcenstrategie	49
15.	Ausblick.....	52
16.	Anhänge.....	53
17.	Literaturverzeichnis	55

2. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Projektstruktur.....	10
Abbildung 2: Verteilungs- und Wertschöpfungssystem der Ressource Platin.....	12
Abbildung 3: Verteilungs- und Wertschöpfungssystem der Ressource Silber.....	13
Abbildung 4: Relevanzbewertung der Handlungsfelder	19
Abbildung 5: „Black Box“ – Beziehungen in Kreislaufprozessen.....	22
Abbildung 6: Erweitertes Kreislaufmodell.....	35
Abbildung 7: Allgemeine Kenngrößen zur Bewertung von Stoffkreisläufen.....	40
Abbildung 8: Fallbeispiel Semesterprojekt „Problemanalyse aus der Umweltperspektive“	41
Abbildung 9: Fallbeispiel Semesterprojekt „Systementwurf“	41
Abbildung 10: Fallbeispiel Semesterprojekt „Problemanalyse aus der Kundenperspektive“	42
Abbildung 11: Fallbeispiel Semesterprojekt „Entwürfe“	43
Abbildung 12: Fallbeispiel Semesterprojekt „Entwürfe“	44
Abbildung 13: Fallbeispiel Semesterprojekt „Bewertung der Gesamtbilanz“	45
Abbildung 14: Trendradar	47
Abbildung 15: Grundlegende Vorgehendmodelle bei der Geschäftsmodellinnovation.....	49
Abbildung 16: Entwicklung einer Rohstoffstrategie	52
Tabelle 1: Übersicht über die Interessen der Unternehmen an einem Rohstoffnetzwerk.....	14
Tabelle 2: Themen für weitergehende Projekte	15
Tabelle 3: Themen mit besonderem Innovationspotenzial	18
Tabelle 4: Kriterien für die Relevanzbewertung der Handlungsfelder.....	20
Tabelle 5: Auswertung der Expertenbefragung zum Thema Abfallbörsen	26

3. Zusammenfassung

Der steigende Verbrauch endlicher natürlicher Ressourcen sowie der kontinuierliche Anstieg anthropogener Emissionen in die Umweltmedien Luft, Wasser und Boden bilden zukünftig große gesellschaftliche Herausforderungen. Somit müssen neue und innovative Konzepte zur Steigerung der Ressourcenverfügbarkeit generiert werden, die neben ökonomischen auch die ökologisch/sozialen Auswirkungen betrachten. Ein Ansatz ist hierbei der Aufbau einer innovativen Kreislaufwirtschaft in Deutschland. Um überhaupt eine Bewertung der Rohstoffe vornehmen zu können, muss die Transparenz in den Wertschöpfungsketten erhöht werden. Dies kann dadurch erreicht werden, dass die Stoffströme der Rohstoffe vom Abbau über die Produktion bis hin zu den Abfallströmen analysiert werden und somit Ansatzpunkte für eine innovative Kreislaufwirtschaft aufgezeigt werden können.

Derzeit bestehen Forschungsaktivitäten in den geologisch/technologischen Maßnahmen einerseits durch die Gewinnung von Primärrohstoffen und andererseits durch die technisch-technologischen Aufbereitungsmöglichkeiten. Darüber hinaus beginnt sich ein neues Forschungsfeld im Zusammenhang mit der Kritikalitätsbewertung der Rohstoffe zu etablieren. Dabei unterscheiden sich die öffentliche Diskussion und die Sicht der Industrie signifikant. Während es in der Öffentlichkeit vor allem um die Reichweite der Rohstoffverfügbarkeit und Nachhaltigkeit geht, stehen in der Industrie Probleme wie Lieferengpässe und Preisvolatilität im Vordergrund. Entsprechend verfolgen die Unternehmen eher kurzfristig ausgelegte, konventionelle Strategien, um diese Herausforderungen zu bewältigen. Hier geht es um den Abschluss von langfristigen Lieferverträgen, der Rückwärtsintegration in Form von Beteiligungen an Zulieferern oder Direktinvestitionen in ein Bergbauunternehmen, Erschließung neuer Importquellen mit geringerem Risiko, Bildung von Einkaufsgemeinschaften oder den Ausbau der Lagerhaltung.

Innovative Strategien, die die Akzeptanz für die Nutzung von Sekundärrohstoffen oder das aktive Mitwirken in der Kreislaufwirtschaft beinhalten, werden von produzierenden Unternehmen nur sehr eingeschränkt verfolgt, weil

- Wissen und Infrastruktur für die Verwendung von Sekundärrohstoffen fehlen,
- Chancen und Notwendigkeiten nicht erkannt werden oder
- gesetzliche Vorgaben behindern.

Rohstoffbezogene Fragestellungen fallen in den Unternehmen mehrheitlich in den Aufgabenbereich des Einkaufs. Soweit es um Kostensenkung und Imagepflege geht, werden gelegentlich Produktion und Marketing einbezogen. Nur selten findet eine weitergehende Auseinandersetzung mit dem Thema in anderen Bereichen wie z.B. dem Innovationsmanagement oder der Produktentwicklung statt. Entsprechend gering ist die Bereitschaft, sich in diesem Kontext aktiv an Innovationsnetzwerken zu beteiligen.

Auch Unternehmen, die Leistungen zur Wiedergewinnung und Aufbereitung von Stoffen in der Kreislaufwirtschaft erbringen, sehen heute oft keinen Anlass zur Weiterentwicklung des bisher für sie gut funktionierenden Systems. Hinzu kommt als aktuelle Tendenz, dass einzelne Unternehmen den Gesamtprozess anbieten bzw. beherrschen wollen, obwohl sie nicht die Kompetenz für alle Prozessschritte besitzen.

Ein weiteres Problem, das unabhängig von den Akteuren existiert, besteht darin, dass Sekundärrohstoffe oft in stark schwankenden Mengen und Eigenschaften anfallen und preislich in vielen Fällen noch nicht konkurrenzfähig sind. Letzteres könnte sich nicht nur infolge eines erschwerten Zugangs zu Primärrohstoffen rasch ändern, sondern auch durch geplante Verschärfungen bei der Umsetzung des Verursacherprinzips für soziale und ökologische Folgen der Gewinnung von Primärrohstoffen.

Aus Sicht des Innovationsmanagements ist es deshalb sinnvoll, vor Beginn der Arbeit zu einzelnen Stoffen oder Stoffsystemen grundlegendere Fragen zu behandeln und auf diese zielführende Antworten zu finden:

- Welche Rahmenbedingungen fördern die Entwicklung innovativer Modelle der Kreislaufwirtschaft und wie können innovative Lösungen aussehen?
- Was bedeutet es für Unternehmen, neue Geschäftsmodelle im Bereich der Rohstoffnutzung und Beschaffung zu entwickeln und was muss getan werden, damit Unternehmen sich dem Thema intensiver öffnen?

Kreislaufprozesse werden dann schnell und erfolgreich entwickelt, wenn

- die aufzuarbeitenden Stoffe im EoU-Material in hoher Konzentration vorkommen und ein betriebswirtschaftlicher Nutzen einfach realisiert werden kann,
- der Wiederaufbereitungsprozess transparent ist und
- eine klare Rollen- und Interessenverteilung vorliegt.

In allen Fällen, in denen das nicht zutrifft, werden Kreislaufprozesse gar nicht entwickelt oder nur geringe Recyclingquoten erreicht. Einen weiteren, aber eher ergänzenden, Anreiz können regulatorische Rahmenbedingungen bilden.

Um bei der Entwicklung bessere Resultate zu erzielen, ist es notwendig, den gesamten Kreislaufprozess einschließlich der zugehörigen Kommunikationsbeziehungen von Beginn an als Ganzes systematisch zu erfassen und zu entwickeln. Eine zu frühe Vereinfachung kann zu einer kritischen Situation im Projekt führen. Kostenkontrolle und Kostensenkung müssen durchgehend besondere Beachtung finden, was unter anderem durch eine optimierte Logistik und die Bündelung von Stoffströmen aus unterschiedlichen Quellen möglich ist.

Ein weiterer kritischer Erfolgsfaktor ist das Wissen über alle Be- und Verarbeitungsschritte im Gesamtprozess. Dies kann gewonnen werden, wenn geeignete und betroffene Unternehmen in einem Materialcluster unter Führung eines fokalen Unternehmens gleichberechtigt miteinander kooperieren. Dem Clustermanagement kommt dabei eine zentrale Funktion zu.

Ein weiterer Grund dafür, dass Unternehmen sich nur eingeschränkt mit innovativen Konzepten zur Ressourcennutzung beschäftigen, ist die Tatsache, dass diese in der Regel sehr grundlegende Veränderungen im und für die Unternehmen mit sich bringen, da sich diese auf alle Aspekte des Geschäftssystems und der Geschäftsmodelle auswirken. Beispiele sind hier Veränderungen der Leistungserbringung durch die Beteiligung an einem Rohstoffcluster oder die Einführung eines neuen Ertragsmodells durch Leasing. Besonders weitreichend sind Veränderungen im Wertangebot (value

proposition) und damit dem Nutzen, den Kunden aus den Leistungen ziehen können. Wie Konzepte dieser Art aussehen können, wurde im Kapitel 11 gezeigt.

Änderungen im Wertangebot werden auch von Konsumentenseite unterstützt, u.a. durch die Forderung nach nachhaltigen Formen der Gewinnung von Rohstoffen oder einem nachhaltigeren Umgang mit diesen. Die Folgen lassen sich schon heute in Form von signifikanten Veränderungen in den Märkten zu beobachten. Verstärkt durch weitere Trends wie „Urbane Industrien“ und „3D Manufacturing“ deutet dies darauf hin, dass die kritische Situation bei der Rohstoffversorgung ein Treiber für innovative Veränderungen mit erheblichem disruptivem Potenzial ist. Dieser Dynamik ist dann besonders stark ausgeprägt, wenn sie mit Geschäftsmodellinnovationen verbunden wird, die die Bedürfnisse der Kunden über einen effektiveren Umgang mit Rohstoffen hinaus, besser befriedigen, als dies mit herkömmlichen Produkten möglich ist. Dabei kann es sich um Bedürfnisse handeln, die für Käufer oder Nutzer

- Risiken minimieren,
- besondere Handlungsoptionen generieren,
- neue Gestaltungsmöglichkeiten eröffnen,
- die Alltagsorganisation verbessern oder vereinfachen,
- die Lebenshaltungskosten senken.

Das macht deutlich, dass am Aufbau einer Kreislaufwirtschaft nicht nur produzierende und verwertende Unternehmen beteiligt sind, sondern auch der Handel, die Endverbraucher und die Anbieter von vielen ergänzenden Leistungen auf allen Stufen der Wertschöpfungskette, die deshalb alle aktiv einbezogen werden müssen.

Aus der kritischen Rohstoffsituation können sich für Unternehmen also keinesfalls nur erhebliche Risiken, sondern auch potentialreiche Chancen ergeben. Um Letztere zu nutzen, ist es erforderlich, dass Unternehmen Rohstoffthemen in ihre Innovationsstrategie integrieren, sich gegenüber Geschäftsmodellinnovationen öffnen und beide im Zusammenhang betrachten. Dabei nimmt die Frage der Zukunftsfähigkeit des Unternehmens und die Suche nach einer mittel- und langfristigen Sicherung der Erfolgsposition eine zentrale Stellung ein.

Foresight-Instrumente als Elemente eines Früherkennungssystems können den Erfolg dieser Bemühungen massiv unterstützen, u.a. durch:

- i. Technologie-Scouting, Trendmonitoring, Kraftfeld- bzw. Wirkungsanalysen und Szenariostudien,
- ii. plausible Prognosen zur Entwicklung der zukünftigen Rohstoffnachfrage auf der Basis von
 - branchenspezifische Technologieroadmaps
 - Informationen über die Technologieentwicklung in der eigenen und anderen Branchen mit möglicherweise ähnlichen Rohstoffinteressen
 - Marktprognosen aus unterschiedlichen Anwendungsfeldern und
 - Analysen des aktuellen und zukünftigen regulatorischen Umfelds,
- iii. Identifikation und Analyse von Einflussfaktoren für die Markt- und Preisentwicklung.

Im Rahmen der vorliegenden Studie konnten zentrale Handlungsfelder und Potenziale zur Steigerung der Rohstoffeffektivität identifiziert werden. Um diese Potenziale systematisch zu nutzen, muss noch weitere Forschungsarbeit geleistet werden, wie unter anderem die Entwicklung von Methoden und Prozessen zur

- Identifikation von Stoffen, die als Sekundärmaterial sowohl betriebswirtschaftlich als auch technisch eine besondere Attraktivität aufweisen,
- einfachen und schnellen Beschreibung von Stoffströmen, auch wenn das hierzu notwendige Datenmaterial nur schwer oder gar nicht zugänglich ist,
- Modellierung bzw. Simulation von Stoffströmen als Zielsystem für zu entwickelnde Kreislaufprozesse unter Einbeziehung unterschiedlicher EoU-Quellen, Sekundärmaterialien und Abnehmerprozesse,
- Bildung und Management von Materialclustern und deren Einbettung in weiterreichende Wertschöpfungsnetzwerke als Teil von „Business Ecosystemen“,
- Produktentwicklung und Produktdesign, die heterogene und sich zum Teil scheinbar widersprechende Zielsysteme in einen konstruktiven, sich gegenseitig fördernden Zusammenhang bringen.

Weitere, darüber hinaus gehende Empfehlungen sind:

- Gründung einer Projektgesellschaft zur systematischen Entwicklung von geschlossenen Stoffkreisläufen
 - Erkennen von attraktiven Stoffsystemen
 - Bildung und Management von Materialclustern
 - Projektmanagement und Projektrealisierung.
- Gründung einer Gesellschaft zur Entwicklung und Vermarktung von nachhaltigen Produkten auf der Grundlage des im Bericht skizzierten Vorgehensmodells und Etablierung einer entsprechenden Marke.
- Gezielte Integration von Rohstoff-, Ressourcen- und Kreislaufthemen in die Innovationsstrategie und ins Innovationsmanagement.
- Gezielte Integration der Thematik in Innovationsprojekte, die in unterschiedlichen Kontexten und variierenden Teilnehmerstrukturen bearbeitet werden. Hier geht es darum, schon in der Formulierung der Projektziele sowie den früheren Projektphasen wesentliche Aspekte des effektiven Umgangs mit Rohstoffen und den Aufbau der Kreislaufwirtschaft zu integrieren. Beispiele sind die Entwicklung von innovativen Produkten unter Nutzung von technischen Textilien oder Untersuchungen zur Veränderung der Märkte, die durch Megatrends wie Urbanität getrieben werden.
- Unterstützung der Maßnahmen durch eine geeignete Kommunikationsstrategie, die anhand von „Best Practise“ Beispielen aufzeigt, welche Chancen durch Geschäftsmodellinnovationen in Verbindung mit einem effektiven Umgang mit Rohstoffen existieren und wie diese genutzt werden können. Dieser Ansatz kann zur Gründung von Gesprächskreisen und weitergehenden Netzwerken genutzt werden, bedarf aber einer kontinuierlichen Finanzierung des zugehörigen Netzwerkmanagements.

- Bereitstellen eines Werkzeugkastens für die Entwicklung von Innovationsstrategien für kleine und mittlere Unternehmen, der auch explizit hilft, Innovationspotenziale durch den effektiven Umgang mit Rohstoffen zu identifizieren.

Die kritische Versorgung mit Rohstoffen wird zu weitreichenden Änderungen in der Art des Wirtschaftens und damit der Lebensbedingungen, auch global, führen. Ein frühes Erkennen und Verstehen dieser Prozesse schafft die Möglichkeit einer aktiven Zukunftsgestaltung im Sinne eines „Shaping the future“. Konzepte und Vorgehensmodelle, wie dies über eine Entwicklung innovativer Geschäftsmodelle umgesetzt werden kann, wurden in der vorliegenden Studie aufgezeigt. Um daraus konkrete, operative Maßnahmen zur Umsetzung abzuleiten, ist noch ein erheblicher Entwicklungsaufwand zu erbringen. Der Aufbau von „Business Ecosystems“, bei denen auch im wirtschaftlichen Handeln das primäre Verfolgen von Einzelinteressen durch ein kooperatives Handeln ersetzt wird, ist dabei ein wesentlicher Erfolgsfaktor, der noch große Anstrengungen und viel Überzeugungsarbeit verlangt.

4. Aufgabenstellung des Projekts

In dem von der DBU-geförderten Projekt mit dem Titel „**Seltene Metalle - Ressourcenschonung durch Innovationen in Wertschöpfungsnetzwerken**“ wurden innerhalb der zweieinhalbjährigen Projektlaufzeit von August 2011 bis Dezember 2013 innovative Konzepte zur Ressourcenschonung mit dem Schwerpunkt strategische Metalle für KMUs erarbeitet. Die Arbeit fokussiert dabei auf Platin, Silber, Gold und Seltene Erden.

Finales Ziel des Projektes war die Entwicklung eines Portfolios von Handlungsempfehlungen und Ideen für innovative Geschäftsmodelle, die den nachhaltigen Umgang mit den strategisch bedeutenden High-Tech-Metallen und Materialien in gut fassbarer Weise aufzeigen. Dabei ging es vorrangig um disruptive¹ Innovationen, die eine gezielten Neugestaltung von Wertschöpfungsketten bzw. -netzen mit einbeziehen, wie beispielsweise durch neue Formen

- der Kooperation und des Wissensaustauschs,
- der Gestaltung und des Managements von Wertschöpfungsketten durch eine branchenübergreifenden Zusammenarbeit von Unternehmen unter aktiver Integration verschiedener Stakeholder sowie
- der Struktur der Wertschöpfungsketten (z.B. der Rollenverteilung oder Arbeitsteilung).

Die gezielte Gestaltung von Wertschöpfungsnetzwerken ermöglicht durch neue Lösungen einen verbesserten Zugang zu Ressourcen und liefert darüber hinaus einen Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgase und der Umweltbelastungen von Luft, Wasser und Boden.

Die Grundlage für die Projektarbeit stellt eine Wissensbasis dar, die zu Beginn des Projekts in Form von Fact Sheets zu den Metallen Platin, Gold, Silber und zu Seltenen Erden erarbeitet wurde. Sie umfasst neben ressourcenspezifischen Informationen wie etwa die statische Reichweite und die geographische Verteilung auch produkt- bzw. funktionsabhängige Aussagen sowie Daten zu Recyclingpotenzial und Dissipation. Aus diesen Daten wurden auf Grundlage von ausgewählten Produkten Risikobewertungen entwickelt sowie erste Handlungsempfehlungen generiert.

Bei der Entwicklung disruptiver Innovationen werden verstärkt neue Fragestellungen verfolgt, was ein besonderes Lernen im Projektverlauf verlangt. Aus diesem Grund wurden die Projektziele im Projekt kontinuierlich überprüft und die Projektstrategie immer wieder an die neu gewonnen Erkenntnisse angepasst.

¹ Disruptive Innovationen führen zu weitgehende Änderungen auf der gesamten Prozesskette und die verlangen die Entwicklung neuer Geschäftsmodellen

5. Projektstruktur

Analog Abb.1 besteht das Projekt aus drei aufeinanderfolgenden Phasen.

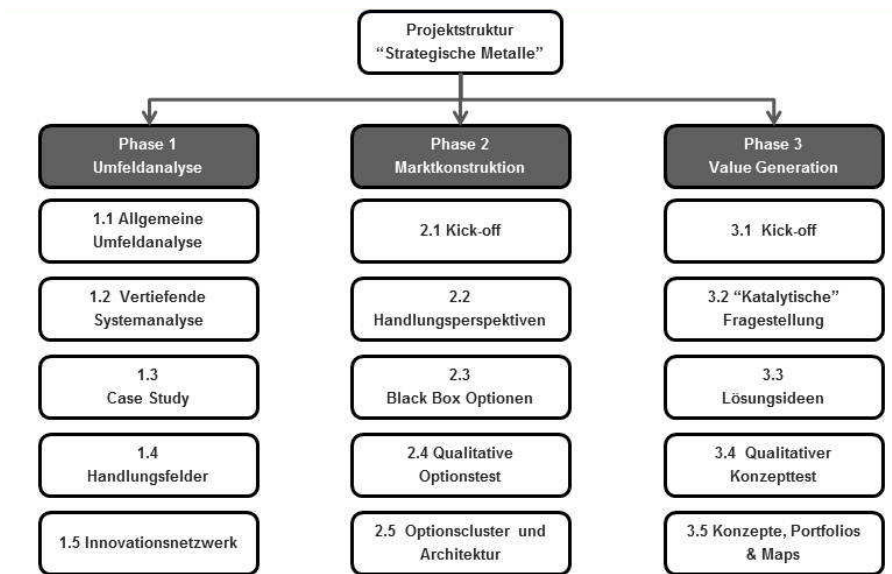


Abbildung 1: Projektstruktur

In der Startphase (Phase 1) wurden systematisch, basierend auf dem Vorgehensmodell der Stoffgeschichten² bzw. dem Vorgehensmodell der Analyse und Bewertung von Wertschöpfungsketten³ des Lehrstuhls für Ressourcenstrategie der Universität Augsburg eine Wissensbasis aufgebaut und Handlungsfelder als Themen für die weitere Projektarbeit identifiziert. Im Vordergrund stand dabei die Umfeldanalyse des Lehrstuhls für Ressourcenstrategie, bei der für die Elemente Platin, Silber und Gold sowie für Seltene Erden Fact Sheets und für Platin auch als weitergehende Fallanalyse geologische, ökonomische, technische, ökologische und sozio-kulturelle Wirkungsverflechtungen erarbeitet wurden. Die Fact Sheets enthalten für die einzelnen Stoffe folgende Informationen:

- Zusammenstellung der Daten in Wertschöpfungsketten,
- Analyse der Angebotsstruktur (geologische Verfügbarkeit, Produktion und Marktmacht sowie ökologische Auswirkungen),
- Analyse der Nachfragestruktur (Nachfragetrends, Funktionalität, Substitution, Recycling),
- Risikobewertungen anhand plakativer Produkte,
- Case Study für Platin: Kritikalitätsanalyse anhand zweier Produkte (Autoabgaskatalysatoren und Zytostatika in der Chemotherapie) und Handlungsempfehlungen,
- Informationsverfügbarkeit und Datenlage.

Der Aufbau und die Pflege einer Wissensbasis, die möglichst umfassend und dynamisch alle relevanten Einflussfaktoren einbezieht, schaffte eine Grundlage zur Identifizierung von Handlungsbedarf und -möglichkeiten. In einem weiteren Schritt wurden erkennbare Trends und weiterreichende Zukunftsbilder in die Wissensbasis integriert. Diese Ergebnisse wurden genutzt, um in den Fol-

² (Bösch, 2004)

³ (Thorenz, 2011)

gephasen 2 und 3 Ideen für einen neuen Umgang mit strategisch wichtigen Rohstoffen zu identifizieren und Konzepte für neue Geschäftsmodelle oder einen weiterführenden Umgang mit dem Thema Rohstoffe abzuleiten.

6. Projektphase 1 „Umfeldanalyse“

6.1 Erarbeitung der Wissensbasis

6.1.1 Einführung

Das Ziel der Teilstudie, die vom Lehrstuhl für Ressourcenstrategie der Universität Augsburg durchgeführt wurde, ist eine Analyse und Kritikalitätsbewertung der Ressourcen Platin, Gold, Silber und Seltenen Erden. Die Metalle sind funktionaler Bestandteil vieler Produkten und somit von wesentlicher Bedeutung unter anderem für die Industrie und Wirtschaft. Um die Kritikalität zu bewerten, wurden neben ressourcenspezifischen Kriterien wie etwa statischer Reichweite, geographischer Verteilung, insbesondere auch produkt- bzw. funktionsabhängige Kriterien wie das Recyclingpotenzial und die Dissipation (ökologische Auswirkungen) betrachtet. Aus diesen Daten wurden Risikobewertungen auf der Grundlage von ausgewählten Produkten aufgestellt sowie erste Handlungsempfehlungen generiert. Die wissenschaftlichen Ergebnisse sind Grundlage des Gesamtprojektes und wichtiger Bestandteil für die weiterführenden Diskussionen innerhalb des Netzwerkes⁴.

6.1.2 Beschreibung der Wertschöpfungsketten

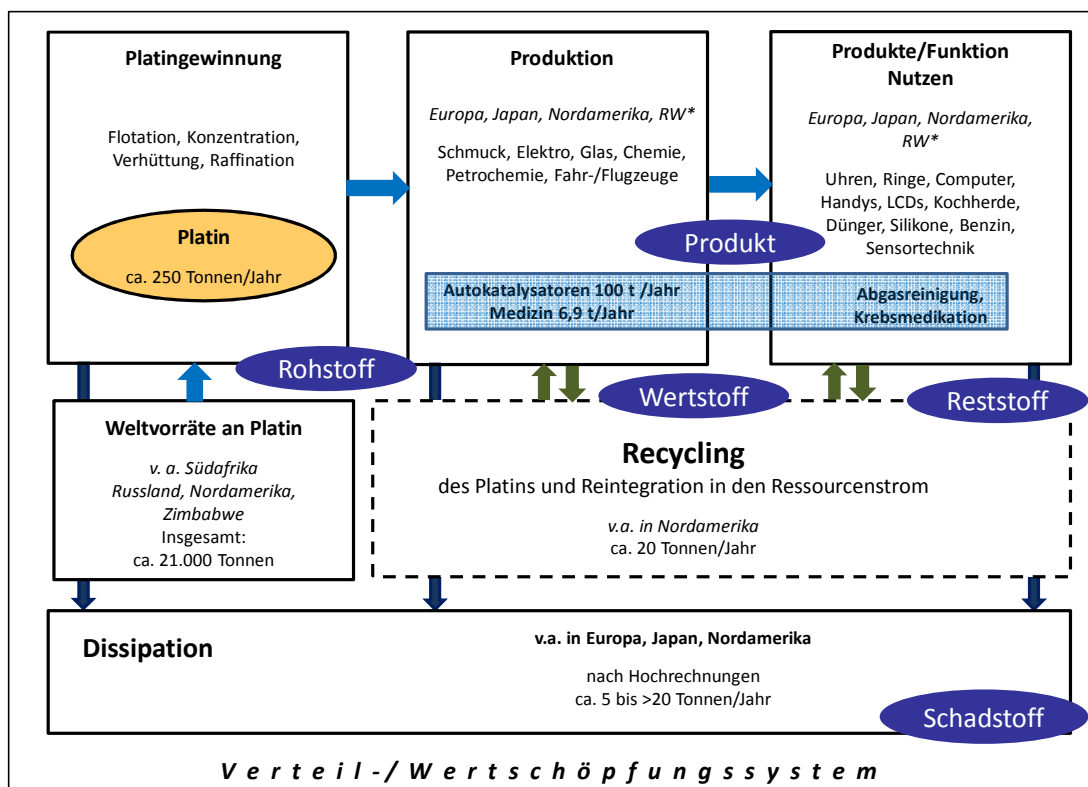
Die Nachfrage nach den wichtigen High-Tech-Metallen aus den Gruppen der sogenannten Seltenen Erden und Edelmetalle – d.h. der Platin-Gruppen-Metalle (PGMs), die Platin, Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium und Ruthenium umfasst – für innovative Industrien und Technologien wächst stark. Besonders in diesen Bereichen haben sie eine hohe strategische Bedeutung, d.h., ein einfacher Ersatz durch andere Werkstoffe mit gleicher oder ähnlicher Funktionalität ist gar nicht oder nur unter sehr schwierigen Bedingungen möglich. Klassische Verwendungsgebiete dieser Metalle sind beispielsweise die Schmuck- und Automobilindustrie. Darüber hinaus werden sie etwa in Computern, Handys, LCDs, Kochherden, Düngemitteln, Medizintechnik sowie in der Sensortechnik benötigt.

Neben begrenzten Ressourcen, niedrigen Fördermengen, Beschaffungsrisiken aufgrund von Quasimonopolen und schwierigen politischen Rahmenbedingungen ist die Gewinnung und Nutzung auch aufgrund einer dabei vorliegenden starken Belastung des Ökosystems mit großen Problemen verbunden. Möglichkeiten für eine ressourcenschonende, effektive Nutzung dieser Metalle ergeben sich dann in besonderer Weise, wenn der Umgang mit diesen Stoffen in Wertschöpfungsnetzwerken und geschlossenen Nutzungskreisläufen optimal gestaltet werden könnte. Um diese Potenziale zugänglich zu machen und innovative Nutzungskonzepte zu entwickeln ist es notwendig, heu-

⁴ (Thorenz, et al., 2012), Die im Rahmen des Projekts erstellte Studie ist als eigenständiges Dokument mit dem Zwischenbericht eingereicht worden.

te realisierte Stoffströme in den aktuellen Wertschöpfungsketten zu beschreiben und zu analysieren. Generell sind diese Analysen sehr komplex und bedürfen einer Zusammenstellung von unterschiedlichem Datenmaterial (z.B. Datenbanken, Produktinformationen aus dem Internet), das mit Hilfe von empirischen Befragungen (z.B. Experteninterviews) ergänzt werden muss. In diesem Zusammenhang sind eine Vielzahl von Stoffströmen nicht bekannt (z.B. Titanoxid) und somit auch die ökologischen Auswirkungen noch unerforscht.

In den folgenden Schaubildern 2 und 3 werden beispielhaft die Wertschöpfungsketten von Platin, und Silber mit den Wertschöpfungsbausteinen (beginnend bei den Weltvorräten über die Gewinnung, Produktion, das Recycling und die Dissipation in die Umwelt) dargestellt. Details über die Gewinnung, Produktion und die in der Produktionskette gefertigten Waren sind für das Metall Platin weitgehend vorhanden. Recyclingangaben sind ebenfalls bekannt. So werden in Deutschland beispielsweise 52% der Autoabgaskatalysatoren recycelt und die Gewinnung von Sekundärplatin liegt weltweit bei ca. 10% der Gesamtnachfrage.



Copyright Thorenz, Reller (2011) nach Johnson Matthey, Platinum 2010

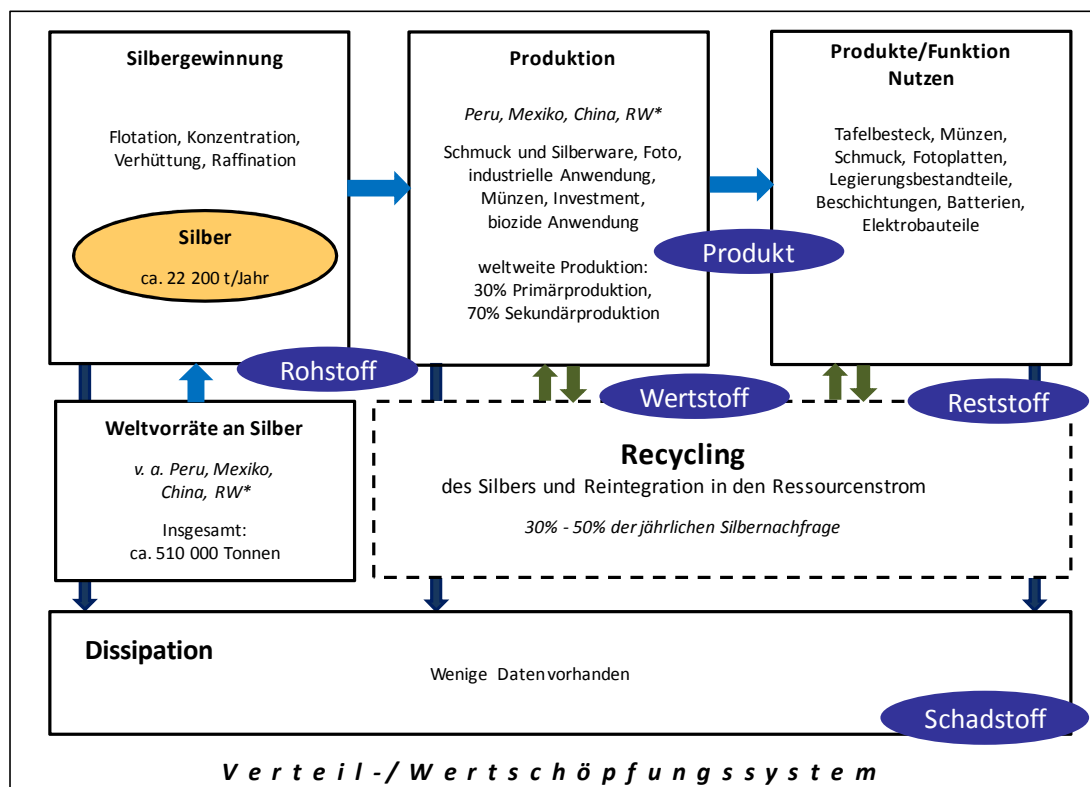
*RW: Restliche Welt

Abbildung 2: Verteilungs- und Wertschöpfungs-system der Ressource Platin

Auch zum Thema Dissipation von Platin sind zu „Autokatalysatoren“ sowie zur „Toxizität von Zytostatika“ weitere Studienergebnisse heranzuziehen⁵. Dissipation hängt von der jeweiligen funktionalen Verwendung ab. Sie führt zu einem unkontrollierten Eintrag von potenziellen Schadstoffen in die Umwelt und Kreislaufverlusten, die zu einer weiteren Nachfrage nach Primärplatin führen.

⁵ Vgl. (Merian, et al., 2004);

Silber ist derzeit noch kein kritisches Metall. Für den weltweiten Abbau von Silber ist von Relevanz, dass rund 70% der Produktion durch sogenannte Sekundärminen als Nebenprodukt von Kupfer, Zink oder Gold gewonnen werden. Das Angebot von Silber ist somit immer an das der Koppelprodukte gebunden. Die Recyclingquote liegt bereits bei 30-50%, 60% davon gehen auf das Recyceln von industriellen Anwendungen und Elektronikartikeln zurück. Im Bereich der Dissipation liegen zwar nur wenige Studien vor, allerdings ist die Wirkung auf den menschlichen Organismus belegt. Toxische Effekte sind bisher nur von Mikroorganismen bekannt.



Copyright Lehrstuhl für Ressourcenstrategie, Universität Augsburg (2011)

*RW: Restliche Welt

Abbildung 3: Verteilungs- und Wertschöpfungssystem der Ressource Silber

Die Wertschöpfungskette für Gold zeigt, dass im Bereich der Goldgewinnung, Produktion und Anwendung Daten existieren. Im Gegensatz dazu sind sowohl wenige Informationen zum Goldrecycling als auch zur Umweltwirkung verfügbar. Die Wirkung von Gold im menschlichen Körper wurde bereits nachgewiesen, damit kann aber nicht auf die Auswirkungen in der Umwelt geschlossen werden. In Bezug auf die Auswirkungen in der Biosphäre ist Forschungsbedarf vorhanden.

Auch bei den Seltenen Erden sind Daten zu den einzelnen Wertschöpfungsbausteinen zu finden, nicht jedoch über Inhaltsstoffe verfügbar, die in Produkten verbaut werden. Hier müsste eine eigene Stoffanalyse von einzelnen Produkten erfolgen. Für ein Recycling sind – außer von Umicore – keine Daten bekannt. Diese recyceln sowohl die Edelmetalle Ag, Au, Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Cu als auch Pb, Sn, Sb, Bi, In, Se, Te, Ni, As. Zum Thema Dissipation sind keine Daten bzw. Studien verfügbar. Relevant ist, dass die Selten-Erd-Elemente eine Gruppe von 17 chemisch ähnlichen Elementen dar-

stellen. Die Trennung in die einzelnen Elemente ist energieaufwendig. Außerdem werden Chemikalien verwendet, deren Entsorgung schwierig und potentiell umweltschädlich ist.

6.2 Innovationsnetzwerk

Parallel zur Zusammenstellung und Analyse der Wissensbasis wurde der Aufbau des Innovationsnetzwerks „Strategische Rohstoffe“ gestartet. Die Arbeit in und mit offenen Innovationsnetzwerken ist ein verbreitetes und wichtiges Instrument des Innovationsmanagements. Sie dienen unter anderem zur Wissensgenerierung und -vernetzung als Teil des informellen „Ökosystems“. In dem hier behandelten Projekt ermöglichte das Innovationsnetzwerk den Einstieg in das Management von Wertschöpfungsketten, lieferte eine Basis für die Umsetzung der zu entwickelnden Geschäftsmodelle und war Ausgangspunkt für eine Reihe weitergehender Projektinitiativen. Eine Liste mit Unternehmen, die sich in dem Netzwerk engagierten, ist im Anhang 1 zu finden. Vertreten waren sie vornehmlich durch Mitarbeiter aus dem Innovationsmanagement und dem Einkauf.

Ein wichtiger Schritt zu Beginn der Arbeit im Netzwerk war das Erfassen der Interessen der Teilnehmer. Eine Übersicht der hierzu in der Startveranstaltung des Projekts durch die Teilnehmer getroffenen Aussagen ist in Tabelle 1 zusammengefasst.

Gemeinsame Interessen	Einzelinteressen
<ul style="list-style-type: none"> • Networking, Info-Austausch, neue Partner finden, gemeinsame Aktivitäten koordinieren • Einfluss von Rohstoffen auf Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und Deutschland als Standort • Klären, welche Rohstoffe warum strategische Bedeutung haben • Gesamte Wertschöpfungskette verstehen • Forecast für Versorgung, Preise • Transparenz und Qualität von Daten/Informationen • Versorgungssicherheit • Recycling, Substitution, Einsatz von Sekundärrohstoffen, neue Technologien • Neue Geschäftsideen und -modelle in Bezug auf Ressourcenstrategien • Nachhaltigkeit • Methoden zum Umgang mit dem Thema Rohstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> • Einkaufskooperationen • Preisstabilität • Ressourcen- und Preisgerechtigkeit • Erkenntnisgewinn • Wirtschaftliche Umsetzung • Andere Rohstoffe als Metalle im Focus, z.B. Polymere • Keramiken als Systemkomponente für angesprochene technische Fragestellungen

Tabelle 1: Übersicht über die Interessen der Unternehmen an einem Rohstoffnetzwerk

Darüber hinaus wurden im Rahmen der Veranstaltung von den Unternehmensvertretern noch besondere Themen herausgestellt, für die Interesse an einer weiteren Arbeit in Teilprojekten bestand (s. hierzu Tabelle 2).

Versorgungsrisiken und Preisvolatilität

- Forecast für Versorgungssituation und Preise, Methodik
- Einflussfaktoren auf Rohstoffpreise
- Trenderkennung
- Early Warning System
- Problemlösungsalternativen für die Zukunft
- Notfallstrategien
- Transparenz und Qualität von Daten/Informationen

Tabelle 2: Themen für weitergehende Projekte

Insgesamt waren die Interessen der Unternehmen sehr heterogen verteilt, was auf die Diversität der Unternehmen in Bezug auf Branche und Position in der Wertschöpfungskette sowie der unterschiedlichen Aufgaben der Teilnehmer in den Unternehmen zurückzuführen war. Obwohl diese Heterogenität in der Formulierung von klaren Einzelinteressen ihren Ausdruck fand, konnten gleichzeitig Cluster von gemeinsamen oder sich stark überlappenden Interessen identifiziert werden. Als besonders relevante Fragestellung wurde von der klaren Mehrheit der Teilnehmer die Entwicklung von Instrumenten zur Früherkennung von Versorgungsrisiken und zur Entwicklung der Einkaufspreise genannt. Ebenso wurde klar herausgestellt, dass im Hinblick auf die angestrebte Entwicklung innovativer Konzepte eine Fokussierung der Arbeit auf besondere Metalle und Materialien nicht sinnvoll ist. Dies wurde u.a. mit der Komplexität und Vielzahl der Anwendungsfälle erklärt, aber auch mit der Tatsache, dass die Kritikalität einzelner Rohstoffe sich in der Wahrnehmung der Öffentlichkeit, aber auch der Entscheider in den Unternehmen, sehr schnell und sehr stark ändert. Dies spiegelt die Erfahrung mit der Entwicklung der Rohstoffpreise wieder, die Ausdruck der vielen, oft nicht nachvollziehbaren Einflüsse auf dem Markt sind.

Die Auseinandersetzung mit Fragen der Beschaffung von Rohstoffen wurde gegenüber der Gestaltung von Wertschöpfungsnetzwerken und der Entwicklung von Kreislaufprozessen deutlich priorisiert. Damit wurde schon zu Anfang des Projekts deutlich, dass offene Innovationsnetzwerke für die Entwicklung neuer Wege im Umgang mit Rohstoffen mit einer eher langfristigen Perspektive entwickelt werden müssen und zunächst schwerpunktmäßig mit themenzentrierten Clustern zu arbeiten ist.

6.3 Öffentlichkeitsarbeit

Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit, allgemein und in die beteiligten Unternehmen hinein, sind zentrale Instrumente für die Projektarbeit in Innovationsnetzwerken. Dies unter anderem, weil nur so die nötigen Ressourcen und notwendige Unterstützung für die inhaltliche Arbeit gewonnen werden können. Aber auch weil Innovationen nur im Diskurs mit den Zielgruppen und Stakeholdern umgesetzt werden können. Entsprechend kann die Öffentlichkeitsarbeit in drei Phasen unterschieden werden.

- a) Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit vor Projektbeginn, zum Gewinnen und Integrieren von Unternehmen und Experten.

Maßnahmen:

- Entwicklung eines Projektflyers, der über Ziele; Inhalte und das Vorgehen im Projekt Auskunft gab. Der Flyer wurde in der konkreten Ansprache der Zielunternehmen und Experten, aber auch in Breite für die allgemeine Öffentlichkeitsarbeit genutzt.
- Direkte Anschreiben bzw. Ansprache von Unternehmen und Experten zur Gewinnung ihrer Beteiligung
- Allgemeine Informationsmailings an die Presse und die „Innovationscommunity“ in Deutschland sowie Aufbau einer projektspezifischen Internetseite

- b) Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit während der Projektlaufzeit zur Bindung der Netzwerkpartner und Unterstützung der inhaltlichen Arbeit im Rahmen von Netzwerktreffen:

Folgende Netzwerktreffen wurden durchgeführt:

- 14. Dezember 2011 in Frankfurt
- 30. Januar 2012 in Augsburg
- 22. März 2012 in Köln
- 16. April 2012 in Lünen
- 24. Juni 2012 in Augsburg
- 21. November 2012 in Mainz
- 20. Februar 2014 in Osnabrück.

Inbesondere die Startveranstaltung in Frankfurt und die Abschlussveranstaltung in Osnabrück nahmen mit einem erweiterten Teilnehmerkreis aus Sicht der Öffentlichkeitsarbeit einen besonderen Raum ein. Mit diesen Veranstaltungen war es zudem möglich eine erweiterte Perspektive zum Thema aufzubauen.

Während des Projekts wurden zur Nutzung von Multiplikatoreffekten Verbände und Institutionen angesprochen und in die Arbeit integriert. Beispiele sind: IHK Frankfurt, DECHEMA, Hesens Trade und Invest, Innovationsnetzwerk future_bizz.

- c) Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit nach Projektende Projektlaufzeit zur Nutzung und Vermittlung der Projektergebnisse

i. Publikationen

- Thorenz, A. (2013): Platin in der Medizin: Vom Rohstoff zum Wirkstoff zum Schadstoff, OEKOSKOP (Fachzeitschrift für Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz), Nr. 2/13, Basel, S. 17-19.
- Thorenz, A., Reller, A. (2011): Discussion of risks of platinum resources based on a function orientated criticality assessment - shown by cytostatic drugs and automotive catalytic converters. In: Environmental Sciences Europe 23:26, Springer.
- Zepf, V.; Achzet, B.; Reller, A.: Strategic resources for emerging technologies. In: Scheunemann, I; Oosterbeek, L. [Hrsg.]: A New Paradigm of Sustainability. Theory and Praxis of Integrated Landscape Management. Rio de Janeiro, pp. 85-102.

- Böttcher, F. (2014): Ressourcenschonung durch Innovationen in Wertschöpfungsnetzwerken. In: uwf UmweltWirtschaftsForum, Vol. 22, Iss. 2-3, pp 213-217.
- ii. Ausgewählte Vorträge/Präsentationen zur Vorstellung des Projektes bzw. der Ergebnisse:
- Vortrag "Transparenz im Ressourcenschwengel: Ein Ansatz zur ressourcenorientierten Wertschöpfungskettenanalyse von Rohstoffen und Produkten", Ressourceneffizienz-Kolloquium der Fachhochschule Pforzheim, 27. März 2014 (Dr. A. Thorenz)
 - Vortrag "Zukunftsfähiger Umgang mit Stoffen, Materialien und Energie", IHK Regensburg, 13. Juli.2011 (Prof. Dr. A. Reller)
 - Vortrag an der Sommerschule der HfG Schwäbisch Gmünd, 22. Mai 2011 (Prof. Dr. A. Reller)
 - Vortrag "Ressourcenschonung durch Innovationen in Wertschöpfungsnetzwerken", 5. PIUS Länderkonferenz, 1. Juli 2014 (Dr. F. Böttcher)
 - Vortrag "Effektiver Umgang mit Rohstoffen als Treiber von Innovationen", future_bizz Netzwerktreffen, 25. September 2012, Rehau (Dr. F. Böttcher)

6.4 Ableiten von Handlungsfeldern

Ausgehend von der Wissensbasis und der Arbeit im Innovationsnetzwerk wurden zum Ende der Startphase des Projekts Handlungsfelder identifiziert, die sich in besonderem Maße für die Entwicklung neuer Geschäftsideen eignen. Eine entsprechend Themenliste ist in der Tabelle 3 zusammengestellt.

1	Ressourcenstrategien der Unternehmen	Weiterarbeit Augsburg
2	Gestaltung von „Black Box“ – Systemen in der Kreislaufwirtschaft	
3	Umgang mit Rohstoffmärkten	Mit Pkt. 2 verbunden
4	Informationssysteme	Mit Pkt.2 verbunden; Umgang mit Schwierigkeiten bei Datenerfassung
5	Aufbereitung von EoU Materialien in Schwellen- und Entwicklungsländern	Mit Pkt. 2 verbunden
6	Integration der Endverbraucher in das Kreislaufdenken	
7	Trends in der Materialentwicklung in Bezug auf kritische Metalle	
8	Materialsubstitution	
9	Systemanalyse „Stoffdissipation“	Weiterarbeit Augsburg
10	Erschließung neuer Rohstoffquellen	
11	Rohstoffpartnerschaften	Rohstoff Strategie Bundesregierung, EU
12	Verteilung von SEEs und PGMs in Endverbraucherprodukten und Analyse der Nutzung in Kreislaufprozessen	
13	Stoffkreisläufe in Megacities	In Verbindung mit urban living und urban mining
14	Recyclingkonzepte im Kontext von Produktvielfalt und schnellem Produktwechsel	
15	Nutzungs- und Recyclingkonzepte für SEEs im Zusammenhang	Es werden nur eine SEEs genutzt, sie kommen aber in Mischungen vor, große Mengen werden nicht genutzt
16	Konzepte für den Umgang mit EoU Materialien, wenn Recycling heute wirtschaftlich nicht attraktiv ist	
17	Aufbereitung von Elektronikschrott, insbesondere für Nebenströme der mechanischen Aufbereitung	fem
18	Aufbereitung mineralischer und metallischer Massengüter im Baubereich	fem
19	Industrielle Symbiose	

Tabelle 3: Themen mit besonderem Innovationspotenzial

Für die weitere Arbeit im Projekt wurden nur die Themen ausgewählt, die aufgrund ihres Innovationspotenzials besonders attraktiv, für die Weiterarbeit gut zugänglich sind und einen hohen Bezug zum Thema des Projekts aufweisen. Die Bewertung fand im Rahmen einer Portfolioanalyse statt. Die Ergebnisse der Bewertung sind in der Abbildung 4 und die Bewertungskriterien in Tabelle 4 nachzulesen.

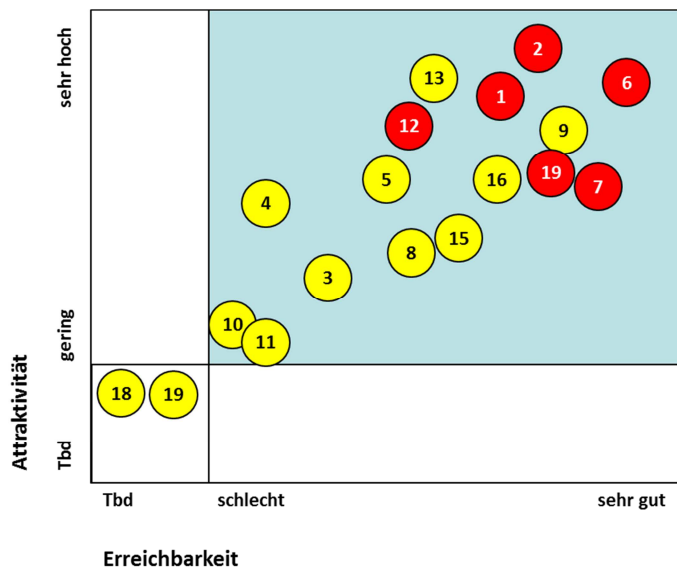


Abbildung 4: Relevanzbewertung der Handlungsfelder

Als besonders relevant für die Arbeit in Innovationsnetzwerken mit konkretem Bezug zu PGMs, SEEs und anderen strategischen Metallen wurden dabei die folgenden Themen identifiziert:

- Notwendigkeit von Ressourcenstrategien für Unternehmen (derzeit hat jedes Unternehmen eine individuelle Lösung),
- Verlust von strategischen Rohstoffen durch dissipative Prozesse,
- Konzepte für den Umgang mit EoU Materialien, wenn Recycling heute wirtschaftlich nicht attraktiv ist (z.B. Abfallbörsen),
- Systematische Identifikation von neuen Stoffströmen,
- Umgang mit einer rechtlichen Überregelung, die die Entwicklung von neuen Ideen beim Rückführungsprozess für Unternehmen behindert (z.B. Ceranfeldherd wird als Schrott verwertet und nicht in die Bestandteile Glas und Schrott zerlegt) und
- Entwicklung von Vorgehensmodellen in Situationen, in denen keine einheitlich verfügbaren Datenquellen zur Verfügung stehen.

Attraktivität	Erreichbarkeit
<ul style="list-style-type: none"> • signifikantes Potenzial für neues Geschäftsmodell • signifikanter Beitrag zur Sicherung der Rohstoffversorgung und Systemrelevanz • starke Veränderungen der Zielgruppen und im Markt • Bezug zu kritischen Einflussfaktoren • starke Wechselwirkung mit andere Märkten und Technologien • Einfluss auf Wertschöpfungskette • erkennbare Barrieren 	<ul style="list-style-type: none"> • für Open Innovation geeignet • für die Arbeitsgruppe erreichbar • Kompetenzbasis vorhanden

Tabelle 4: Kriterien für die Relevanzbewertung der Handlungsfelder

Die kritische Bewertung der Handlungsfelder, die darüberhinausgehenden Erkenntnisse aus der Wissensbasis und die Diskussionen im Innovationsnetzwerk machten deutlich, dass zur Entwicklung innovativer Wege im Umgang mit Rohstoffen über diese favorisierten Themen hinaus, zunächst eine Reihe grundlegender Fragen beantwortet werden müssen und disruptiven Konzepten eine besondere Bedeutung zukommt. Damit wurde eine wesentliche Hypothese des Projekts bestätigt⁶.

Die angesprochenen grundlegenden Fragen lauten wie folgt:

- Wie müssen die rechtlichen, politischen, gesellschaftlichen und organisationalen Rahmenbedingungen für die Entwicklung innovativer Modelle der Kreislaufwirtschaft aussehen?
 - Wie können attraktive Stoffsysteme für die Entwicklung von Lösungen in der Kreislaufwirtschaft erkannt, analysiert und bewertet werden?
 - Wie können die Stoffströme beschrieben und die hierzu notwendigen Informationen gewonnen werden?
- Wie können innovative Lösungen in der Kreislaufwirtschaft aussehen?
- Was bedeutet es für Unternehmen, neue Geschäftsmodelle im Bereich der Rohstoffnutzung und Beschaffung zu entwickeln?
- Was bedeutet es für Unternehmen, mit und in Wertschöpfungsnetzen zu arbeiten?
- Was muss getan werden, damit Unternehmen sich intensiver dem Thema öffnen?
- Welche grundsätzlichen Möglichkeiten für innovative Geschäftsmodelle existieren?
- Welche Rolle kann der Endverbraucher in der Kreislaufwirtschaft spielen und welchen Einfluss hat er?
- Wie können zukünftige Entwicklungen antizipiert und dieses Wissen sowohl zur Verbesserung der Erfolgswahrscheinlichkeit, aber auch als Impulsgeber (Pacemaker) genutzt werden?

Eine frühe Fokussierung auf einzelne Rohstoffe oder Rohstoffgruppen wie die Seltenen Erden oder die Metalle der PGM-Gruppe kann in diesem Kontext kontraproduktiv wirken. Der Raum für Fragen, aber auch für innovative Lösungen wird dabei zu früh und zu stark eingegrenzt.

Mit Rücksicht auf dieses Erkenntnis wurden die oben aufgeführten Fragen in den Vordergrund der weiteren Projektarbeit gestellt. Für die in der Relevanzbewertung ausgewählten Themen, die einen besonderen Bezug zu einzelnen Rohstoffen oder Rohstoffgruppen haben, wurden nach einer Vorklärung im Netzwerk separate Projekte mit unterschiedlicher Beteiligung initiiert. Darüber hinaus wurde vereinbart, dass Fragen der Rohstoffgewinnung und deren Aufbereitung sowie der Rohstoffhandel aus Gründen der Komplexitätsreduktion nicht weiter verfolgt werden. Damit liegt eine klare Fokussierung auf den Stoffkreislauf vor, auch wenn innovative Geschäftsmodelle grundsätzlich für alle Phasen im Lebensverlauf von Stoffen von der Rohstoffgewinnung, über die Aufberei-

⁶ s. Kapitel 3: „Aufgabenstellung des Projekts“

tung und den Rohstoffhandel bis hin zur Verarbeitung, Nutzung und Wiederaufbereitung entwickelt werden können.

7. Rahmenbedingungen für innovative Modelle in der Kreislaufwirtschaft

7.1 Einflussfaktoren und Bedingungen für eine erfolgreiche Gestaltung von Kreislaufprozessen

Der Aufbau von geschlossenen Stoffkreisläufen ist essentiell für den effektiven Umgang mit seltenen Metallen. Dies bezieht sich sowohl auf organisatorische Fragen (Ausgestaltung von Rückführungssystemen von Alt-Produkten) als auch auf technologische Entwicklungen (Verfahren zum Recycling von metallhaltigen Abwässern). Eine Implementierung effizienter Kreislaufwirtschaftssysteme führt durch eine Erhöhung der Ressourceneffizienz bzw. durch eine Reduktion der dissipativ freigesetzten Partikel gleichermaßen zu einer Reduktion der ökonomischen und der ökologischen Risiken.

Die Recyclingraten sind bei einer Reihe von Stoffen heute schon sehr hoch, so liegen sie z.B. bei den Edelmetallen, die für industrielle Katalysatoren eingesetzt werden, in einem Bereich von 50 - 90%⁷. Bei anderen Anwendungen sind sie wesentlich geringer und bei SEEs findet keine Rückgewinnung statt. Trotz teilweise großer technischer Herausforderungen ist die Rückgewinnung auch hier, ebenso wie für viele Materialien aus anderen Stoffklassen und Anwendungsfällen, nicht nur technisch, sondern auch aus betriebswirtschaftlicher Sicht machbar⁸.

Daraus leitet sich die Frage ab, welche Rahmenbedingungen den Aufbau von Kreislaufprozessen fördern und so die Rückgewinnung oder Weiternutzung von Stoffen aus EoU-Materialien unterstützen. Die Analyse der Fallbeispiele⁹ deutet darauf hin, dass diese Potenziale immer dann ausgeschöpft werden, wenn

- die aufzuarbeitenden Metalle im EoU-Material in hoher Konzentration vorkommen und somit ein besonderes großer und leicht erkennbarer betriebswirtschaftlicher Nutzen vorliegt, der einfach realisiert werden kann,
- der Wiederaufbereitungsprozess transparent ist und
- eine klare Rollen- und Interessenverteilung vorliegt.

In diesen als „White Box“-Situationen bezeichneten Fällen können geschlossene Stoffkreisläufe in der Regel vergleichsweise einfach entwickelt werden.

Eine ungünstige Recyclingquote liegt in der Regel dann vor, wenn die Beziehungen intransparent sind. Diese Fälle werden im Folgenden als „Black-Box“ – Situationen bezeichnet. Eine schematische Darstellung hierzu findet sich in der Abbildung 5.

⁷ (Faulstich, 2010)

⁸ Insbesondere in den Instituten der Fraunhofer – Gesellschaft wird intensiv an Verfahren zur Wiederaufbereitung gearbeitet. Ein gutes Beispiel ist hier ein Projekt des Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Dresden (IFAM)

⁹ (Thorenz, et al., 2012)

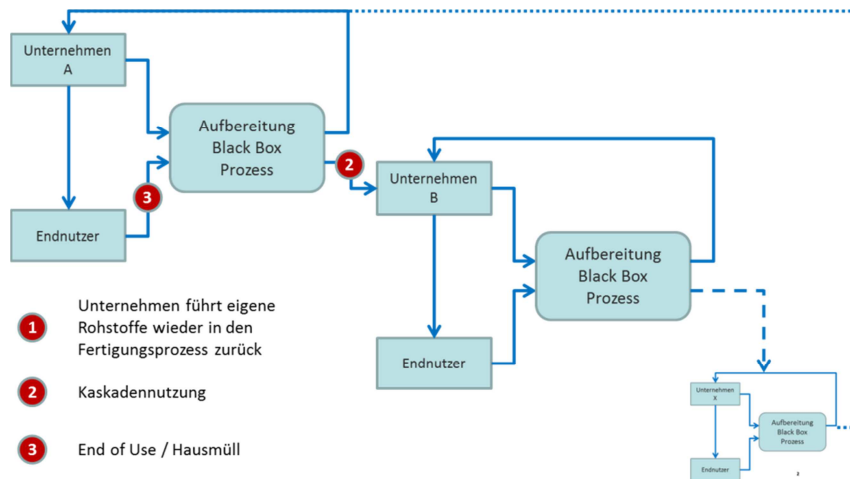


Abbildung 5: „Black Box“ – Beziehungen in Kreislaufprozessen

Neben der fehlenden Transparenz bei „Black Box“ – Situationen ist bei der Gestaltung von Kreislaufprozessen zu beachten, dass anstelle von weitgehend reinen Reststoffen und Schrottmaterialien viele Stoffe und wichtige Metalle wie die Vertreter der PGM-Gruppe und der Seltenen Erden häufig in Form eines komplexen „EoU“-Materialmixes anfallen, mit

- einem hohen Anteil an Verbundmaterialien und Begleitmetallen bzw. Begleitstoffen, in denen Materialverbünde aus recyclingfähigen und recyclingschädlichen Stoffen enthalten sind,
- geringen Metallgehalten (z.B. verursacht durch Miniaturisierung),
- einem hohen Anteil an Verunreinigungen.

Getrieben durch die intensiven Arbeiten im Bereich der Materialentwicklung ist zu erwarten, dass diese Situation in Zukunft verstärkt vorliegen wird¹⁰.

Gleichzeitig führen Produktvielfalt und häufige Produktwechsel zu zunehmend komplexen Stoffflüssen und erschweren die Kalkulation für Investitionen in die geeigneten Technologien¹¹. In der Konsequenz wird die Realisierung von Kreislaufprozessen immer teurer, z.B. durch

- notwendige „High-Tech“-Aufbereitungsanlagen,
- hohe Investitionen für den Umweltschutz,
- eine komplexe Sammellogistik.

Liegt eine „Black Box“-Situation mit komplexen Materialien und geringen Gehalten vor, sind einfache Konzepte zum Aufbau von Kreislaufprozessen nicht mehr anwendbar. Vielmehr muss der gesamte, komplexe Kreislaufprozess einschließlich der zugehörigen Kommunikationsbeziehungen als Ganzes richtig und systematisch erfasst und entwickelt werden. Eine zu frühe Vereinfachung der Fragestellung kann zum Scheitern des Projekts führen.

¹⁰ (Kawohl, 2011), (Grienitz, 2013)

¹¹ (Kawohl, 2011)

Wichtige Arbeitsschritte sind¹²:

1. Relevante Stoffe und die zugehörigen EoU-Materialien zur Gewinnung von Sekundärrohstoffen identifizieren.
2. Geeignete Partnerfirmen in einem Materialcluster zusammenführen.
3. Rollen und Verantwortlichkeiten im Prozess klären.
4. Den Kreislaufprozess verstehen und optimieren.
5. Spezifikation für den Sekundärrohstoff bereitstellen.
6. Methoden zur Erfassung, Aufbereitung und stofflichen Weiterbehandlung finden und implementieren.

7.2 Relevante Stoffe und die zugehörigen EoU – Materialien identifizieren

Der Aufbau von geschlossenen Stoffkreisläufen beginnt mit der systematischen Identifikation von relevanten Stoffen, die zur Gewinnung von Sekundärrohstoffen ausreichend attraktiv sind (Target-Material) und der Auswahl von EoU-Materialien als Träger dieser Stoffe. Die Identifikation von Targetmaterialien ist dann eine Herausforderung, wenn für sie nicht schon geschlossene Stoffkreisläufe existieren oder sie nicht zu den wertvollen Metallen gehören. Verbunden mit der Auswahl der Targetmaterialien muss auch eine Aussage über die zu gewinnenden Sekundärrohstoffe getroffen werden. Dabei können vier mögliche Varianten unterschieden werden:

1. Der Sekundärrohstoff ist nicht vom Primärrohstoff zu unterscheiden, d.h., er besitzt die gleichen Eigenschaften, Merkmale und Spezifikation (z.B. Metallrecycling) wie der Primärrohstoff.
2. Der Sekundärrohstoff hat ähnliche Eigenschaften wie der Primärrohstoff. Die Spezifikation unterscheidet sich allerdings, wobei die Unterschiede nicht relevant sind oder durch einfache Veränderungen in der Prozessführung ausgeglichen werden können (Lösungsmittel, Fernsehglas). Die Spezifikationen können dabei losabhängig schwanken.
3. Downgrading, d.h., die Qualität des Sekundärrohstoffs ist deutlich schlechter und Einsatzbreite reduziert. Der Rohstoffwert ist im Vergleich zum Primärrohstoff spürbar verringert worden.
4. Vollständig andere Einsatzbereiche werden angesprochen, der Rohstoffwert ist aber nicht reduziert worden.

Bei den Varianten zwei bis vier hat das genutzte EoU-Material einen erheblichen Einfluss auf die Merkmale des Sekundärrohstoffs. In diesen Fällen ist es möglich, dass es bei dem Sekundärrohstoff nicht primär um die Rückgewinnung eines Targetmaterials geht, sondern ein Weg gesucht wird, ein EoU-Material oder Teile davon einer neuen Nutzung zuzuführen. Unabhängig von der betrachteten Variante muss der zu entwickelnde Stoffkreislauf schon in der frühen Planung im Zusammenhang beschrieben werden sowie Angaben über Mengen und Inhalte, Quellen und Modifikationen vorliegen.

¹² Diese Ergebnisse wurden im Rahmen der Arbeitssitzungen des Innovationsnetzwerks „Rohstoffe“ erarbeitet mit besonderen Beiträgen von (Döring, 2012), (Großschmidt, 2012) und (Schmiemann, 2012)

Die in diesem Projekt zugrunde gelegten Fallstudien zeigen, dass dieser Prozess ausgesprochen aufwendig sein kann und Daten in der Regel nicht verfügbar sind. Eine weitergehende Forschungsarbeit zur Entwicklung von Vorgehensmodellen und Methoden ist erforderlich. Der an diesem Projekt beteiligte Lehrstuhl für Ressourcenstrategien der Universität Augsburg verfolgt diesen Ansatz in weitergehenden Projekten. Aus der Komplexität der Prozesse leitet sich die Forderung ab, schon während der Produktentwicklung Fragen der Wiederaufbereitung zu berücksichtigen und ein Informationssystem aufzubauen, das Wissen über die Stoffströme sammelt und zur Verfügung stellt¹³.

Wissen über zukünftige Entwicklungslinien und innovative Produkte muss somit aus der Sicht der effektiven Rohstoffnutzung sehr früh nicht nur den produzierenden Unternehmen, sondern auch allen andern Unternehmen zur Verfügung stehen, die im Kreislaufprozess aktiv sind. Nur so können wichtige Entscheidungs- und Planungshilfen bereitgestellt werden, die vor allem die frühe konzeptionelle Phase der Gestaltung von Kreislaufprozessen entscheidend beeinflusst. In vielen Studien zur Organisation der Produktentwicklung und dem Innovationsmanagement wird gezeigt, dass in dieser frühen Phase wesentliche Entscheidungen getroffen werden, die Qualität, Funktionalität und betriebswirtschaftlichen Erfolg determinieren. Gleichzeitig ist es möglich, bei – im Vergleich zu den nachfolgenden Prozessschritten – geringen Kosten hohe Optimierungspotenziale zu nutzen¹⁴. Dies umfasst neben der Entwicklung von technischen Verfahren, Prozessen und Anlagen vor allem auch die Auswahl der gemeinsam aufzubereitenden EoU-Materialien und der Palette der daraus zu gewinnenden Sekundärrohstoffe. Hier ist insbesondere auf Konzepte zur Kaskadisierung, bei der die „eigentlichen Produkte und Produktkomponenten, als auch Neben- und Koppelprodukte wiederkehrend verwendet werden“¹⁵, und das Verknüpfen von unterschiedlichen Stoffströmen zu verweisen.

7.3 Geeignete Partnerfirmen in einem Materialcluster zusammenbringen

Um bei der Gestaltung von Kreislaufprozessen geeignete Lösungen zu finden, muss komplexes Wissen über Material, Technologie, Produkte bzw. Anwendungen und Märkte zusammengeführt werden^{16,17}. Dies setzt eine intensive Kooperation und die Entwicklung eines gegenseitigen Verständnisses von Unternehmen voraus, die sich an unterschiedlicher Stelle auf der Wertschöpfungskette befinden.

Die Akzeptanz für die Nutzung von Sekundärrohstoffen aber auch das aktive Mitwirken in der Kreislaufwirtschaft ist bei produzierenden Unternehmen heute oft noch gering ausgeprägt, weil

- das notwendige Wissen für die Nutzung von Sekundärrohstoffen fehlt,
- Möglichkeiten für die gemeinsame Entwicklung von Konzepten häufig nicht vorhanden sind,

¹³ Dieses Thema wird intensiv im Zusammenhang mit der Ökodesignrichtlinien diskutiert. Wichtige Ansätze werden auch im Cradle-to-Cradle Ansatz und der r3-Studie diskutiert bzw. gefordert. Siehe hierzu: (Parlament, 2009), (Braungart, 2009) und (Faulstich, 2010)

¹⁴ s. hierzu u.a. (Reinertsen, 1998)

¹⁵ (Faulstich, 2010)

¹⁶ (Beckers, 2011)

¹⁷ (Hagelüken, 2011)

- kein einheitliches und strukturiertes Vorgehensmodell bei den Unternehmen implementiert ist,
- die Infrastruktur für die Verwendung dieser Materialien fehlt und
- die Prozesse in den Unternehmen auf die Einbeziehung von Stoffkreisläufen nicht ausgerichtet sind.

Produzierende Unternehmen müssen langfristig einen neuen im Umgang mit Rohstoffen etablieren und die Leitfrage „Wie bekomme ich mein Material wieder zurück, um meine Versorgungssicherheit und Preisstabilität zu erhöhen?“ in den Vordergrund stellen. Aber auch Unternehmen, die Leistungen zur Wiedergewinnung und Aufbereitung der Stoffe in der Kreislaufwirtschaft erbringen, müssen ihre Rolle und ihr Selbstverständnis weiter entwickeln. Viele von ihnen sehen heute oft keinen Anlass zur Weiterentwicklung des bisher für sie gut funktionierenden Systems und müssen sich u.a. folgende Fragen stellen:

- Wie können wir die Wertigkeit unseres Beitrags erhöhen?
- Welche Rolle will ich als Unternehmen in dem Prozess übernehmen? Was muss ich hierfür tun?
- Wie kann grundsätzlich der Wert des Sekundärrohstoffes auch bei einem Downsizing oder einer anderen Nutzung im Rahmen eines Kaskadenmodells erhöht werden?
- Wie können Market Pull und Technology Push zusammengebracht werden?
- Welche Möglichkeiten zur Wertsteigerung der Sekundärrohstoffe durch unterstützende Maßnahmen sind möglich (Marketing, Werbung)?

Der hohe Kooperationsbedarf bei der Entwicklung von Kreislaufprozessen kann nur erfüllt werden, wenn gezielt Materialcluster bzw. Wertschöpfungsnetzwerke als organisatorische Grundlage und Projektträger aufgebaut werden. Als erster Schritt hierzu müssen geeignete Partner gefunden werden. Viele Ansätze zur Unterstützung der Kontaktfindung existieren. Besonders Abfall- und Recyclingbörsen können hilfreiche Instrumente sein, um die Markttransparenz zu fördern und Partner für die Nutzung von Abfallstoffen als Sekundärrohstoffe besser zusammenzubringen. Im Rahmen des Projekts wurden durch den Lehrstuhl für Ressourcenstrategie eine Ist-Analyse zum Thema Abfall- und Recyclingbörsen durchgeführt und die Erfahrungen der Netzwerkpartner hierzu aggregiert¹⁸. Dabei hat sich herausgestellt, dass es erfolgreiche und gut genutzte Plattformen gibt, wenn für die Abfallstoffe sehr genaue Spezifikationen vorliegen. In den anderen Fällen ist der Erfolg deutlich geringer (beispielsweise weisen die Recyclingbörsen der IHKS über das Internet monatlich nur ca. 30 Inserate auf, andere Börsen auch weniger).

Gründe hierfür sind

- geringe Überschneidungen zwischen angebotenen und gesuchten Stoffen,
- eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten für gefährliche und problematische Abfälle,
- rechtliche Probleme, weil Produzenten Abfälle für die weitergehende Nutzung nur annehmen dürfen, wenn sie offiziell als Verwertungsanlage bewertet werden,
- fehlende Qualitätsspezifikationen oder stark schwankende Menge oder Eigenschaften,
- Schwierigkeiten bei der Begutachtung und der Preisfindung.

¹⁸ (Thorenz, 2012)

Sicht der Unternehmen	Sicht der Recyclingunternehmen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recyclingbörsen bekannt, aber keine Nutzung bzw. keine Nutzung mehr. Gründe hierfür: <ul style="list-style-type: none"> – schlechte Erfahrung in Zusammenarbeit – keine Überschneidung mit Anforderungen der Unternehmen ▪ rechtliches Problem: <ul style="list-style-type: none"> – Unternehmen muss „Verwertungsanlage“ sein, um Abfälle anzunehmen ▪ Bedingungen an Material: <ul style="list-style-type: none"> – reine Qualität – Möglichkeit zur mittel- bis langfristige Sicherung der Rohstofflieferungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nachfrage bisher zu gering ▪ Probleme: <ul style="list-style-type: none"> – fehlende Qualitätsspezifikationen – Klassifikation der Abfälle – keine zeitliche/logistische Übereinstimmung von Angebot und Nachfrage – fehlende Konstanz – fehlende Anonymität ▪ Alternative: Recyclingunternehmen als Ankäufer

Tabelle 5: Auswertung der Expertenbefragung zum Thema Abfallbörsen

7.4 Rollen und Verantwortlichkeiten im Prozess klären

Für eine erfolgreiche Kooperation von verschiedenen Unternehmen in einem Materialcluster ist es essentiell, dass die Rollen und Verantwortlichkeiten im Prozess sehr früh geklärt werden. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor ist, dass der gesamte Kreislaufprozess der Führung bzw. Kontrolle eines „fokalen“ Unternehmens unterliegt¹⁹. Fokale Unternehmen, die in der Regel der Endabnehmer bzw. der zentrale Teile- bzw. Komponentenhersteller sind:

- wirken als Treiber,
- garantieren eine absolute Kostenkontrolle und ein konsequent marktorientiertes Vorgehen,
- sorgen für eine sichere Kontrolle der Massenströme.

Unabhängig von der Bedeutung des fokalen Unternehmens ist es von essentieller Bedeutung, dass sich alle Mitglieder des Materialcluster als gleichwertige Akteure verstehen. Dies steht im Gegensatz zu der aktuellen Tendenz, dass einzelne Unternehmen den Gesamtprozess anbieten bzw. beherrschen wollen, obwohl sie nicht die Kompetenz für alle Prozessschritte besitzen.

7.5 Den Kreislaufprozess verstehen und optimieren

Der Aufbau des Kreislaufprozesses verlangt, dass der gesamte Prozess bis zur Herstellung des Sekundärrohstoffes inklusive aller Bearbeitungsschritte wie z.B. „Komponentenzerlegung“ und „Materialaufbereitung“ als zusammenhängende, logistische Kette verstanden und optimiert wird. Die Prozessgestaltung schließt alle Schritte im ganzheitlichen Sinne ein und stellt Transparenz in den Beziehungen der Partner und den Stoffflüssen her. Dabei ist die Logistik ein bestimmender Erfolgsfaktor in der Kreislaufwirtschaft. Hierzu sind die folgenden Fragen zu beantworten:

¹⁹ (Döring, 2012)

- Wie sieht die optimale, logistische Kette und wie kann sie aufgebaut werden?
- Was ist das größte Problem in der Kette?

Die sichere Kontrolle der Massenströme, aber auch eine absolute Kostenkontrolle und ein konsequent marktorientiertes Vorgehen in allen Schritten entlang des gesamten Prozesses müssen sichergestellt werden, um eine kostendeckende Verarbeitung auch bei fallenden Rohstoffpreisen zu gewährleisten²⁰. Schon während der frühen Planung müssen die Stoffströme, die aus dem Kreislauf herausführen, identifiziert und eine Strategie für den Umgang hiermit entwickelt werden. Unklare Stoffströme und ein Stoffverlust über graue Kanäle ist eines der größten Probleme beim Aufbau einer Kreislaufwirtschaft. Die Entsorgung über diese Kanäle ist oft zu einfach und zu billig.

7.6 Spezifikation für den Sekundärrohstoff bereitstellen

Der Stoffkreislauf endet mit der Reintegration des Sekundärrohstoffs in den Produktionsprozess. Dabei ist zu beachten, dass Primär- und Sekundärrohstoffe mit Ausnahme von Metallen in der Regel nicht identisch sind und letztere häufig erhöhte Schwankungsbreiten für zentrale Qualitätsmerkmale bzw. Eingangsparameter aufweisen. Eine kontinuierliche Herstellung von Sekundärrohstoffen mit gleichbleibender Spezifikation ist oft nicht möglich, so dass in der Mehrzahl der Fälle signifikante Abweichungen von Wareneingangsspezifikationen vorliegen.

Somit ist schon früh zu prüfen, wie rein diese Stoffe für eine weitere Nutzung wirklich sein müssen und welche Materialeigenschaften und -merkmale zwingend erforderlich oder gewünscht sind. Dies bezieht auch die Identifikation von den im Material vorhandenen Zusatzstoffen wie Additive und Modifikationen (aus dem EoU – Material oder aus Beimengungen im Recyclingprozess) mit ein und berücksichtigt auch die Frage, in wie weit Prozessstabilität, Reproduzierbarkeit und Kontinuität erreichbar sind.

Abhängig von den Anforderungen müssen Aufarbeitungsschritte und Veränderungen von Spezifikationen auch auf Nutzerseite in das Gesamtkonzept integriert werden. Damit dies gelingt, muss die Spezifikation für den Sekundärrohstoff durch den Abnehmer im Normalfall schon vor der Konzeption des Gesamtprozesses bereitgestellt werden.

7.7 Methoden zur Erfassung, Aufbereitung und stofflichen Weiterbehandlung finden

Mit der Identifikation und konzeptionellen Beschreibung des angestrebten Kreislaufsystems, der Schaffung der organisationalen Basis sowie der Bereitstellung und Definition der erforderlichen Spezifikationen ist die notwendige Transparenz geschaffen und das ursprüngliche „Black Box“ System aufgelöst worden. Die nächsten Schritte beinhalten jetzt alle Maßnahmen zur Lösung von technischen Fragestellungen und der Implementation als Ganzes. Das Vorgehen wird durch das konkrete Stoffsystem und aus der Sicht des Innovationsmanagements vor allem durch die Entwicklung

²⁰ (Döring, 2012)

technischer Neuerungen bestimmt. Neue Geschäftsmodelle können sich dabei aus dem Angebot von besonderen Materialien, technischen Verfahren, Anlagen oder Dienstleistungen ergeben.

7.8 Weiterführende Fragestellungen

Aus dem übergeordneten, strategiebasierten Ansatz des Projekts wurden an diesem Punkt einzelne Fragestellungen, die ein besonderes Innovationspotenzial aufweisen, abgeleitet und genauer beschrieben. Weiterführende Aktivitäten im Rahmen von eigenständigen Projekten wurden initiiert. Eine kurze Beschreibung dieser Themen ist im Folgenden nachzulesen.

7.8.1 Umgang mit EoU Materialien bei ungünstigen wirtschaftlichen Daten

Für viele Metalle gilt, dass die Stoffströme in der EoU-Phase oft nur in kleinen oder mittleren Mengen und geringen Gehalten vorliegen. Erschwerend kommt hinzu, dass die Stoffe sowohl in Bezug auf ihre Herkunft als auch ihre Zusammensetzung ausgesprochen heterogen sind. Während Stoffströme, die in großen Mengen und Gehalten auftreten, heute in der Regel technisch aber auch aus der betriebswirtschaftlichen Perspektive zufriedenstellend aufbereitet werden können, gibt es für die oben genannten Fälle noch keine oder keine guten Lösungen. Hier wird oft ein besonderes Prozessdesign erforderlich, um auch aus betriebswirtschaftlicher Perspektive positive Anreize für eine Wiederaufbereitung zu schaffen. Dazu sind sowohl neue technologische Verfahren für die Sammlung, Gewinnung und Wiederaufbereitung der Stoffe zu entwickeln, als auch Fragen bei der Gestaltung der organisationalen Zusammenarbeit im gesamten Kreislaufprozess einschließlich des Produktdesigns zu lösen. Solange dies nicht gewährleistet ist, bleiben relevante Quelle für die Gewinnung von Sekundärrohstoffen unerschlossen. Dies führt neben der Belastung der Umwelt zu einem signifikanten Verlust an wichtigen Rohstoffen. Typische Fallbeispiele hierfür sind kleine Magnete, die Neodym enthalten, oder das in Krankenhausabfällen in geringer Menge vorhandene Silber. Maßnahmen zur Steigerung der Rohstoffeffizienz führen oft zu einer Verschärfung der Problematik, weil die Gewinnung der Sekundärrohstoffe so noch unattraktiver werden kann.

Aufbauend auf den Ergebnissen des Projekts wurden von Mitgliedern des Innovationsnetzwerks eigenständige Initiativen zur Bearbeitung dieser Themen gestartet.

7.8.2 Verlust von strategischen Rohstoffen durch dissipative Prozesse

Viele strategische Metalle werden in vielen Anwendungen mit sehr geringen Gehalten verarbeitet und gehen so zu großen Teilen im Verlauf ihrer Nutzung durch Dissipation verloren. Etwa 10% des in Autokatalysatoren eingesetzten Platins als Feinstaubpartikel in die Umwelt abgegeben, was sich zu einer Gesamtemission in Europa, Japan und Nordamerika von ca. 5 - 20 t Pt p.a. summiert²¹. Ein

²¹ (Achzet, 2010)

weitere Beispiel ist die Verwendung von Titan als Titandioxid in Nahrungsmitteln, Cremes oder als Farbpigmente, das nach der Nutzung dissipativ an die Umwelt abgegeben wird.

Aus dem Projekt heraus führten die Schott AG und der Lehrstuhl für Ressourcenstrategie (betreut durch Dr. Andrea Thorenz) von März bis Oktober 2013 hierzu eine gemeinsame Projektstudie in Form einer Masterarbeit durch, die sich mit der Dissipation von Titandioxid sowie der zugehörigen Kritikalitätsbewertung beschäftigt²². Dazu wurden u.a. Experteninterviews durchgeführt. Aufbauend auf diesen Ergebnissen ist eine erste Abschätzung der Dissipationspfade möglich. Weitere Arbeiten und wissenschaftliche Artikel sollen sich anschließen.

7.8.3 Systematische Identifikation von neuen Stoffströmen

Die schnelle Entwicklung von innovativen Technologien und die dynamische Veränderung der Märkte haben einen großen Einfluss auf die Stoffströme. Stoffströme aus neuen Quellen und neuen Substanzen bilden sich, andere verschwinden oder verschieben sich (z.B. durch die Verlagerung der Produktion nach Asien). Können die zu erwartenden Veränderungen früh erkannt und die Frage der Aufbereitung rechtzeitig in die Material- und Produktentwicklung integriert werden, eröffnen sich attraktive Chancen. Über geeignete Instrumente und Methoden verfügen die strategischen Früherkennung und die Technologiebewertung. Mit ihrer Hilfe lassen sich neue oder veränderte Stoffströme, technologische Innovationen und veränderte wirtschaftliche und gesellschaftliche in einer sehr frühen Phase systematisch identifizieren. Gleichzeitig können diese Methoden und Instrumente auch eingesetzt werden, um schon sehr früh Impulse für die Entwicklung von Verfahren und Methoden zur Weiternutzung oder Rückführung der Stoffe zu gewinnen.

8. Einfluss der Rohstoffnutzung und Beschaffung auf die Geschäftsmodelle der Unternehmen

8.1 Einleitung

Die Rohstoffbeschaffung der Unternehmen hängt stark von globalen und lokalen Effekten ab, was zu großer Intransparenz und Volatilität führt. Die daraus resultierenden Unsicherheiten wachsen und tragen dazu bei, dass es den Unternehmen schwerfällt, geeignete Vorgehensmodelle für den Umgang mit Rohstoffen zu finden und rechtzeitig umzusetzen.

Die Politik hat eine Reihe von Maßnahmen initiiert – darunter die Rohstoffstrategien der Bundesregierung und der EU²³ –, um den Zugang von Unternehmen zu den Rohstoffmärkten zu sichern. Insbesondere eine Studie des McKinsey Global Institute aus dem Jahre 2011 macht aber deutlich, dass diese Maßnahmen allein nicht ausreichen. Vielmehr sind erhebliche Maßnahmen zu Steigerung der Ressourcen- und Materialeffizienz notwendig²⁴, die häufig unter den Stichworten: Avoid,

²² (Helbig, 2013)

²³ (BMWi, 2010)

²⁴ S. u.a. (Dobbs, 2011)

Reduce, Re-Use, Re-Furbish, Re-Manufacture, Recycle als grundlegende Prinzipien zusammengefasst werden²⁵. Hinzukommen muss ein grundlegendes Umdenken in Richtung auf eine Produktion, die die Knappheit als Chance für neue Ansätze wirtschaftlichen Handelns betrachtet. Welche Konsequenzen die mit den Begriffen zusammengefassten Konzepte für die Gestaltung der Kreislaufwirtschaft haben, wurde im vorherigen Kapitel untersucht.

Das aktive Mitwirken in der Kreislaufwirtschaft und die Umsetzung von Maßnahmen zur Steigerung der Ressourcen- und Materialeffizienz stellt für Unternehmen eine besondere Herausforderung dar. Auch wenn Unternehmen in den gesellschaftlichen Kontext eingebunden sind und von ihnen verantwortungsbewusstes Handeln im Sinne einer Corporate Social Responsibility (CSR) erwartet wird²⁶, müssen Unternehmen wirtschaftlich erfolgreich sein. Letztlich ist der wirtschaftliche Erfolg sogar die Voraussetzung, um diese Erwartungen adäquat erfüllen zu können. Doch die Intransparenz der Situation und die volatile Preisentwicklung mit scheinbar zufällig auftretenden Preisspitzen und sich anschließenden Niedrigpreisphasen machen eine sorgfältige Kalkulation immer wieder zunichte. Darüber hinaus sind für die Umsetzung der Konzepte weitreichenden Veränderungen im unternehmerischen Handeln und der Ausrichtung der Organisation erforderlich.

Während der Umgang mit CSR Aspekten in Unternehmen oft als Aufgabe der Öffentlichkeitsarbeit gesehen wird²⁷, hat die die Sicherstellung der Rohstoffversorgung zu marktfähigen Preisen bei der Industrie immer die höchste Priorität. Dabei stehen ihnen folgende Ansätze zur Verfügung²⁸:

- Beschaffung auf Rohstoffmärkten oder im direkten Einkauf
 - Absicherung der Rohstoffbeschaffung
 - Qualifizierung von mehreren Lieferanten und Vereinbarung von langfristigen Lieferverträgen
 - Bildung von strategischen (Einkaufs-) Allianzen mit Unternehmen aus anderen Branchen oder Mitwettbewerbern, um im Markt mehr Gewicht zu bekommen
 - Beteiligungen an Unternehmen zur Rohstoffgewinnung und –aufbereitung,
- Verlagerung der Produktion zu den Rohstoffquellen (wie beispielsweise der Aufbau von Großanlagen zur Herstellung von chemischen Grundstoffen in Förderländer),
- Erschließen neuer Rohstoffquellen vor allem durch Nutzung von Sekundärrohstoffen und Einstieg in die Kreislaufwirtschaft,
- Substitution von kritischen Rohstoffen
 - Substitution der kritischen Rohstoffe durch andere Materialien oder Veränderung der Spezifikationen
 - funktionale Substitution
 - Nutzung von verfügbaren Technologien, die bisher zu teuer waren oder Entwicklung von Technologien, die den Bedarf an kritischen Rohstoffen vermindern oder substituieren,

²⁵ S. u.a. (Achzet, 2010)

²⁶ (Glockner, 2010)

²⁷ (Drexel, 2010)

²⁸ (Steeger, 2011)

- Verbesserung der Rohstoff- bzw. Materialeffizienz unter Nutzung der Materialflusskostenrechnung und des Wertstromdesigns durch neue oder optimierte Verfahren und Prozesse,
- Reduktion der in den Produkten verwendeten Stoffmengen durch ein passendes Produktdesign.

Mit diesen Maßnahmen wird vor allem die strategische Erfolgsposition der Unternehmen durch Reduzierung von Beschaffungsrisiken deutlich verbessert. Der nachhaltige Umgang mit Rohstoffen fließt nur punktuell ein, auch wenn dadurch das Risiko von Imageverlusten durch Fehler in diesem Bereich spürbar reduziert und die Wahrnehmung bei Kunden und Investoren verbessert werden könnte. Viele Unternehmen ziehen eine Verlagerung der Produktion vor, statt innovative, zukunftsorientierte Konzepte zu verfolgen. Eine Verlagerung erscheint nicht nur wirtschaftlich attraktiver, sondern verlangt in der Regel keine grundlegenden Änderungen in der Strategie, den Prozessen und der Unternehmenskultur.

Schon bei der Beschreibung von Modellen für eine Kreislaufwirtschaft wird erkennbar, welche Komplexität und Probleme mit der Umsetzung nachhaltiger Konzepte verbunden sind und wie tiefgreifend der Wandel im unternehmerischen Handeln und in der Ausrichtung der Organisation sein müssen. Um geeignete Ansätze zu finden, bedarf es einer eingehenderen Untersuchung der Konsequenzen aus der Sicht der Organisationsentwicklung und passgenauer, unternehmensindividueller Lösungen, die vorhandene Haltungen, Wertvorstellungen und Überzeugungen erfolgreich infrage stellen können. Die vorliegende Studie nimmt diese Fragestellung auf, kann sie aber nur in Grundzügen beantworten.

8.2 Konsequenzen für das unternehmerische Handeln

Ein neuer Umgang mit Rohstoffen verändert die Geschäftsmodelle der Unternehmen. Ein Geschäftsmodell (engl. business model) beschreibt die spezifische Art und Weise, wie ein Geschäft betrieben und damit Gewinne erwirtschaftet werden. Ein Geschäftsmodell besteht nach Stähler aus drei Hauptkomponenten²⁹:

- **Nutzenversprechen:**
„Ein Geschäftsmodell enthält eine *Beschreibung, welchen Nutzen* Kunden oder andere Partner des Unternehmens aus der Verbindung mit diesem Unternehmen ziehen können. Dieser Teil eines Geschäftsmodells wird Value Proposition, Wertangebot oder **Nutzenversprechen** genannt. Es beantwortet die Frage: *Welchen Nutzen und Wert stiftet das Unternehmen für Kunden und strategische Partner?*“
- **Architektur der Wertschöpfung:**
„Ein Geschäftsmodell ist gleichzeitig eine *Architektur der Wertschöpfung*, d. h., wie der Nutzen für die Kunden und die strategischen Partner generiert wird. Diese Architektur beinhaltet eine Beschreibung der verschiedenen Stufen der Wertschöpfung und der verschie-

²⁹ (Stähler, 2001)

denen wirtschaftlichen Agenten und ihrer Rollen in der Wertschöpfung. Es beantwortet die Frage: *Wie wird die Leistung in welcher Konfiguration erstellt? Welche Leistungen werden auf welchen Märkten angeboten (Produkt / Markt Strategien)?*“

▪ **Ertragsmodell:**

„Neben dem Was und dem Wie beschreibt das Geschäftsmodell auch, welche Einnahmen das Unternehmen aus welchen Quellen generiert. Die zukünftigen Einnahmen entscheiden über den Wert des Geschäftsmodells und damit über seine Nachhaltigkeit. Es beantwortet die Frage: Wodurch wird Geld verdient? Dieser Teil des Geschäftsmodells heißt *Ertragsmodell*. Es gliedert sich in ein Erlös- und ein Kostenmodell.“

Der Grad der Änderungen der Geschäftsmodelle, die durch einen neuen Umgang mit Rohstoffen notwendig werden, variiert in Abhängigkeit von den hierzu ergriffenen Maßnahmen stark. So können, abgesehen von technischen Problemen, Geschäftsmodelle durch Maßnahmen zur Absicherung der Beschaffung über Hedging, die Qualifizierung von mehreren Lieferanten, der Abschluss langfristiger Lieferverträge und die Verlagerung der Produktion zu den Rohstoffquellen relativ leicht angepasst werden. Zu dieser Gruppe gehören auch die Substitution der kritischen Rohstoffe durch andere oder veränderte Stoffe oder die Nutzung von verfügbaren Technologien, die bisher zu teuer waren oder die Entwicklung von neuen Technologien, vor allem, wenn dadurch eine Verbesserung der Rohstoff- bzw. Materialeffizienz erreicht wird. In diesen Fällen sind oft nur inkrementelle Änderungen des Geschäftsmodells notwendig, so dass wesentliche Vorgehensmodelle und Mechanismen der unternehmerischen Wertschöpfung erhalten bleiben.

Maßnahmen zur Neugestaltung der Wertschöpfungskette greifen wesentlich tiefer in das Geschäftsmodell der Unternehmen ein. Hier geht es um Veränderungen in der Erbringung der Wertschöpfung durch eine neue Rolle in der Wertschöpfungskette, veränderte Akteurskonstellationen und fast immer auch um die Öffnung des Unternehmens in Richtung auf Kooperationsmodelle.

8.3 Neugestaltung der Wertschöpfungskette

Werden gesteigerte Rohstoffeffizienz und -effektivität angestrebt, müssen Wertbildung und Rollen im gesamten Wertschöpfungsprozess oft vollkommen neu gestaltet werden.

- a. Eine noch weitgehend einfache Variante liegt in der Bildung von strategischen (Einkaufs-) Allianzen mit Unternehmen aus anderen Branchen oder Mitwettbewerbern, bei denen es darum geht, im Markt mehr Gewicht und einen besseren Preis zu bekommen.
- b. Weitreichender wirkt sich der Wechsel von Primär- auf Sekundärrohstoffen auf das Geschäftsmodell aus, wenn diese Sekundärrohstoffe nicht (oder nicht weitgehend) identisch mit den ursprünglich verwendeten Rohstoffen sind und sich nicht einfach auf dem Rohstoffmarkt beschaffen lassen. In solchen Fällen müssen Unternehmen sich aktiv in die Gestaltung der Kreislaufwirtschaft einbringen. Sie müssen selbst zum Rohstoffproduzenten oder Wiederaufbereiter werden oder alternativ fokale Aufgaben in einem Materialcluster übernehmen, um sicherzustellen, dass die benötigten Rohstoffe und Materialien in den gewünschten Spezifikationen zur Verfügung stehen. Das erfordert die aktive Gestaltung

von Zusammenarbeitsbeziehungen mit Unternehmen, deren Geschäftstätigkeit sich stark von den eigenen Aktivitäten unterscheiden kann. Eine Erweiterung des bisherigen Geschäftsmodells ist in solchen Fällen schon aufgrund der zentralen Bedeutung der Rohstoffgewinnung und -aufbereitung für die Zukunft des betreffenden Unternehmens unerlässlich.

- c. Die Neugestaltung von Wertschöpfungsketten führt zu einer Neuverteilung der Aufgaben zwischen Kunden und Lieferanten³⁰. In der klassischen Rollenverteilung versorgt der Lieferant den Kunden mit Materialien oder Halb- bzw. Bauteilen. Die Beziehung wird über den Einkaufsprozess gesteuert und endet mit der Bezahlung nach der Lieferung. In erweiterten Modellen findet darüber hinaus eine Kooperation in Form von Entwicklungspartnerschaften mit dem Ziel statt, die Entwicklung von neuen oder besseren Produkten durch das Zusammenbringen von Wissen und Ressourcen zu optimieren. Eine erweiterte Rollenverteilung liegt auch dann vor, wenn der Lieferant nicht nur Komponenten und Halbaufbauteile zur Verfügung stellt, sondern fertig konfigurierte Komponenten liefert. In der Praxis wird das u.a. im Automobilbau schon realisiert³¹.

Eine vollständig neue Rollenverteilung liegt vor, wenn nicht die Lieferung einer Ware, sondern das Bereitstellen einer Funktion im Zentrum der Geschäftsbeziehung steht³² (die natürlich mit der Lieferung einer Ware verbunden sein kann). Dieses Modell ist nicht auf Kunden-Lieferantenbeziehungen in der direkten Wertschöpfungskette beschränkt, sondern lässt sich ebenso für Anlagenhersteller realisieren, die für den Betrieb ihrer Anlagen und Maschinen beim Kunden zuständig sind und so ebenfalls eine Funktion zur Verfügung stellen. So ist es zum Beispiel möglich, eine Waschmaschine für einen Waschsalon dem Salonbetreiber nicht zu verkaufen, sondern eine auf die Lebensdauer umgerechnete Anzahl von Waschgängen inklusive Reparaturen bzw. die Abholung des Gerätes am Ende der Lebensdauer bereitzustellen. Nach der Rücknahme kann die Maschine in einem Re-Manufacture Prozess aufgearbeitet und so über mehrere Zyklen wieder eingesetzt werden. Eine optimale Durchlaufzeit der Zyklen kann betriebswirtschaftlich kalkuliert werden³³. Eine Variante von diesem Konzept ist das Rohstoff-Leasing³⁴. Hierbei kann sich ein produzierendes Unternehmen einen Rohstoff von einem Rohstofflieferanten als Funktionsträger beschaffen, d.h. die Bezahlung erfolgt in Form von Leasing über die Funktion und nicht über die Menge. Der Rohstoff bleibt in der gesamten Wertschöpfungskette im Besitz des Rohstofflieferanten, der sich dann auch um die Rückgewinnung und Aufbereitung kümmert.

- d. (Roh-)Stoffleasing ist ein Fallbeispiel für Änderungen in dem Teil eines Geschäftsmodells, das sich mit der Art der Ertragsgenerierung beschäftigt. In einem herkömmlichen Geschäftsmodell generiert ein Materialhersteller (bzw. Rohstofflieferant) seinen Ertrag durch den Verkauf seiner Rohstoffe oder Materialien. Mit der Auslieferung der Ware und der Bezahlung durch den Kunden ist die geschäftliche Transaktion in der Regel beendet. Beim

³⁰ (Bollhöfer, et al., 2013)

³¹ Ein geeignetes Fallbeispiel ist hier die Weiterentwicklung des Stoßfängers vom einfachen Aufprallschutzbauteil zu bedeutenden Designelementen und hochtechnischen Sicherheitslösungen für Automobile. So entwickelt und produziert REHAU mittlerweile die komplexen Systeme in Eigenregie und liefert die fertigen Produkte montagefertig aus. Ursprünglich wurde von REHAU nur das reine Kunststoffelement als Zulieferteil gefertigt (REHAU).

³² (Thorenz, 2011)

³³ (Thorenz, 2013)

³⁴ (Geldermann, 2009)

Leasing ist dies nicht der Fall, weil der Hersteller die Materialien nach der Nutzung zurück erhält und damit zwangsläufig Kreislaufprozesse aufbaut.

- e. Eine besondere Herausforderung liegt vor, wenn ein effektiverer Umgang mit Rohstoffen, durch eine zusammenhängende Optimierung des Stoffstroms über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg, angestrebt wird. Die Anwendung von diesem Modell kann dazu führen, dass die Rohstoffeffizienz und damit die Kostensituation für ein einzelnes Unternehmen deutlich schlechter, im gesamten Stoffstrom beide Faktoren aber deutlich besser werden. Dieses Konzept spielt dann eine besondere Rolle, wenn durch die bislang betriebene Steigerung der Rohstoffeffizienz an einem Punkt der Wertschöpfungskette der Gehalt an spezifischen Stoffen im Abfall oder in den Produkten so zurückgeht, dass ein Recycling sich für diesen Stoff nicht mehr wirtschaftlich realisieren lässt. Wird eine Rohstoffeffektivität angestrebt, müssen Wertbildung und Rollen im gesamten Wertschöpfungsprozess vollkommen neu gestaltet werden.

Die Reduzierung von Abfällen durch eine effektivere Nutzung wichtiger Ressourcen und die Rückführung von Stoffen in die Kreislaufwirtschaft sind starke Antriebe für die Entwicklung innovativer Produkte, Dienstleistungen und Betriebsabläufe. Gerade für Dienstleister und produzierende Unternehmen, die bereit sind, ihre Rolle und Geschäftsmodelle zu überdenken, ergeben sich viele Optionen für innovative Angebote und Geschäftsmodelle durch neue Technologien und verbesserte Prozesse.

9. Neue Geschäftsmodelle durch ein erweitertes Nutzenversprechen

Aus der Perspektive der Geschäftsmodellentwicklung liegen heute die Schwerpunkte bei der Neugestaltung der Wertschöpfung für einen effektiven Umgang mit Rohstoffen in der

- gezielten Rückführung von EoU-Materialien in den Stoffkreislauf,
- Neugestaltung der Wertschöpfungskette,
- Änderung der Ertragsmodelle durch neue Nutzungskonzepte und
- der Reduktion des Materialbedarfs in der Herstellung.

Diese Maßnahmen fokussieren sich weitgehend auf innerbetriebliche Abläufe und dem veränderten Zusammenwirken verschiedener Unternehmen im Rahmen der Kreislaufwirtschaft. Ergebnisse sind Innovationen in der Art der Leistungserbringung. Der Markt als Austauschplattform wird dabei nur im Rahmen des Rohstoffhandels, des Einsammelns von EoU-Produkten und über das Image bzw. die Marke der Unternehmen mit einbezogen.

Dieses Konzept greift nicht weit genug und lässt signifikante Risiken und Wachstumschancen außer Acht. Spätestens dann, wenn sich durch Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz Produkteigenschaften und -merkmale verändern, muss der Endverbrauchermarkt in die Überlegungen einbezogen werden. Die Relevanz dieser Forderung ist daran zu erkennen, dass ausgelöst durch die Rohstoff- und Nachhaltigkeitsdebatte, schon heute signifikante Marktveränderungen zu beobachten sind. Als deutliches Beispiel ist hier die Energiewende in Deutschland mit der Abkehr von der Kernenergie und der Hinwendung zu erneuerbaren Energien aufzuführen. Weniger dramatisch,

aber deshalb nicht weniger relevant sind die durch das Entstehen des Biomarkts verursachten Veränderungen im Nahrungsmittel- und Agrarsektor³⁵. Diese Entwicklung wird durch neue Gewohnheiten und Trends in der Ernährung verstärkt. Hier sei auf das Entstehen der Gruppe der Veganer hingewiesen. Marktveränderungen sind auch im Bereich der Mobilität festzustellen. Während junge Menschen in den Städten zunehmend das Interesse an privat genutzten PKWs verlieren, nimmt die Bedeutung von Car-Sharing gleichzeitig zu. Ein weiteres Indiz ist die zunehmende Bedeutung von nachhaltigen Geldanlagen³⁶.

Getrieben durch den Wunsch nach mehr Verantwortung und einem nachhaltigen Wirtschaften, aber auch durch einen weitergehenden Wertewandel und Veränderungen im Lebensstil bzw. der Lebensgestaltung greifen damit Konsumenten und Investoren aktiv in die Marktgestaltung und -entwicklung ein³⁷. Politische Vorgaben und der Wertewandel bei den Konsumenten verstärken sich dabei, vermittelt durch die Medien und das Rechtssystem, wechselseitig. Diese Anzeichen können als Indikatoren („weak signals“) für weitreichende Veränderungen in der Gesellschaft und damit auch den Märkten verstanden werden.

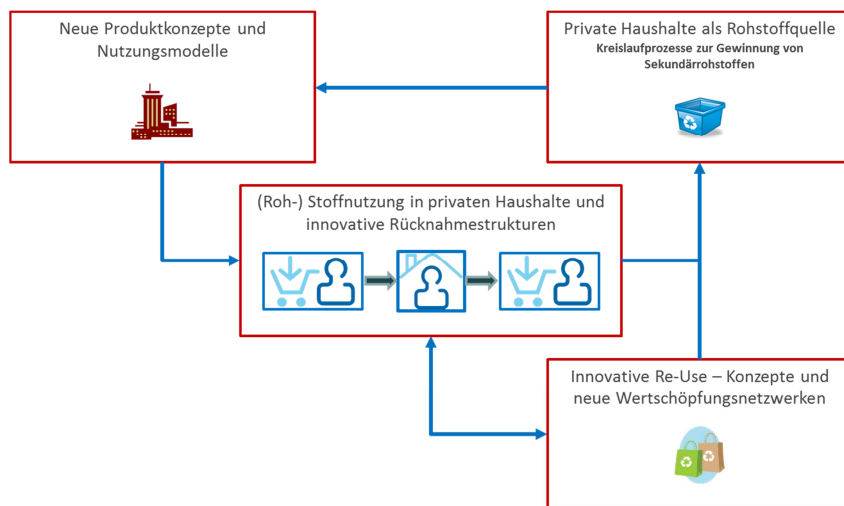


Abbildung 6: Erweitertes Kreislaufmodell

Geschäftsmodellinnovationen, die einen effektiven Umgang mit Rohstoffen anstreben, müssen also alle Einfluss- und Gestaltungsfaktoren berücksichtigen, was dazu führt, dass auch die Modelle für Stoffkreisläufe deutlich verändert und zusätzliche Stakeholder mit einbezogen werden müssen. Analog Abbildung 6 werden damit neben den stoffverarbeitenden Prozessteilnehmern wie die produzierenden und die in der Wiederaufbereitung tätigen Unternehmen nun auch explizit der Handel und die Verbraucher mit einbezogen. Aber auch alle Vertreter, die andere Formen der Weiterverwendung von EoU-Materialien wie Re-Use oder Re-Commerce anbieten, werden so integriert.

³⁵ (Schaack, 2013)

³⁶ (Heintze, 2013)

³⁷ (Baltzer, 2014)

10. Integration der Endverbraucher in die Kreislaufwirtschaft

Mit der Berücksichtigung der Endverbraucher³⁸ und des Handels werden Veränderungen in der „Value Proposition“ wie Produktmerkmale, Produktwahrnehmung und Gestaltung der Kundenbeziehung in die Diskussion zur Entwicklung von Geschäftsmodellinnovationen systematisch einbezogen. Rollen und Bedürfnisse der Abnehmer bzw. Kunden, die „nachhaltige Produkte“, erwerben und nutzen wollen, stehen im Mittelpunkt der Betrachtung. Dabei ist eine Reduktion auf die reine Kaufentscheidung weder möglich noch sinnvoll, weil es sich um einen mehrdimensionalen, oft unklaren Vorgang handelt. Weder ist definierbar, welche Eigenschaften und Merkmale ein „nachhaltiges Produkt“ aus der Sicht der Käufer haben muss, noch ist der Einfluss von Werten auf die tatsächliche Kaufentscheidung in ausreichend klarer Weise zu verstehen³⁹.

Unabhängig von der Unmöglichkeit, einfache und klare Einflussfaktoren auf die Kaufentscheidung zu identifizieren, ist festzustellen, dass der Wunsch nach mehr Verantwortung und nachhaltigem Wirtschaften, einen massiven Einfluss hat. Eine wesentliche Bedingung dafür, dass dieser Einfluss geltend gemacht wird, ist eine direkte Betroffenheit beim Käufer und eine klare Beziehung zu seinen Bedürfnissen, die sich aus der konkreten Lebenssituation bzw. dem aktuellen Problem, dem Lebensstil oder der Lebensgestaltung ergeben⁴⁰. Wozu auch das Selbstbild des Endverbrauchers in der Welt gehört, d.h. seine Selbstwahrnehmung in globalen Kontexten.

Der Verbraucher wird dann verstärkt eine effektive Nutzung von Rohstoffen fordern, wenn durch diese Produkte seine Bedürfnisse besser zu befriedigen sind, als dies mit Produkten herkömmlicher Art möglich ist⁴¹. Dabei kann es sich um Bedürfnisse handeln, die für Käufer oder Nutzer

- Risiken minimieren,
- besondere Handlungsoptionen generieren,
- neue Gestaltungsmöglichkeiten eröffnen,
- die Alltagsorganisation verbessert oder vereinfacht,
- Lebenshaltungskosten senken und
- eine Konsistenz in der Selbstwahrnehmung erzeugen.

Dies kann durch die Wirkung einer besonderen Funktionalität der Produkte, aber auch durch ein Gefühl erreicht werden, das sich beim Einkauf oder der Anwendung der Waren einstellt. Der Treiber ist dann beispielsweise nicht mehr der positive CO2 Footprint der Ware, sondern das Gefühl,

³⁸ Hier wird zunächst von einer konservativen Definition des Endverbrauchers ausgegangen, der Produkte nutzt und diese nach dem Ende der Nutzung (End-of-Use (EoU)) entsorgt. Idealerweise in der Form, dass die defekten oder abgelegten Produkte als Ressource für neue Produkte dienen, sodass nichts verloren geht. In der Kreislaufwirtschaft erweisen sich aber vielfach Nutzungskonzepte als effektiv, bei denen an die Stelle des Kaufs und Verbrauchs eine Dienstleistung tritt. Dabei veräußern die Produzenten ihre Produkte nicht mehr, sondern bieten eine temporäre Nutzung von Gütern an. So sichern sie sich nicht nur kontinuierliche Einnahmen, sondern letztlich auch die Verfügungsgewalt über die eingesetzten Ressourcen. So werden Anbieter zu den Verbrauchern der eigenen Produkte. In dieser Studie steht der Begriff Endverbraucher für wirtschaftliche Akteure, die am Markt nicht als Unternehmer auftreten und mit der Nutzung von Produkten, einen wichtigen Wendepunkt zur Wiederaufbereitung markieren. In einer Erweiterung der Rolle können Endverbraucher auch als Wiederverkäufer selbst unternehmerisch handeln und auch aus dieser Perspektive integrierter Bestandteil von Waren- und Stoffkreisläufen werden.

³⁹ S. u.a. (Nestlé, 2011)

⁴⁰ (Gladwell, 2002)

⁴¹ (Dyer, 2011)

mit dem Kauf in Übereinstimmung mit den individuellen Werten oder Ängsten etwas gegen den Klimawandel getan zu haben.

Liegt diese Situation vor, werden über die bekannten „Push-Effekte“ hinaus, die durch gesetzliche Vorgaben oder hohe Beschaffungskosten einen effektiven Umgang mit Rohstoffen bewirken sollen, neue „Pull-Effekte“ generiert, aus denen heraus Endverbraucher gezielt nachhaltige Produkte kaufen oder gezielt EoU-Produkte in Stoffkreisläufe zurückführen. Letzteres u.a. dadurch, dass sie bewusst EoU-Produkte vorsortieren und über besondere Sammelstellen in den Wiederaufbereitungsprozess geben, durch Reparatur, Umbau oder Weiterverkauf über Internetplattformen und Second-Hand-Läden für eine Weiternutzung verfügbar machen. Ein Beispiel dafür ist auch die vollständige Umwidmung von Produkten, bei der Merkmale oder Anwendungssituationen genutzt werden, die bei der Erstinutzung nicht im Vordergrund standen. Alte Smartphones etwa können für Aufgaben im Bereich der Gebäudesteuerung genutzt werden.

Eine effektive Nutzung von Rohstoffen durch den Endverbraucher wird in diesen Fällen u.a. durch folgende Konzepte möglich:

- eine längere Lebensdauer (z.B. Reparatur, Re-Furbishing, Re-Design oder Re-Use).
- gezielte Rückführung in den Stoffkreislauf,
- weniger Materialbedarf bei Transport oder Nutzung,
- Ersatz von Material durch Information,
- Verwendung von Stoffen, die vom Endanwender freigesetzt werden, aber leicht abbaubar sind,
- Modernisierung und Upgrading über einen Teilaustausch von Komponenten (Re-Manufacturing, Re-Fabrication).

Um durch „Pull-Effekte“ vonseiten der Endverbraucher die effektive Rohstoffnutzung zu fördern, müssen deren Bedürfnisse im Allgemeinen und in allen Phasen verstanden werden⁴². Wichtige Fragen sind hier

- Wie ist der Verbraucher direkt oder indirekt in seinem Lebens- und Wohnumfeld oder seiner Arbeits- und Lebenssituation von Aspekten der Rohstoffversorgung betroffen?
- Wie nimmt der Verbraucher das Thema wahr, wie spürt er es und was löst es aus?
- Welche Bedürfnisse, Erfahrungen und Lebenssituationen der Verbraucher wirken als Treiber?
- Welche Auswirkungen haben diese Erfahrungen auf
 - sein Wertesystem und Konsumverhalten,
 - seine Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen?
- Welche Konzepte z.B. für neue Produkte, Dienstleistungen und Rücknahmesysteme für EoU-Produkte sind denkbar, die für den Endverbraucher erkennbare und gewünschte Vorteile sowie attraktive Handlungsoptionen generieren?
- Welche Wünsche und Bedürfnisse der Verbraucher können jenseits von Wertvorstellungen als Treiber für einen andern Umgang mit Ressourcen wirken, z.B. in den Feldern
 - Verbesserung oder Vereinfachung der Alltagsorganisation,

⁴² (Goffin, 2012)

- Minimierung von Risiken,
- Senkung der Lebenshaltungskosten und
- Bereitstellung von neuen Optionen in der Gestaltung des Lebens und des Lebensumfelds.

11. Rolle des Handels und der rücknehmenden Organisationen

In die Gestaltung geschlossener Stoffkreisläufe müssen zur Nutzung der „Pull“-Effekte nicht nur die Endverbraucher, sondern auch der Handel und die rücknehmenden Organisationen, über eine reine Müllsammlung hinaus, explizit mit einbezogen werden, um im systemischen Sinne alle wichtigen Einflussfaktoren zu berücksichtigen.

Die Interaktion zwischen Endverbrauchern und Handel bzw. den Vertretern aus den Bereichen Entsorgung, Recycling, Re-Use oder Re-Commerce steht dabei im Mittelpunkt der Betrachtung, weil an dieser Schnittstelle eine wechselseitige Einflussnahme auf die Stoffnutzung und den Stofffluss vorliegt.

So nimmt der Handel Einfluss über das Angebot und die Warenpräsentation und die Kunden durch die Auswahl und die Art, wie und in welcher Form die gekaufte Ware in die Wohnung transportiert wird. Letzteres kann durch den Kunden selbst, aber auch durch Lieferservice wie z.B. Pizzaservice oder der Last-Mile-Distribution im e-Business erfolgen. Die Warenbeschaffung wirkt sich auf die Rohstoffnutzung über den Energieverbrauch beim Transport der Ware und der Mobilität der Kunden (Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln oder dem eigenen PKW), den Verpackungen aber auch über die Kommunikationskanäle (digitale Verbraucherinformation vs. Printmedien) aus.

Durch die Rücknahme der EoU-Produkte kann der Handel die Gestaltung des Stoffkreislaufes aktiv beeinflussen und durch eine Neuausrichtung seines Geschäftsmodells für sich neue Optionen generieren, u.a. durch

- Professionalisierung und Erweiterung der bestehenden Rücknahmesysteme, auch dadurch, dass die EoU – Artikel direkt zur Aufbereitung und Trennung in den Recyclingprozess eingebracht werden können,
- Rücknahme von ausgewählten EoU- Artikel als Zusatzleistung der Einkaufsmärkte,
- Stärkung der Kundenbindung durch Rücknahme von Artikeln in Verbindung mit einem Bonussystem,
- Generierung neuer Wertschöpfungspotenziale über einen erweiterten Reparaturservice (auch im Sinne von Repair-Café, Re-Use und Re-Manufacture).

Damit steuert und verantwortet der Handel einen wesentlichen Teil des Stoffflusses über die reine Vermarktung hinaus. Die Leitfragen, die eine Neudefinition der Rolle des Handels im Stoffkreislauf fördern, lauten:

- Wie werden Leistungen, Sortiment und Merkmale der angebotenen Produkte an die Anforderungen von Kreislaufprozessen angepasst?

- Wie kann die Rücknahme von EoU Produkten und Verpackung in die Geschäftsprozesse integriert werden und daraus eine Steigerung des Markenwertes und neue Geschäftsoptionen entwickelt werden?
- Wie können Rücknahmestrukturen gestaltet, physisch realisiert (z.B. als „Green Building“, Rücknahmeautomaten) und möglicherweise mit zusätzlichen Leistungen verbunden werden?
- Wie können die Maßnahmen zur Kundenbindung eingesetzt und der Kunde zur Rückgabe motiviert werden (z.B. Vergütungssysteme oder andere Incentives)?
- Wie sehen attraktive Rücknahmekonzepte aus, die zum jeweiligen Sortiment des Händlers passen?
- Wie kann das Rücknahmekonzept auf Produkte, die nicht Teil des Händlersortiments sind, erweitert werden?
- Welche erweiterten Dienstleistungen können mit dem Rücknahmekonzept gekoppelt werden?
- Wie können Rücknahmekonzepte das Leistungsangebot des Händlers systematisch erweitern?
- Wie kann die Rechtssicherheit hergestellt werden?

12. Innovative Produktkonzepte

Ein effektiver Umgang mit Rohstoffen ist nur möglich, wenn vom Markt „Pull“-Effekte generiert werden⁴³, die die „Push“-Effekte der Politik und Gesetzgebung ergänzen. So kann der Zwang der Regulierung im Sinne der Unternehmen positiv gewendet werden. Das bedeutet, dass im Rahmen innovativer Geschäftsmodelle Produkte, Dienstleistungen, Abläufe und Verfahren zur Verfügung gestellt werden müssen, die zu signifikanten Veränderungen bezogen auf die relevanten qualitativen und quantitativen Bewertungsgrößen führen. Ergebnis wäre eine insgesamt positive Bilanz für alle Beteiligten im Stoffkreislauf, anhand der folgenden Kenngrößen festgemacht kann:

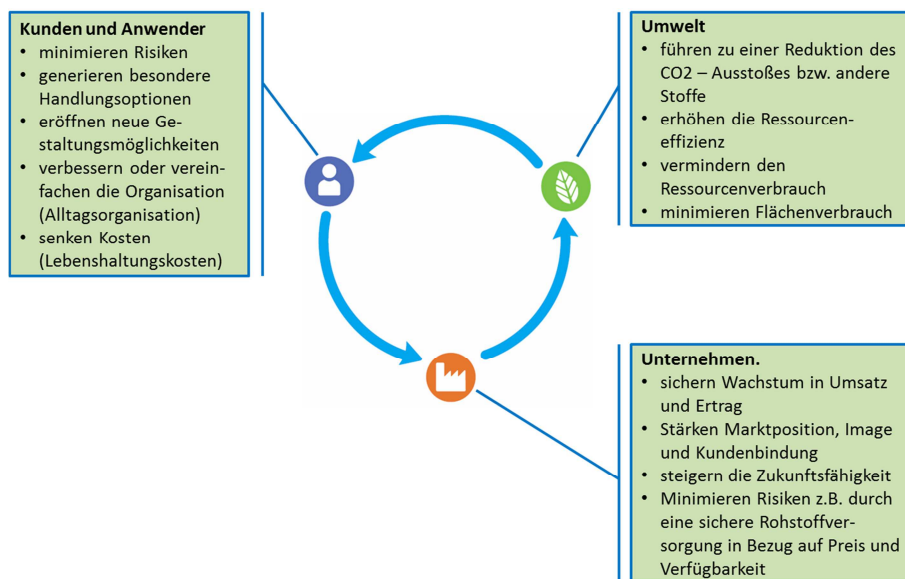


Abbildung 7: Allgemeine Kenngrößen zur Bewertung von Stoffkreisläufen

Wege, wie diese Forderungen in der Praxis umgesetzt werden können, wurden in einem Semesterprojekt unter dem Titel „Wertschöpfung“ im Studiengang Industrie-Design der Hochschule Darmstadt unter Leitung von Prof. Tom Philipps erforscht⁴⁴. Diese Aktion wurde aus dem Projekt „Seltene Metalle“ heraus angeregt und aktiv unterstützt.

In dem Projekt wurden von den Studierenden Möglichkeiten untersucht, wie eine effektive Nutzung von Rohstoffen durch den Konsumenten gefördert und aktiv betrieben werden kann. Ergebnisse waren Entwürfe, die die in Abbildung 7 zusammengestellten Anforderungen an eine gute Lösung aus den Perspektiven Konsument, Produzent und Umwelt erfüllen. Die Vielzahl der vorgelegten Entwürfe zeigt, dass der Weg über das Design neue Perspektive eines effektiven Umgangs mit Rohstoffen eröffnet.

Anhand von einem Beispiel aus der Untersuchung wird im Folgenden Vorgehen das Vorgehen im Projekt vorgestellt. Die vollständigen Ergebnisse sind im Bericht zum Semesterprojekt zu finden.

⁴³ (Hofmann, 2014)

⁴⁴ (Philipps, 2013)

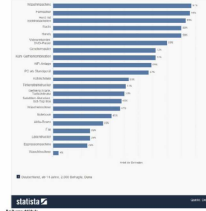
Elektronikschrott



- Elektroschrott in Deutschland jährlich 1,9 Mio. Tonnen
- Nur 20% gehen ins Recycling
- Illegaler Transport nach Afrika
- Wachstum jährlich 5% Mo. Tonnen Elektroschrott

Kennwerte und Statistiken

In deutschen Haushalten vorhandene Elektronikgeräte in den Jahren 2011 bis 2012



Router/Modem ca. 31.852.400 Stück
 Telefon ca. 42.700.000 Stück
 Fernseher ca. 112.850.000 Stück

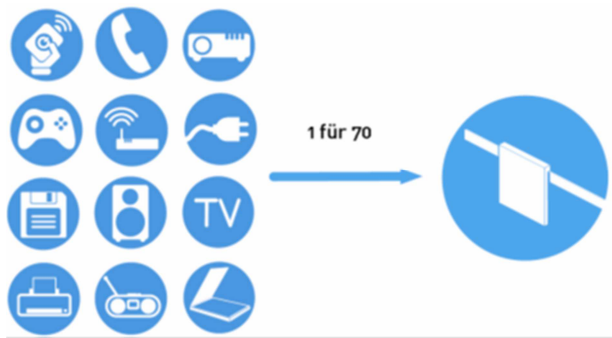


Abbildung 8: Fallbeispiel Semesterprojekt „Problemanalyse aus der Umweltperspektive“

System

- Kabellos
- Integrativ
- Individuell
- Platzsparend
- Milieubezogen

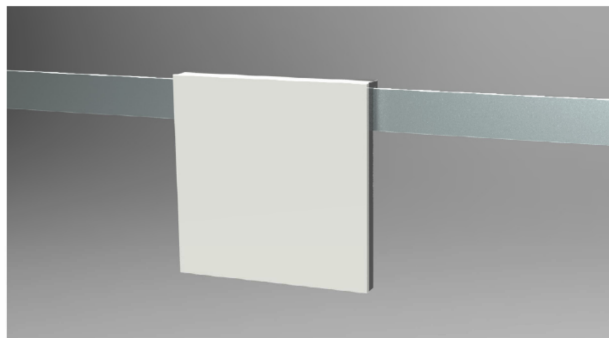


Abbildung 9: Fallbeispiel Semesterprojekt „Systementwurf“

Individualisierung



Individualisierung

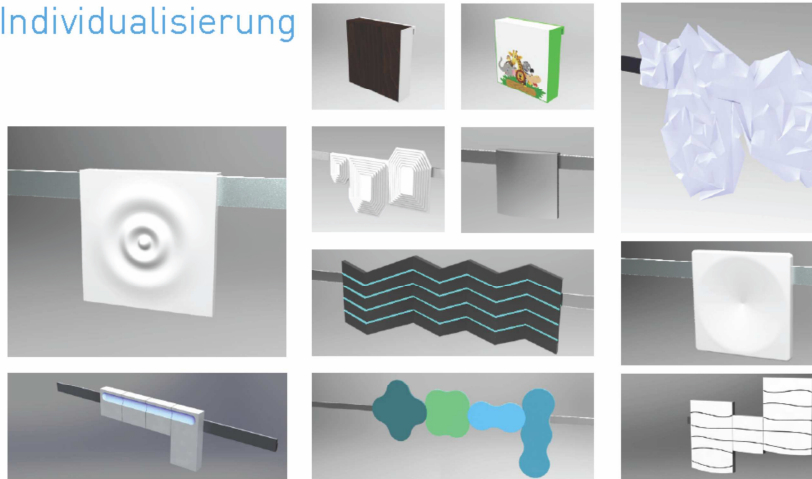
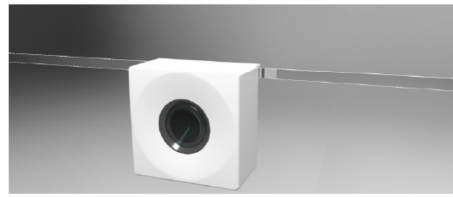


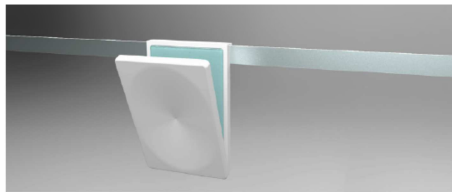
Abbildung 10: Fallbeispiel Semesterprojekt „Problemanalyse aus der Kundenperspektive“

ANWENDUNGEN

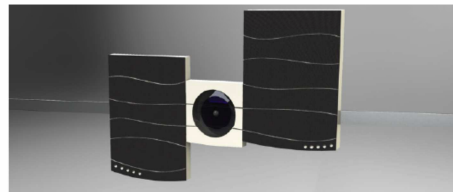
Beamer



Scanner

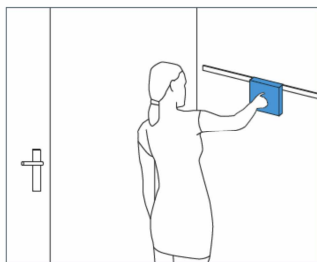


CD-Player und Aktivboxen

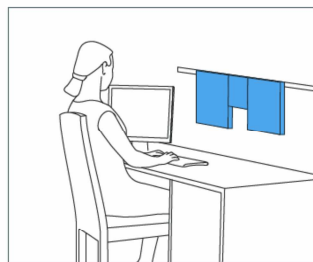


Interaktionen

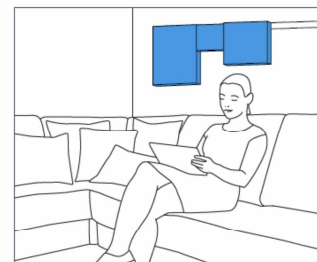
Nutzer und Geräte



- Zentrale Steuerung vom Flur aus
- Wasser, Heizung, Elektrik



- Schreibtischnahes Arbeiten
- Effizienz
- Keine Wege zurückzulegen
- Kein Platzverbrauch am Tisch



- Harmonisches Umfeld
- Verkabelungen fallen weg

Technik

- Datenaustausch über Wireless LAN
- Das Haus «kommuniziert»
- Leiste versorgt Geräte durch Induktion.
- Nur ein Anschluß nötig

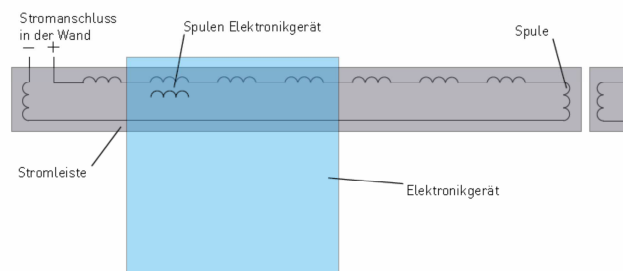


Abbildung 11: Fallbeispiel Semesterprojekt „Entwürfe“

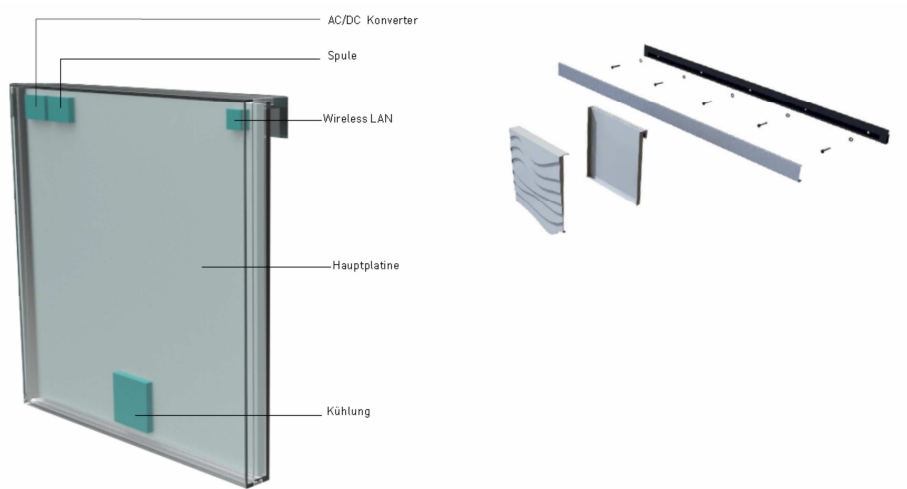
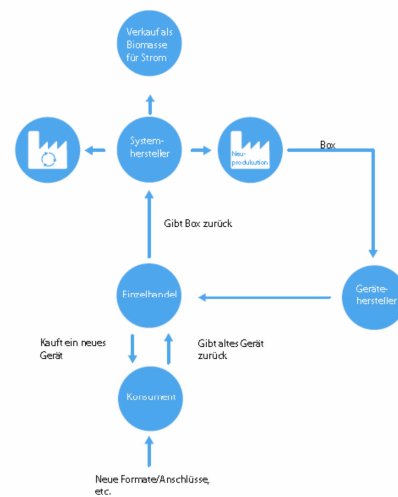


Abbildung 12: Fallbeispiel Semesterprojekt „Entwürfe“

Rohstoffkreislauf



Mehrwert



13. Antizipieren zukünftiger Entwicklungen als Impulsgeber für Innovationen und zur Verbesserung der Erfolgswahrscheinlichkeit

13.1 Konzeptioneller Zugang

Auch wenn die Menge der in der Erdkruste vorkommenden nicht-energetischen Rohstoffen millionenfach größer ist, als diejenige Menge, die jemals benötigt wird und auch im Rückblick die realen Preise der meisten Rohstoffe langfristig eher gesunken als gestiegen sind sowie die bekannten Reserven von vielen Stoffen eher zu als abgenommen haben, bleibt die Versorgung der Unternehmen mit Rohstoffen kritisch⁴⁵. Das hat eine ganze Reihe von Ursachen:

- Global nimmt der Rohstoffbedarf vor allem in den sich stark entwickelnden Industrien der Schwellenländer weiter zu.
- Technologische Umbrüche führen zu einem stark steigenden Rohstoffbedarf in einzelnen Segmenten⁴⁶.
- Die Belastung der Umwelt nimmt durch die Folgen der extensiven (Roh-) Stoffnutzung und Gewinnung von Primärrohstoffen weiter deutlich zu.
- Die Komplexität der Rohstoffversorgung führt zu signifikanten und erkennbaren Versorgungsrisiken, u.a. als Folge von sinkenden Erzgehalten und verschärften Umweltauflagen, temporären Versorgungsengpässen durch ungünstige Angebots-/Nachfragesituationen und struktureller bzw. politisch bedingter Belastungen.

In der Konsequenz werden auch länger andauernde Lieferengpässe zunehmen. Die extrem volatilen und im Mittel steigenden Rohstoffpreise – auch in Folge der zunehmenden Umsetzung des Verursacherprinzips über den gesamten Lebenszyklus von Produkten hinweg – verstärken den Druck. Wie komplex die Situation ist, wird durch die Kritikalitätsdebatte zur Versorgungssicherheit eindrucksvoll belegt. Sie wird durch eine Vielzahl hochdynamischer und eng vernetzter Faktoren aus unterschiedlichsten Bereichen geprägt⁴⁷.

Die sichere Versorgung der Industrie ist selbst bei hinreichenden Vorkommen mit Rohstoffen mittel- und langfristig nicht garantiert, während parallel Umweltbelastungen durch die Gewinnung, Aufbereitung und Nutzung von Rohstoffen immer intensiver in die Kritik geraten. Geschäftsmodellinnovationen sind ein Weg, beide Probleme zu vermeiden oder wenigstens zu begrenzen. Dafür wird bewusst nach Lösungen gesucht, mit denen sich Kundenbedürfnisse besser befriedigen lassen, als es mit bestehenden Geschäftsmodellen möglich ist. Gesucht wird nach Lösungen, die sich positiv auf die wirtschaftliche Lage der beteiligten Unternehmen auswirken und darüber hinaus dazu beitragen, die Umweltbelastung zu reduzieren. Sie können damit einen zusätzlichen Wert für Unternehmen, Kunden und Gesellschaft schaffen, wie in den vorherigen Kapiteln bereits aufgezeigt wurde.

⁴⁵ (Fronde, et al., 2006)

⁴⁶ (Dobbs, 2011)

⁴⁷ (Thorenz, et al., 2012), (Faulstich, 2010), (Dobbs, 2011)

Bei dieser Betrachtung ist zu berücksichtigen, dass in allen Bereichen von Umwelt, Wirtschaft, Forschung und Gesellschaft schnelle und intensive Veränderungen stattfinden, die erheblichen Einfluss auf den Erfolg und die erwünschte Wirkung innovativer Geschäftsmodellen haben werden. Sowohl die Rohstoffversorgung an sich, als auch die Prozesse, Produkte und Dienstleistungen entlang des gesamten Stoffstroms einschließlich der Art, des Aufbaus und der Zusammensetzung der damit gefertigten Produkte werden sich in Zukunft intensiver und immer schneller verändern⁴⁸. Vorausschauendes Denken und Handeln als Fähigkeit Veränderungen und Entwicklungen zu antizipieren und die daraus folgenden Chancen und Bedrohungen früher zu erkennen, wird einer der wichtigsten Erfolgsfaktoren für Innovationen und insbesondere für Geschäftsmodellinnovationen sein⁴⁹.

Foresight –Instrumente als Elemente eines Früherkennungssystems können eine wichtige Rolle bei der frühen Erkennung von Versorgungsengpässen und Preisveränderungen spielen. Dazu gehören:

- iv. Technologie-Scouting, Trendmonitoring, Kraftfeld- bzw. Wirkungsanalysen und Szenariostudien,
- v. plausible Prognosen zur Entwicklung der zukünftigen Rohstoffnachfrage auf der Basis von
 - branchenspezifische Technologieroadmaps
 - Informationen über die Technologieentwicklung in der eigenen und anderen Branchen mit möglicherweise ähnlichen Rohstoffinteressen
 - Marktprognosen aus unterschiedlichen Anwendungsfeldern und
 - Analysen des aktuellen und zukünftigen regulatorischen Umfelds,
- vi. Identifikation und Analyse von Einflussfaktoren für die Markt- und Preisentwicklung.

Darüber hinaus fördert die strategische Früherkennung in besonderer Weise die Geschäftsmodellentwicklung, da sie eine valide Wissensbasis für die kreative Entwicklung einer attraktiver Zukunftsperspektiven liefert und eine solide Grundlage für die aktive Zukunftsgestaltung schafft⁵⁰.

Aus diesem Grund wurde ergänzend zur Umfeldanalyse der ersten Projektphase eine Trendanalyse zur Identifikation von Handlungsfeldern für die weitere Arbeit im Projekt durchgeführt. Zusammengetragen wurden die Trends in einem Wiki, das als Dokumentations- und Arbeitsmittel diente. Zur Unterstützung der weiteren inhaltlichen Arbeit und zur Weiterentwicklung der methodischen Grundlagen wurden Trendbeobachtungen und -analysen über die gesamte Projektlaufzeit fortgesetzt und als Trendradars in übersichtlicher Form dargestellt.

13.2 Ergebnisse

Im Trendradar sind die Trends den Einflussfeldern Gesellschaft, Wirtschaft, Technologie, Politik und Recht, Ressourcen sowie Umwelt zugeordnet. Ein weiteres Kriterium zur Organisation der Trends im Trendradar ist die Aufmerksamkeit, die den Themen in den letzten Jahren im Internet und den

⁴⁸ (Böttcher, 2009);

⁴⁹ (Micic, 2003)

⁵⁰ Insbesondere Siemens demonstriert mit seinem Konzept „Pictures of the Future“ wie dieser Ansatz in der Praxis umgesetzt werden kann (Siemens, 2014). Beispiele finden sich auch in den Arbeiten des Unternehmensnetzwerks future_bizz z.B. in (Böttcher, 2014).

Medien zukam. Eine systematische Befragung aus den Perspektiven Gesellschaft und Unternehmen hätte den Rahmen dieser Untersuchung gesprengt. Für die Innovationen sind vor allem Bündel von Trends relevant, die in ihrem Zusammenwirken als Treiber für signifikante Veränderungen im Umgang mit Rohstoffen sorgen und besondere Chancen oder Risiken mit sich bringen.

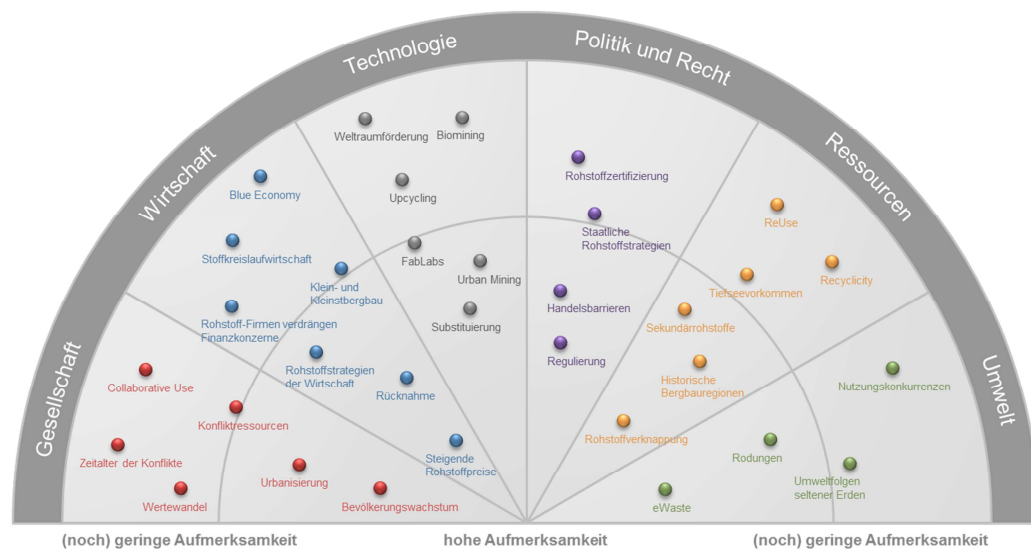


Abbildung 14: Trendradar

Für das hier diskutierte Projekt wurde beispielhaft ein Trendbündel ausgewählt, das von besonderer Relevanz ist, weil

- es einen guten Ansatz für Geschäftsmodellinnovationen bietet,
- die zugehörigen Trendinformationen im Verlauf des Projekts hervorgetreten sind und
- ein zusammenhängendes Muster ergeben.

Dabei handelt es sich um die Trends: Re-Use, Recyclicity, Upcycling, Collaborative Use, Urbanisierung, Urban Mining und FabLabs. Auch wenn einige dieser Trends schon seit längerem bekannt sind, führen sie im Zusammenhang zu neuen, hier wichtigen Erkenntnissen:

- a) Während in der Vergangenheit die einfache Wiederverwendung von Stoffen, die auch einen Wertverlust in Kauf nahm, im Vordergrund stand, geht es jetzt zunehmend um Konzepte, die zumindest auf einen Werterhalt abzielen.
- b) Andere Nutzungskonzepte in Form von Wiederverwendung (Re-Use) oder Collaborative Use (als gemeinsame Nutzung von Produkten oder Dienstleistungen, Sharing etc.) gewinnen an Bedeutung.
- c) Neue Formen der Produktion wie Manufakturen auf Basis des 3D-Drucks oder wie Repair-Cafés nehmen zunehmend Einfluss.
- d) Die Neudefinition von urbanem Leben z.B. in Form von Stoffkreisläufen innerhalb der Zentren und in Form einer Revitalisierung der Produktion in urbanen Zentren, gefördert durch die Trends unter Punkt c) verändert die Stoffströme insgesamt.

Dieses Trendbündel war Teil des Briefings der Studenten im Designprojekt (s. Kapitel 11). Die Verbindung zwischen der Entwicklung von urbanen Kulturen mit der Rohstoffnutzung muss sowohl aus der Forschungsperspektive als auch der Entwicklung von Geschäftsmodellen weiter untersucht werden. Ein entsprechendes Netzwerkprojekt befindet sich bereits in Vorbereitung.

Von der Politik und den Verbänden aber auch von den Unternehmen wurden und werden eine Vielzahl von Maßnahmen initiiert, um die Herausforderungen der Rohstoffversorgung zu meistern. Dies betrifft die Rohstoffgewinnung und den Rohstoffeinkauf ebenso wie die Verbesserung der Rohstoffeffizienz in der Wertschöpfungskette oder den gezielten Aufbau der Kreislaufwirtschaft. Das in Kapitel 11 vorgestellte Hochschulprojekt zeigt, zeigt wie durch die Verbindung von Geschäftsmodellinnovation mit der strategische Früherkennung, neue und attraktive Wege für den Umgang mit strategischen Rohstoffen gefunden werden können. Die Leitfragen, die sich daraus ergeben und in weiteren Projekten zu untersuchen sind, lauten wie folgt:

- Wie können Marktveränderungen, die durch die Rohstoffsituation und Nachhaltigkeitsdebatte ausgelöst werden, rechtzeitig erkannt und für das Business Development der Unternehmen genutzt werden?
- Welche Chancen und Herausforderungen bieten neue Nutzungskonzepte wie Sharing oder Leasing?
- Welche Möglichkeiten für eine effektivere Ressourcennutzung bieten innovative Produktkonzepte?
- Welche Chancen und Herausforderungen ergeben sich aus der Gestaltung von Wertschöpfungsnetzwerken für Geschäftsmodellinnovationen und aus angestrebten Geschäftsmodellinnovationen für die Gestaltung solcher Netzwerke?
- Welche Rolle hat der Endverbraucher im Umgang mit Rohstoffen und wie kann er konstruktiv in die Kreislaufprozesse einbezogen werden?

Insbesondere durch das Einbeziehen der strategischen Früherkennung werden aus der Sicht des Innovationsmanagements bzw. New Business Developments nicht nur neue Möglichkeiten zur Verbesserung von schon existierenden Geschäftsmodellen eröffnet, sondern auch neue Pfade für disruptive Innovationen.



Abbildung 15: Grundlegende Vorgehensmodelle bei der Geschäftsmodellinnovation

14. Ressourcenstrategie

Die kritische Rohstoffsituation generiert nicht nur Risiken, sondern kann auch als Innovationstreiber verstanden werden, der besondere Wachstumspotenziale für Unternehmen in allen Branchen und auf allen Positionen der Wertschöpfungskette eröffnet⁵¹. So können Unternehmen durch ein zukunftsgerichtetes Rohstoffmanagement

- Material-, Energie- und Folgekosten erheblich senken,
- mit einer nachhaltigen Gestaltung des Produktdesigns und anderen Maßnahmen ein positives Image auch in Bezug auf ihre CSR – Position erzeugen,
- Engpässe und Abhängigkeiten von Rohstoffen minimieren und so erhebliche Wettbewerbsvorteile generieren.

Darüber hinaus können – wie in der vorliegenden Studie gezeigt wurde - , getrieben durch die kritische Rohstoffsituation und Veränderung der Marktsituation, vollkommen neue Geschäftsmodelle, Produkte und Dienstleistungen entwickelt werden⁵². Diese Potenziale sind aber nur dann erfolgreich zu erschließen, wenn sie in den Unternehmen als Systeminnovation verstanden werden. Systeminnovationen ergeben sich aus dem Zusammenspiel vieler unterschiedlicher Faktoren, die fast alle Aspekte der Geschäftsmodelle und des Geschäftssystems der Unternehmen betreffen, wie

- das Bewusstsein der Verbraucher und ein Wandel der Werte und der Leitbilder,
- technologische Entwicklung,
- staatliche Rahmenbedingungen,

⁵¹ Vgl. (Capozucca, 2012)

⁵² (Dobbs, 2011)

- Marktregeln,
- die Gestaltung der Wertschöpfungsketten und Kooperation sowie
- die Organisation von Strukturen und Prozessen.

Hierbei handelt es sich um einen weitreichenden Prozess der Veränderung, der in seiner Konsequenz noch nicht vollständig erfasst ist, zumal die Marktveränderung bzw. die Bildung von neuen Märkten noch nicht oder nur partiell stattgefunden hat⁵³. Unternehmen können in dieser durch Komplexität, Turbulenz und Unsicherheit geprägten Situation nur auf der Basis einer systematischen Strategieentwicklung handlungsfähig und damit erfolgreich bleiben. Durch einen konsequenten und systematisch durchlaufenen Strategieprozess können die Entwicklungen in den Umfeldern besser verstanden und Entscheidungsprämissen herausgearbeitet werden. Dies gibt Orientierung in Bezug auf Sachfragen und auf das zeitliche Vorgehen, stellt aber auch gleichzeitig eine Korrekturfähigkeit für das unternehmerische Handeln her.

Die aktuelle und auch zumindest mittelfristige Situation in der Rohstoffversorgung zeichnet sich durch Ungewissheit aus. „Geht man mit der Umdeutung der Funktion von Ungewissheit an das Problem der Zukunftsbewältigung heran, dann ändert sich die Art und Weise, wie ein Unternehmen sein eigenes Verhältnis zu seinen relevanten Umwelten definiert. Während man früher eher danach trachtete, Strategieentwicklung dafür zu nutzen, Unternehmen besser an gegebene Umweltbedingungen anzupassen, so hat sich in der Zwischenzeit die Betrachtungsweise eher umgekehrt“⁵⁴.

Insbesondere im Umgang mit Rohstoffen können durch die Entwicklung von Ressourcenstrategien über ein kreatives Erfinden attraktive Zukunftsperspektiven sowohl für die Unternehmen als auch für die Gesellschaft im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung gefunden werden. Auf die besondere Notwendigkeit hierfür wird auch in der Szenariostudie „future living“ des Unternehmensnetzwerks future_bizz hingewiesen⁵⁵.

Im Rahmen einer aus dem Projekt heraus initiierten Diplomarbeit am Lehrstuhl für Production and Supply Chain Management der Universität Augsburg mit dem Titel: **„Nachhaltige Ressourcenstrategien aus Sicht deutscher Unternehmen“** wurden Status und Perspektiven in Bezug auf dieses Thema anhand von vier Fallstudien untersucht⁵⁶. Danach stehen in den Unternehmen bisher konventionelle Rohstoffstrategien im Vordergrund. Sie sind eher kurzfristig ausgelegt und haben die Aufgabe, die Versorgung mit kritischen Rohstoffen zu sichern, u.a. durch

- den Abschluss von langfristigen Lieferverträgen,
- Rückwärtsintegration in Form von Beteiligungen an Zulieferern oder Direktinvestitionen in ein Bergbauunternehmen,
- Nutzung neuer Importquellen mit geringerem Risiko oder Risikostreuung,
- Bildung von Einkaufsgemeinschaften und
- Ausbau der Lagerhaltung .

⁵³ (Geroski, 2003)

⁵⁴ (Nagel, 2006)

⁵⁵ (Böttcher, 2009)

⁵⁶ (Leppla, 2012)

Ansätze wie die Möglichkeiten von Recycling, Produktsubstitution und Effizienzsteigerung werden zunehmend in die Rohstoffstrategien aufgenommen. Weitergehende Ansätze werden nur in geringem Umfang verfolgt. „Noch ist es für die Unternehmen ausreichend und oft auch wirtschaftlicher, kurzfristigen Lieferengpässen oder Preiserhöhungen mit konventionellen Rohstoffstrategien wie Aufstockung der Lagerhaltung und Streuung der Zulieferer [zu begegnen]“⁵⁷. Nachhaltigkeit als Erlangen von geschlossenen Produktionskreisläufen besitzt bei allen Unternehmen einen hohen Stellenwert.

Risiken in Bezug eine sichere, preisstabile Versorgung mit Rohstoffen können gleichzeitig Treiber für Innovationen sein, sowohl für den Umgang mit Rohstoffen im Unternehmen als auch für die Markt- und Produktgestaltung. Diese Chance wird heute von den meisten Unternehmen nicht gesehen oder nicht genutzt, was u.a. daran zu erkennen ist, dass in aller Regel die Einkaufsabteilungen der Unternehmen dafür zuständig sind. Um die weitergehenden Potenziale zu erkennen und zu nutzen ist ein Paradigmenwechsel in den Unternehmen notwendig. Hierzu wird die Rohstoffstrategie um eine aktive, innovative Komponente erweitert, die eine gezielte Suche nach neuen Handlungsoptionen fördert. Das Unternehmen sollte, angeregt durch Überlegungen zur Beschaffungssituation von kritischen Rohstoffen und von Forderungen nach einer Kreislaufwirtschaft, mit der Bearbeitung des Themas gezielt die Bereiche Strategie und Innovation beauftragen, was noch besondere Anstrengungen und viel Überzeugungsarbeit notwendig macht. Wenn dies geschieht, werden sich daraus fast zwangsläufig neue Erfolgsoptionen für die Unternehmen ergeben, wie z.B.

- neue Produkte und Dienstleistungen,
- die Identifikation und Entwicklung neuer Märkte sowie
- neue Nutzungsmodelle wie Leasing oder besondere Servicemodelle.

Sich daraus ergebende neue Technologien können neue Produkte ermöglichen, den Zugang zu neuen Märkten eröffnen und gleichzeitig Ressourcen und Umwelt schonen. Beispiele sind die Green IT oder CleanTechnology.

Voraussetzung für eine zielgenaue Rohstoffstrategie ist zunächst die Klärung der strategischen Absicht, d.h. Beantwortung der Frage, ob die Strategie primär auf

- a) Risikomanagement bezüglich der Rohstoffversorgung des Unternehmens,
- b) Geschäftswachstum durch das Angebot neuer Produkte, Erschließung neuer Märkte oder die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle,
- c) Rücklauf des eingesetzten Kapitals durch Finanzierung, Absicherung der Versorgung oder Bildung von Reserven

ausgerichtet sein soll. Für die Entwicklung der Strategie ist im ersten Schritt die Kritikalität der benutzten Rohstoffe zu ermitteln und jährlich neu zu bewerten. Bewertungskriterien sind hierbei u.a.⁵⁸

- Vorkommen und Minenkapazitäten,
- Bedarf und Bedarfsentwicklung allgemein und in der jeweiligen Industrie ,

⁵⁷ ebd.

⁵⁸ (Steeger, 2011)

- Preisentwicklung,
- Substitutionsmöglichkeit (möglich, mit Aufwand, nicht möglich).

In einem weiteren Schritt wird dann geprüft, welche innovativen Elemente denkbar sind, welchen Einfluss die Geschäftsmodelle der Unternehmen darauf haben und welche Wettbewerbsvorteile daraus zu generieren sind. Die Rohstoffstrategie ist damit auf das Engste mit der Innovationsstrategie des Unternehmens verbunden. Sie schreibt aber auch den Umgang mit Rohstoffen in den Unternehmen und damit auch den Grad an Nachhaltigkeit und die Bedeutung der Kreislaufwirtschaft fest. Rohstoffstrategien sind damit ein zentraler Hebel, um einen effektiven Umgang mit Rohstoffen zu erreichen.

Im Rahmen des Projekts wird ein systematisches Vorgehen zur Entwicklung von Rohstoffstrategien aufgezeigt [s. Abb. 16].

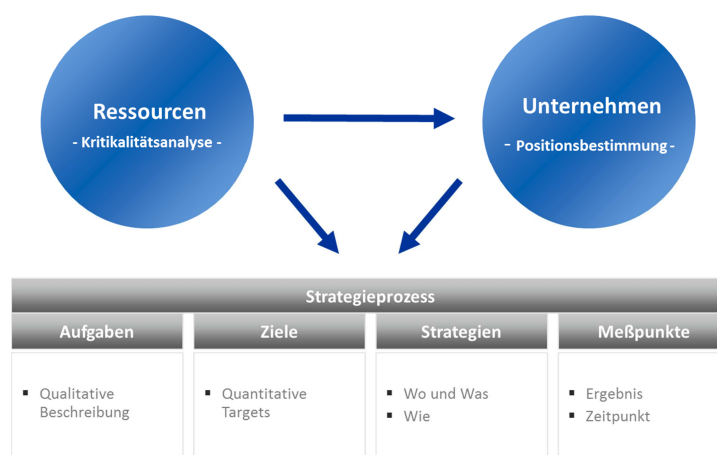


Abbildung 16: Entwicklung einer Rohstoffstrategie

15.Ausblick

Die kritische Versorgung mit Rohstoffen wird zu weitreichenden Änderungen in der Art des Wirtschaftens und damit der Lebensbedingungen, auch global, führen. Ein frühes Erkennen und Verstehen dieser Prozesse schafft die Möglichkeit einer aktiven Zukunftsgestaltung im Sinne eines „Shaping the future“. Konzepte und Vorgehensmodelle, wie dies über eine Entwicklung innovativer Geschäftsmodelle umgesetzt werden kann, wurden in der vorliegenden Studie aufgezeigt. Um daraus konkrete, operative Maßnahmen zur Umsetzung abzuleiten, ist noch ein erheblicher Entwicklungsaufwand zu erbringen. Der Aufbau von „Business Ecosystems“, bei denen auch im wirtschaftlichen Handeln das primäre Verfolgen von Einzelinteressen durch ein kooperatives Handeln ersetzt wird, ist dabei ein wesentlicher Erfolgsfaktor, der noch große Anstrengungen und viel Überzeugungsarbeit verlangt.

16. Anhänge

Anhang 1: Mitgliedsunternehmen und Mitglieder des Innovationsnetzwerks

In dem Innovationsnetzwerk haben während des Projekts die folgenden Unternehmen und Personen in unterschiedlicher Weise mitgearbeitet:

- Busch-Jaeger Elektro GmbH
- Daimler AG
- ESK Ceramics GmbH & Co.KG
- Framo Morat GmbH & Co. KG
- fem Forschungsinstitut
- Heraeus Precious Metals GmbH & Co. KG
- Heyden & Steindl Financials GmbH
- INTERSEROH Dienstleistungs GmbH
- Kanthak & Adam GbR
- REHAU AG+Co
- Remondis Medison GmbH
- Schott AG
- Treibacher Industrie AG
- Umicore AG & Co.KG
- Zentek GmbH & Co. KG
- Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Friedrich-Wilhelm Wellmer (Präsident a.D. BGR / TU Berlin)

Anhang 2: Beteiligte an der Studie und ergänzende Untersuchungen

Das Kapitel 6 „Rahmenbedingungen für innovative Modelle in der Kreislaufwirtschaft“ basiert auf der von Herrn Dr. Eckart Döring präsentierten Fallstudie zum Recycling von CRT Glas (Döring, 2012)

Die in Kapitel 11 vorgestellte Semesterarbeit „Wertschöpfung“ der Hochschule Darmstadt wurde auch von der Zentek GmbH durch Herrn Stefan Munz unterstützt.

Das Kapitel 12 „Antizipieren zukünftiger Entwicklungen als Impulsgeber für Innovationen und zur Verbesserung der Erfolgswahrscheinlichkeit“ wurde in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Bernhard Albert, Foresight Solutions und Herrn Dr. Karl-Michael Schumann, Contarix GmbH erstellt.

Das Kapitel 13 „Ressourcenstrategien“ wurde in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Karl-Michael Schumann, Contarix GmbH erstellt.

Des Weiteren haben Herr Dr. Karl-Michael Schumann an dem Konzept der Studie und dem Aufbau des Innovationsnetzwerks sowie Herr Dr. Bernhard Albert, Foresight Solutions bei der Erstellung des Abschlussberichts in wesentlicher Weise mitgewirkt.

Anhang 3: Ergänzende Studien und weiterführende Projekte, die im Rahmen des Projekts durchgeführt oder initiiert wurden

Semesterprojekt „Wertschöpfung“ im Fachbereich Industriedesign der Hochschule Darmstadt unter Leitung von Prof. Tom Philipps (Philipps, 2013)

Studie „Virtuelle Rohstoff- und Recyclingbörsen“ durch den Lehrstuhl für Ressourcenstrategie der Universität Augsburg unter Leitung von Frau Dr. Andrea Thorenz (Thorenz, 2012)

Diplomarbeit „Nachhaltige Ressourcenstrategien aus Sicht deutscher Unternehmen“ am Lehrstuhl für Production & Supply Chain Management der Universität Augsburg (Leppla, 2012)

Masterarbeit „Titandioxid – Kritikalität der technischen Nutzung und dissipative Entsorgungspotenziale“ am Lehrstuhl für Ressourcenstrategie der Universität Augsburg (Helbig, 2013)

Projekt des Unternehmensnetzwerks future_bizz „Urbanität“ über die Zukunft der Stadtgesellschaften unter besonderer Beachtung der Stoffströme in urbanen Zentren und u.a. der Trends Urban Mining, Urban Farming und urbane Industrien.

Trendstudie „Rohstoffe“, Dr. Bernhard Albert, Foresight Solutions

Nachhaltige Ressourcenstrategien in Unternehmen: Identifikation kritischer Rohstoffe und Erarbeitung von Handlungsempfehlungen zur Umsetzung einer ressourceneffizienten Produktion

Lehrstuhl für Production & Supply Chain Management (Universität Augsburg); Lehrstuhl für Ressourcenstrategie (Universität Augsburg); BMK electronic solutions GmbH & Co. KG, Augsburg; LST Laser- und Schalttechnik GmbH & Co. KG, Neuffen (DBU AZ 30438-31)

Rückgewinnung von Neodym-Magneten aus Computerfestplatten, fem Forschungsinstitut Edelmetalle & Metallchemie, Schwäbisch Gmünd; IGE Hennemann Recycling GmbH, Espelkamp; Treibacher Industrie AG Althofen, Österreich (DBU AZ 30945-31)

17.Literaturverzeichnis

Achzet, B., Zepf, V., Reller, A., 2010. „Strategien für einen verantwortlichen Umgang mit Metallen und deren Ressourcen“. *Chemie Ingenieur Technik*, 82, No. 11. 2010.

Baltzer, S. 2014. *"Die schwarze Liste wird länger"*. s.l. : Frankfurter Allgemeine Zeitung, 31.1.2014, 2014.

Beckers, R., 2011. „*Rohstoffknappheit - Bedrohung oder Chance*“. Berlin : Praxisdialog „Ressourcen- und materialeffiziente Produktgestaltung“ des BMWi am 2.11.2011, 2011.

BMWi. 2010. „*Rohstoffstrategie der Bundesregierung*“. Bonn : s.n., 2010.

Bollhöfer, E., Mattes, K. und Miller, M. 2013. *"Ressourceneinsparpotenziale durch den Einsatz von Dienstleistungsmodellen in rohstoffnahen Produktionssystemen"*. Karlsruhe : Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 2013.

Böschen, S., Reller, A., Soentgen, J., 2004. "Stoffgeschichten – eine neue Perspektive für transdisziplinäre Umweltforschung". *Gaia* 13, S. 19- 25. 2004.

Böttcher, F. 2009. *"Future Living 2030"*. Baden Baden : Ergebnisse eines Projekts des future_bizz Netzwerks, 2009.

Böttcher, F., Kleffmann, O., 2014. *"Arbeitswelten 2030"*. Baden - Baden : Ergebnisse eines Projekts des future_bizz Netzwerks, 2014.

Braungart, M., McDonough, W., 2009. „*Einfach intelligent produzieren*“. Berlin : s.n., 2009.

Capozucca, P. 2012. *"Nachhaltigkeit als Treiber von Innovation und Wachstum"*. s.l. : Deloitte Review 10/2012, 2012.

Dobbs, R., Oppenheim, J., Thompson, F., Brinkman, M., Zornes, M., 2011. „*Resource Revolution: Meeting the world's energy, materials, food and water needs*“. s.l. : McKinsey Global Institute, 2011.

Döring, E. 2012. *"Recycling von CRT-Glas"*. s.l. : Präsentation im Rohstoffnetzwerks, Lünen 16.4.2012, 2012.

Drexel, M. 2010. *"Vergleichende Analyse der Nachhaltigkeitsberichterstattung ausgewählter DAX Unternehmen"*. Bonn : Bachelorarbeit, 2010.

Dyer, J., Gregersen, H., Christensen, C.M., 2011. *The Innovator's DNA*. Boston : Harvard Business Review Press, 2011.

Faulstich, M. 2010. „*r3 – Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Strategische Metalle und Mineralien*“. München : BMBF Fördermaßnahme, 2010.

Fronde, M. und u.a. 2006. *"Trends der Angebots- und Nachfragesituation bei mineralischen Rohstoffen"*. s.l. : Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI Essen),

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 2006.

Geldermann, J., Daub, A., Hesse, M. 2009. *"Chemical Leasing as a model for sustainable development"*. Göttingen : Georg-August-Universität Göttingen, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Research Paper Nr. 9, 2009.

Geroski, P. 2003. *"The Evolution of New Markets"*. Oxford : Oxford University Press, 2003.

Gladwell, M., 2002. *Tipping Point*. München : Goldmann, 2002.

Glockner, H. 2010. *"Nachhaltigkeit als Wachstumsstrategie"*. Köln : z_punkt, The Foresight Company, 2010.

Goffin, K., Varbes, C.J., van der Hoven, C., Koners, U. 2012. *"Beyond the Voice of Customer"*. s.l. : Research-Technology-Management, July-August 2012, S. 45- 53, 2012.

Grienitz, V., Böttcher, F. 2013. *"Technologien und Materialien der Oberflächentechnik"*. Baden-Baden : Studie des future_bizz Unternehmensnetzwerks, 2013.

Großschmidt, H.-C., 2012. *"Procyclen® und 'recycled-resource' - Von der gebrauchten Verkaufsverpackung zum Neuwaresubstitut"*. s.l. : Präsentation im Rohstoffnetzwerk, Lünen 4.12.2012, 2012.

Hagelücken, C., 2011. *"Rohstoffsicherung durch Recycling"*. Frankfurt : IHK Veranstaltung "Rohstoffverknappung und Rohstoffsicherung" am 8.6.2011, 2011.

Heintze, A. 2013. *"Mehr Geld mit gutem Gewissen"*. s.l. : Spiegel online, 6.1.2013, 2013.

Helbig, C., 2013. *"Titandioxid - Kritikalität der technischen Nutzung und dissipative Entsorgungspotentiale"*. Augsburg : Masterarbeit am Lehrstuhl für Ressourcenstrategie, Universität Augsburg, 2013.

Hofmann, W., 2014. *"Perspektiven der Photovoltaik"*. s.l. : Physik Journal 13 Nr.2 S.21-27, 2014.

IFAM. http://www.ifam.fraunhofer.de/de/Presse/Recycling_Seltener_Erden.html : s.n., http://www.ifam.fraunhofer.de/de/Presse/Recycling_Seltener_Erden.html.

Kawohl, C. 2011. *"Multi-Metal Recycling bei der Aurubis AG"*. Berlin : Praxisdialog „Ressourcen- und materialeffiziente Produktgestaltung“ des BMWi am 2.11.2011, 2011.

Leppla, R., 2012. *"Nachhaltige Ressourcenstrategien aus Sicht deutscher Unternehmen"*. s.l. : Leppla R. (2012): NachhaltiDiplomarbeit am Lehrstuhl für Production & Supply Chain Management der Universität Augsburg, 2012.

Merian, E., et al. 2004. *"Elements and their compounds in the environment. Occurrence, Analysis and Biological Relevance"* 2. Auflage. Weinheim : Wiley-VCH Verlag, 2004.

Micic, P., 2003. *"Der Zukunftsmanager"*. Freiburg : Haufe, S.13, 2003.

Nagel, R., Wimmer, R., 2006. "Systemische Strategieentwicklung". Stuttgart, S. 21 : Klett-Cotta, 2006.

Nestlé. 2011. Studie "So is(s)t Deutschland". Frankfurt : Deutscher Fachverlag, 2011.

Parlament, Europäisches. 2009. "Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte Text von Bedeutung für den EWR". 2009.

Philipps, T., 2013. "Wertschöpfung - Semesterprojekt". Darmstadt : Hochschule Darmstadt, Industriedesign, Studienbericht, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, 2013.

REHAU. http://www.rehau.com/DE_de/automotive-mobility/produktwelt-automotive/bumper-systems/1229858/bumper-systems.html.

Reinertsen, D.-G., 1998. "Die neuen Werkzeuge der Produktentwicklung". München : Carl Hanser Verlag, 1998.

Schaack, D., Niemann, H., Warnken, T., Wägeli, S., Hamm, U., Saner, J., Brzukall, H.-J., Moewius, J., Gerber, A., 2013. "Die Bio-Branche 2013". Berlin : Bund Ökologischer Lebensmittelwirtschaft e.V. (BÖLW), 2013.

Schiemann, T. 2012. Fallbeispiel „Silberrecycling“. s.l. : Präsentation im Rohstoffnetzwerk, Lünen 16.4.2012, 2012.

Siemens. 2014. <http://www.siemens.com/innovation/de/publikationen/>. 2014.

Stähler, P. 2001. "Geschäftsmodelle in der digitalen Ökonomie: Merkmale, Strategien und Auswirkungen". Köln-Lohmar : Josef Eul Verlag, zit. nach Wikipedia, 2001.

Steeger, G., 2011. „Neue Geschäftsmodelle schonen strategische Rohstoffe“. Tutzing : Veranstaltung der ev. Akademie am 1.2.2011, 2011.

Thorenz, A. 2013. "Ressourcenmanagement aus betriebswirtschaftlicher Sicht Ressourcenstrategien". [Buchverf.] A. Reller, et al. *Ressourcenstrategien. Eine Einführung in den nachhaltigen Umgang mit Rohstoffen*, S. 123-131. Darmstadt : Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 2013.

Thorenz, A., 2012. "Virtuelle Rohstoff- und Recyclingbörsen". Augsburg : Studienbericht, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, 2012.

Thorenz, A., Achzet, B., Zepf, V., Reller A., 2012. "Seltene Metalle – Ressourcenschonung durch Innovationen in Wertschöpfungsnetzwerken". Augsburg : Studienbericht, Deutsche Bundesstiftung Umwelt., 2012.

Thorenz, A., Reller, A., 2011. "Discussion of risks of platinum resources based on a function orientated criticality assessment - shown by cytostatic drugs and automotive catalytic converters". *Environmental Sciences Europe*. Heidelberg : Springer Verlag, 2011.

