



Die Abfallwirtschaft im Jahr 2030

Eine Szenarioanalyse nicht nur für Bayern

Dr. Siegfried Kreibe, Dr. Michael Schneider
Stefanie Müller, Thorsten Pitschke,
Dr. Stefan Böschen

Finanziert durch



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Gesundheit



Impressum

Alle Rechte (insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung) sind vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Kein Teil der bifa-Texte darf in irgendeiner Form ohne Genehmigung der Herausgeber reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Herausgeber

bifa Umweltinstitut GmbH
Am Mittleren Moos 46
86167 Augsburg

Verfasser

Dr. Siegfried Kreibe, Dr. Michael Schneider,
Stefanie Müller, Thorsten Pitschke,
Dr. Stefan Böschen

Finanziert durch

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit

Druck

Klicks GmbH

1. Auflage 2012

© bifa Umweltinstitut GmbH

Die Abfallwirtschaft im Jahr 2030

Eine Szenarioanalyse nicht nur für Bayern

Dr. Siegfried Kreibe, Dr. Michael Schneider
Stefanie Müller, Thorsten Pitschke,
Dr. Stefan Böschen

Finanziert durch



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Gesundheit



INHALTSVERZEICHNIS

1	Kurzfassung	1
2	Hintergrund und Ziele der Untersuchung.....	4
3	Untersuchungskonzept und Vorgehensweise.....	6
3.1	Identifikation der Schlüsselfaktoren.....	7
3.1.1	Quellenanalyse.....	7
3.1.2	Interner Workshop	7
3.1.3	Kurzexplorationen mit Bürgern.....	7
3.1.4	Expertenexplorationen	8
3.1.5	Internet-Communities	9
3.2	Analyse der Schlüsselfaktoren.....	9
3.2.1	Gruppendiskussionen	9
3.2.2	Auswertung	10
3.3	Szenariogenerierung	10
3.3.1	Konsistenzwerkstätten.....	10
3.3.2	Szenariowerkstätten.....	12
3.3.3	Stoffstromwerkstatt	13
3.3.4	Ökoeffizienzanalyse	14
4	Untersuchungsergebnisse.....	15
4.1	Die Schlüsselfaktoren	15
4.1.1	Politisch-rechtliche Schlüsselfaktoren	16
4.1.2	Gesellschaftliche Schlüsselfaktoren	17
4.1.3	Ökonomische Schlüsselfaktoren	19
4.1.4	Ökologisch-stoffliche Schlüsselfaktoren	21
4.1.5	Technische Schlüsselfaktoren.....	22
4.2	Die Szenarien	23
4.2.1	Szenario 1: Policy first.....	25

4.2.2	Szenario 2: Markets first.....	27
4.2.3	Szenario 3: Glocalisation	28
4.2.4	Szenario 4: Sustainability last.....	29
4.3	Ökoeffizienzanalyse.....	31
4.3.1	Charakterisierung der Szenarien	31
4.3.2	Ökoeffizienzvergleich.....	37
4.4	Der Transfer.....	41
4.4.1	Wie können die Szenarien und Schlüsselfaktoren genutzt werden?.....	41
4.4.2	Beispiel: in vier Schritten eigenes Szenario entwickeln und Maßnahmen ableiten.....	42
5	Fazit.....	44
6	Literatur	45

1 Kurzfassung

Hintergrund und Ziele des Vorhabens

Nachhaltiges und Klima schonendes Wirtschaften bedarf langfristiger Strategien. Strategischen Entscheidungen liegen aber häufig persönliche Präferenzen und ein verengter Blick auf Tagesthemen zugrunde. Eine gute Basis für eine langfristige Planung kann daher nur durch systematisches und methodisch fundiertes Vorgehen geschaffen werden. Auch die Entwicklung der Abfallwirtschaft ist von vielfältigen Trends bestimmt: Wachsender Ressourcenverbrauch, Klimawandel oder die wirtschaftliche Entwicklung in Schwellenländern sind nur einige davon. Wie sich diese Trends in ihrer Gesamtheit in Zukunft entwickeln könnten, ist wesentlich für die langfristige Ausrichtung der Abfallwirtschaftspolitik, aber auch für eine strategische Planung in der von Abfallfragen betroffenen Wirtschaft.

Um die Weichenstellung für Morgen noch gezielter vornehmen zu können, hat daher das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG) die bifa Umweltinstitut GmbH (bifa) beauftragt, eine Szenarioanalyse zur bayerischen Abfallwirtschaft im Jahr 2030 durchzuführen. Szenarien beschreiben plausible, mögliche Zukünfte, die eine gewisse Wahrscheinlichkeit aufweisen. Sie sind keine Prognosen, sondern skizzieren einen Korridor von Zukunft und liefern so differenzierte Hintergrundfolien für eine nachhaltige und damit langfristig angelegte strategische Planung. Der Fokus der Analyse lag auf der Abfallwirtschaft in Bayern. Die berücksichtigten Einflüsse reichen aber weit über Bayern hinaus.

Projektverlauf

Zunächst wurden fünfzehn Bürger und dreißig Experten in ausführlichen Interviews zu ihren Zukunftsvorstellungen befragt. Die Ergebnisse wurden mit Hilfe der Szenarioanalysesoftware SINUS Szeno Plan, dem Statistikprogramm SPSS und unter Nutzung der langjährigen abfallwirtschaftlichen Erfahrungen der bifa-Mitarbeiter ausgewertet und schrittweise zu Szenarien verdichtet. In sieben Expertenworkshops mit wechselnden Teilnehmern wurden die Ergebnisse immer wieder ergänzt und hinterfragt. Der Einsatz von Kreativitätstechniken und anderen Moderationsmethoden half den Teilnehmern, ihre gewohnten Denkroutinen zu überwinden. Insgesamt wurden etwa sechzig Experten in die Arbeiten eingebunden. Sie stammen aus der privatwirtschaftlichen und kommunalen Abfallwirtschaft, aus der abfallwirtschaftlichen Forschung und Beratung, sowie aus dem Umfeld der Abfallwirtschaft, etwa der produzierenden Industrie und dem Handel. Eingebunden waren aber auch Nachhaltigkeitsexperten, Jugendforscher und Internetexperten.

Die Schlüsselfaktoren

In ausführlichen Expertenexplorationen, durch Literaturanalyse und in Workshops wurde zunächst eine umfangreiche Sammlung von Einflussfaktoren, Trends und Akteursstrategien, von Wunschvorstellungen und von Befürchtungen gesammelt, die für die Entwicklung der bayerischen Abfallwirtschaft bis 2030 von Bedeutung sein könnten. Ausgehend von den so identifizierten 600 Einflussfaktoren wurden gemeinsam mit den Experten 24 Schlüsselfaktoren definiert, die entscheidend für die Entwicklung der Bayerischen Abfallwirtschaft sind. Diese Faktoren wurden zu fünf Gruppen zusammengefasst:

- ökonomische Faktoren wie Wettbewerb in der Abfallwirtschaft oder Rohstoffpreise,
- politisch rechtliche Faktoren wie der Rolle der EU oder die Bedeutung des Vollzugs,

- gesellschaftliche Faktoren wie Umweltverhalten und öffentliche Aufmerksamkeit oder gesellschaftlicher Wohlstand und staatliche Leistungen,
- stofflich ökologische Faktoren wie Klimawandel oder die Lebenszyklusorientierung des Stoffflussmanagements und
- technische Faktoren wie die Ausgestaltung von Sammel- und Sortiersystemen oder der Einfluss von moderner IT und WEB2.0.

Zu jedem dieser Schlüsselfaktoren wurden mögliche Ausprägungen definiert und beschrieben, so etwa folgende vier Ausprägungen zum Einflussfaktor „Umweltverhalten und öffentliche Aufmerksamkeit“: „Langfristige Mobilisierung“, „Umwelthandeln als normalisierte Alltagspraxis“, „Abfolge kurzlebiger Umweltmoden“ und „Umwelt ist kein Thema“.

Die Szenarien

Die Schlüsselfaktoren wurden in Workshops kritisch hinterfragt und angepasst. Dann wurde für jeden Faktor geprüft, wie die möglichen Ausprägungen zu denen anderer Schlüsselfaktoren passen, ob sie einander ausschließen oder zueinander passen, ob sie sich gegenseitig verstärken bzw. abschwächen oder unabhängig voneinander sind. Aus dem so entwickelten Set von Einzeltrends wurden mit Hilfe der Szenarioanalysesoftware etwa 270 Szenarien generiert. Schließlich konnten diese Szenarien zu 24 Clustern gebündelt und davon ausgehend vier Szenarien entwickelt, die in einem mehrstufigen Prozess unter Einbindung von Experten vielfach überprüft und abgesichert wurden:

- Szenario 1: Policy first: Politik als Motor nachhaltigen Wirtschaftens
- Szenario 2: Markets first: der Markt macht erfinderisch
- Szenario 3: Glocalisation: das EU-Recht wird regionalisiert
- Szenario 4: Sustainability last: Tagespolitik statt Strategie

Die Ökoeffizienz

Anschließend wurden in einer Stoffstromwerkstatt die Auswirkungen der Szenarien auf Stoffströme und Entsorgungsstrukturen der Bayerischen Abfallwirtschaft abgeschätzt und im Anschluss durch das Projektteam quantifiziert. Dabei wurden Restmüll, Bioabfälle, Grüngut, PPK und Verpackungsabfälle analysiert. Diese Stoffflussszenarien wurden in einer Ökoeffizienzanalyse auf ihre Umwelt- und Kostenwirkungen hin untersucht. Hierzu wurde ein am bifa bereits vorhandenes Modell der bayerischen Entsorgungsstrukturen eingesetzt.

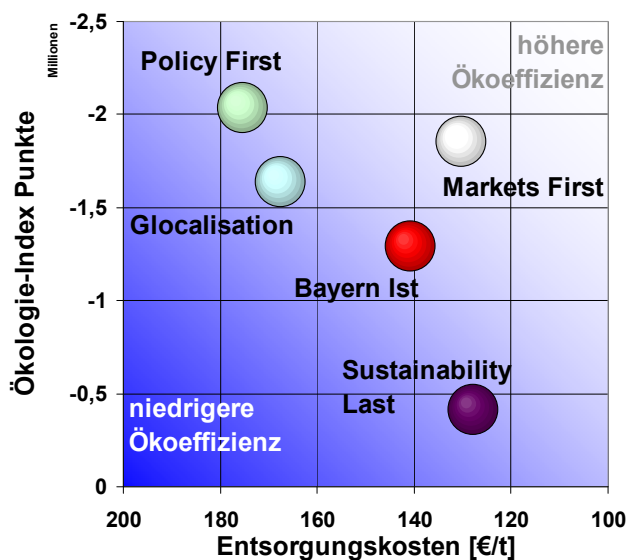


Abbildung 1: Ökoeffizienz-Portfolio der untersuchten Szenarien. Ökologie-Index < 0 bedeutet Umweltentlastung. Ökologie-Index > 0 bedeutet Umweltbelastung.

Der Nutzen

Die Ergebnisse bieten vielfältigen Nutzen für die Fortentwicklung einer strategisch ausgerichteten und Klima schonenden bayerischen Abfallwirtschaft. Die beteiligten Experten und Mitarbeiter von StMUG und LfU haben im Prozess der Szenarioanalyse und im Austausch mit anderen Experten aufschlussreiche Einblicke in Randbedingungen und Mechanismen einer künftigen Entwicklung der bayerischen Abfallwirtschaft gewonnen.

Die vier Szenarien und die bei ihrer Erarbeitung gewonnenen Erkenntnisse können auch von anderen Behörden und Kommunen in Bayern, Deutschland und Europa sowie von Unternehmen und Verbänden der entsorgenden und produzierenden Wirtschaft zur Entwicklung oder Überprüfung eigener mittel- bis langfristiger Strategien genutzt werden. Dies ist mit professionell vorbereiteten und moderierten Workshop-Prozessen besonders effizient möglich.

Darüber hinaus sind die Schlüsselfaktoren und ihre Ausprägungen aber auch wie ein Szenarienbaukasten nutzbar. Eine der vielfältigen Möglichkeiten hierzu ist die Entwicklung eines eigenen, als wahrscheinlich erachteten Szenarios und die Ableitung von Chancen, Risiken und Handlungsoptionen.

2 Hintergrund und Ziele der Untersuchung

„Angesichts zunehmender Komplexität und Unsicherheit der gesellschaftlichen und natürlichen Rahmenbedingungen, z.B. Globalisierung, Klimawandel, Dynamiken der Energie- und Rohstoffmärkte, sicherheitspolitische Risiken und Konflikte sowie technologische Umbrüche, gilt es mehr denn je, heutige Entscheidungen vorausschauend zu reflektieren und zukunfts-fähig auszurichten.“ (Kosow, Gaßner 2008: 6)

Die Bayerische Abfallwirtschaft hat einen hohen Entwicklungsstand erreicht. Die weitaus meisten Bürger trennen ihre Abfälle. Kommunen und Entsorgungsunternehmen sammeln die Abfälle über Tonnen, Container und Wertstoffhöfen ein und verwerten sie. Aus Altpapier wird Recyclingpapier hergestellt. Metallabfälle werden wieder zu Metallen aufbereitet, aus Kunststoffabfällen entstehen neue Kunststoffe, Bioabfälle werden zu Kompost und Energie. Aus Restabfall und stofflich nicht verwertbaren Abfällen wird in modernen Müllverbrennungsanlagen Strom und Wärme erzeugt.

In den letzten 20 Jahren hat sich die Menge der Siedlungsabfälle in Bayern kaum verändert. Der Anteil der getrennt gesammelten Wertstoffe hat bis zum Jahr 2000 erheblich zugenommen und ist seither etwa gleich geblieben. Die Verwertungsquote liegt seit Jahren bei etwa 70 %.

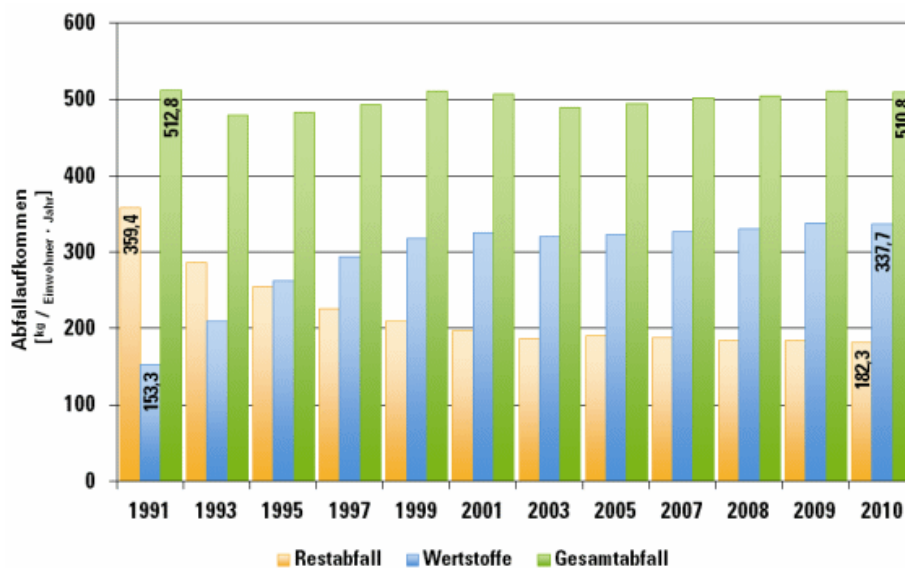


Abbildung 2: Entwicklung des Siedlungsabfallaufkommens in Bayern. Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit

Aber muss das so bleiben? Rohstoffe werden immer teurer. Der Klimawandel schreitet voran. Viele Kommunen haben leere Kassen. Abfallgesetze werden verändert oder neu erlassen. Mit diesen und zahlreichen weiteren Herausforderungen muss sich die Abfallwirtschaft auseinandersetzen. Was ändert sich dadurch? Wird die Entsorgung in Bayern noch umweltverträglicher oder müssen wir mit Rückschritten rechnen? Wird sie kostengünstiger oder teurer? Wird sich die Aufgabenverteilung zwischen Kommunen und Unternehmen verändern? Werden wir mehr Abfälle haben – oder weniger? Wie könnte sie aussehen, die Zukunft der Abfallwirtschaft?

Bereits 2006 hat die im Auftrag des Landesamtes für Umwelt (LfU) durchgeführte Untersuchung „Abfallwirtschaft und Klimaschutz“ (bifa 2007) gezeigt, dass die bayerische Abfallwirtschaft erheblich zur Klimaentlastung beiträgt. Der gleichwohl rapide voranschreitende Anstieg der Konzentration klimawirksamer Gase in der Atmosphäre macht es jedoch erforderlich, alle Möglichkeiten zur Klimaentlastung zu nutzen. Hierzu kann die bayerische Abfallwirtschaft auch künftig beitragen. Allerdings muss eine strategisch ausgerichtete Abfallwirtschaftspolitik mögliche Änderungen sozioökonomischer, technischer oder ökologischer Randbedingungen, wie Energie- und Rohstoffpreise, die EU-Gesetzgebung oder die Ausprägung des Umweltbewusstseins aktiv und systematisch nutzen, um den mit vertretbarem Aufwand erreichbaren Klimaschutzeffekt auf längere Sicht noch weiter auszubauen, ohne dabei andere Umweltwirkungen zu vernachlässigen.

Schon heute müssen die Weichen gestellt werden, damit die bayerische Abfallwirtschaft auf die Herausforderungen der kommenden 20 Jahre nachhaltig vorbereitet ist: Sie muss auf die Chancen und Risiken durch geänderte Rahmenbedingungen reagieren, um auch künftig einen möglichst großen Beitrag zur ökoeffizienten Umweltentlastung leisten zu können.

Nachhaltiges Wirtschaften setzt aber langfristige Strategien voraus. Doch: Ob bewusst oder unbewusst – strategischen Entscheidungen liegen häufig persönliche Präferenzen und der verengte Blick auf aktuell diskutierte Themen zugrunde. Die Wahrnehmung ist eher auf kurzfristige Trends gerichtet und bietet keine gute Basis für eine langfristige Planung. Hier kann nur ein systematisches und methodisch fundiertes Vorgehen helfen.

Szenarien, wie sie in dem hier beschriebenen Vorhaben entwickelt wurden, beschreiben in sich plausible, mögliche Zukünfte, die eine gewisse Wahrscheinlichkeit aufweisen. Sie sind keine Prognosen, sondern beschreiben einen Korridor von Zukunft und liefern auf diese Weise differenzierte Hintergrundfolien für eine nachhaltige und damit langfristig angelegte strategische Planung. Szenarien sind nicht verlässlich, aber sie sind um ein Vielfaches belastbarer als die übliche Vorgehensweise: einfache Extrapolationen einzelner Trends oder Zukunftsvorstellungen, die „aus dem Bauch heraus“ entstehen.

Auch die Entwicklung der Abfallwirtschaft ist von vielfältigen Trends bestimmt, die häufig unreflektiert in die Zukunft extrapoliert werden: Wachsender Ressourcenverbrauch, Klimawandel oder demographischer Wandel sind nur einige davon. Wie sich diese Trends in ihrer Gesamtheit tatsächlich in Zukunft entwickeln könnten, ob sie ihre Bedeutung behalten werden oder ob andere Faktoren in den Vordergrund treten, ist wesentlich für die langfristige Ausrichtung der Abfallwirtschaftspolitik, aber auch für eine strategische Planung in der von Abfallfragen betroffenen Wirtschaft.

Um schon heute die Weichen für Morgen stellen zu können, hat daher das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit die bifa Umweltinstitut GmbH beauftragt, einen Blick in die Zukunft der bayerischen Abfallwirtschaft zu wagen. bifa bediente sich dabei der Szenariotechnik, um Stakeholder und Experten systematisch in den Prozess einzubinden und methodisch fundierte Ergebnisse zu erhalten. Der Fokus dieser Analyse lag auf der Abfallwirtschaft in Bayern. Die berücksichtigten Einflüsse reichten aber weit über Bayern hinaus. Sie umfassten nationale Rahmenbedingungen ebenso wie die zunehmend wichtigere Politik der EU. Sie berücksichtigten örtliche demographische Trends, aber auch globale Einflüsse wie den Klimawandel, die wirtschaftliche Entwicklung in Schwellenländern und den wachsenden Ressourcenbedarf.

Ziel dieses Vorhabens war es, auf diese Weise wichtige Informationen für abfallwirtschaftliche Weichenstellungen zu entwickeln. Im Einzelnen wurden unter Einbindung des Wissens und der Erwartungen von mehr als 60 Experten und Stakeholdern folgende Ergebnisse erarbeitet:

- Vier plausible und in sich geschlossene Szenarien für die bayerische Abfallwirtschaft und ihr Umfeld bis zum Jahr 2030.
- Eine Ökoeffizienzanalyse, welche die Umwelt- und Kostenwirkungen der bayerischen Abfallwirtschaft vor dem Hintergrund dieser möglichen Zukünfte untersucht.

3 Untersuchungskonzept und Vorgehensweise

Das gewählte Untersuchungsdesign orientierte sich an den typischen Phasen einer Szenarioanalyse (vgl. Kosow, Gaßner 2008; Gausemeier, Plass, Wenzelmann 2009). Diesem Phasenmodell folgend, wurden zunächst Schlüsselfaktoren identifiziert (Schritte 1 bis 4 in Abbildung 3). Im Anschluss wurden deren Ausprägungen sowie Auswirkungen auf mögliche „Zukünfte“ analysiert (Schritte 5 bis 6). Daraufhin konnten vier Szenarios entwickelt werden (Schritte 7 bis 10). Die Untersuchung ihrer jeweiligen Konsequenzen für die Praxis (Schritte 10.A bis 12) bildet den Abschluss der vorliegenden Arbeit. Abbildung 3 zeigt die Vorgehensweise, die im Anschluss detailliert beschrieben wird.

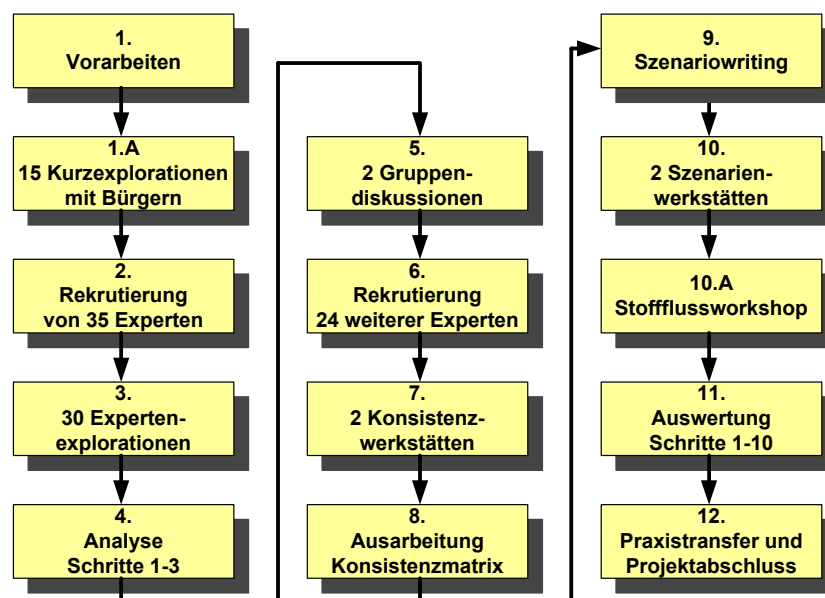


Abbildung 3: Ablaufplan zum Gesamtprojekt

Die Ergebnisse wurden unter Mitwirkung von 60 Experten aus abfallwirtschaftsnahen und -fernen Bereichen mit Hilfe der Szenarioanalysesoftware SINUS Szeno Plan, dem Statistikprogramm SPSS und unter Nutzung der langjährigen abfallwirtschaftlichen Erfahrungen der bifa-Mitarbeiter erarbeitet.

3.1 Identifikation der Schlüsselfaktoren

Ein Szenariofeld¹ wird mittels Schlüsselfaktoren dargestellt. Zur Identifikation dieser Schlüsselfaktoren wurden unterschiedliche Methoden eingesetzt: Quellenanalyse, ein bifa interner Workshop (Schritt 1), 15 Interviews mit Bürgerinnen und Bürgern (Schritt 1.A) sowie 30 ausführliche Expertenexplorationen und eine Analyse diverser Internet-Communities (Schritte 2 und 3). Diese Methoden bauen systematisch aufeinander auf und werden im Folgenden näher ausgeführt.

3.1.1 Quellenanalyse

Im Rahmen der Quellenanalyse wurde eine Vielzahl von Publikationen nach aktuellen Trends oder Themen in der Abfallforschung und Abfallwirtschaft ausgewertet. Die Auswahlkriterien waren dabei insbesondere ein abfallwirtschaftlicher oder rohstofflicher Bezug sowie Wechselbeziehungen zwischen Klimaschutz und Abfallwirtschaft. Auf diese Weise konnten kurzfristige, mittelfristige und langfristige Trends und Megatrends bzw. Themen, wie etwa Entwicklung der Abfallwirtschaft zur Rohstoffwirtschaft, Produktverantwortung im Sinne einer nachhaltigen Produktion, Ressourceneffizienz oder Energie- und Materialeffizienz identifiziert werden. Des Weiteren wurden Daten zur relevanten Stoffströmen und Verbrauchsstatistiken von Rohstoffen ermittelt. Die so gesammelten Trends wurden in die Gruppen politisch-rechtlich, gesellschaftlich, wirtschaftlich, ökologisch-stofflich und technisch eingeteilt.

3.1.2 Interner Workshop

Neben diesen umfangreichen Rechercharbeiten konnten durch einen internen Workshop auch die Erfahrung und das Wissen der Mitarbeiter des bifa Umweltinstituts genutzt werden. Die sieben Workshopteilnehmer erarbeiteten erste mögliche Einflussfaktoren und relevante Akteure einer nachhaltigen bayerischen Abfallwirtschaft für das Jahr 2030. Mithilfe einer Bewertungsmatrix wurden Schlüsselfaktoren extrahiert und deren mögliche Ausprägungen ermittelt. Abschließend wurden die Teilnehmer auf zwei Arbeitsgruppen verteilt und mit der Aufgabe betraut, sich Gedanken über eine denkbare und plausible Zukunft der bayerischen Abfallwirtschaft für den Zeithorizont 2030 zu machen. Dabei entwickelte eine Gruppe ein wahrscheinliches Szenario („Real“), während die andere Gruppe ein nachhaltiges Szenario („Ideal“) für die Abfallwirtschaft in Bayern 2030 aufspannte.

3.1.3 Kurzexplorationen mit Bürgern

Anhand eines hierzu entworfenen Interviewleitfadens mit vier Fragenmodulen wurden im Frühjahr 2009 insgesamt zehn Frauen und fünf Männer aus Groß- und Kleinstädten sowie ländlichen Regionen befragt.

In Modul A wurden Begriffsassoziationen zum Thema „Müll und Abfall“ erhoben und deren Bedeutungen für die Alltagswelt systematisch ausgelotet. Modul B befasste sich mit Visionen und Innovationen einer umweltgerechten Abfallentsorgung. In Modul C wurden die Rollen zentraler Akteure bei der Realisierung neuer Ideen zur Abfallentsorgung eruiert. In Modul D wurden die Befragten gebeten, insgesamt acht mögliche Entwicklungen im Bereich „Müll und Abfall“ einzuschätzen.

¹ Als Szenariofeld wird ein bestimmter Betrachtungsbereich bezeichnet, der das beschreibt, was durch die erstellten Szenarien erklärt werden soll (vgl. Gausemeier, Plass, Wenzelmann 2009).

3.1.4 Expertenexplorationen

Auf Basis der Ergebnisse der Quellenanalyse, des bifa internen Workshops und der Bürgerbefragungen wurde für die ausführliche persönliche Befragung von 30 Experten aus Abfallwirtschaft und wichtigen Umfeldbereichen ein Interviewleitfaden mit fünf Fragenmodulen erarbeitet.

Modul A befasste sich mit einer idealen Zukunft der bayerischen Abfallwirtschaft. Den Experten wurden zunächst zur Einstimmung zehn Statements aus der Bürgerbefragung vorgelegt. Im Anschluss daran wurden die Experten gebeten, verdeckt vier aus 16 Megatrendkarten zu wählen und die Trends bzw. Themen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die bayerische Abfallwirtschaft im Jahr 2030 zu kommentieren. Anschließend wurden sie gebeten, eine aus ihrer Sicht ideale, ökologisch und ökonomisch nachhaltige Abfallwirtschaft 2030 in Bayern zu kreieren. Dabei wurden auch die innerhalb dieser Idealbilder relevanten Akteure und Einflussfaktoren erhoben.

In Modul B sollten die Befragten ihren persönlichen Worst-Case für die bayerische Abfallwirtschaft im Jahr 2030 gestalten. Ebenso wie in der vorangegangenen Frage nach dem Ideal-Szenario wurden auch hier die innerhalb des jeweiligen Zukunftsbildes relevanten Akteure und Einflussfaktoren eruiert.

Modul C befasste sich mit der Zukunft einzelner Komponenten der Abfallwirtschaft. Die befragten Experten sollten hier zunächst die möglichen Veränderungen der einwohnerbezogenen Restmüll-, Metall-, Bioabfall- und Grüngutmenge sowie die Menge an PPK, LVP, Abfällen aus dem produzierenden Gewerbe und an verwerteten Baurestmassen ohne Bodenaushub anhand von Verlaufsdiagrammen² einschätzen. Anschließend wurden mögliche Veränderungen verschiedener Prozesse zur Abfallbehandlung erörtert. Im Fokus standen die energetische Verwertung, z.B. in Müllverbrennungsanlagen, das stoffliche Recycling, die Sortiertechnik, Vergärung und Kompostierung, die Abfalllogistik, wieder verwendbare Produkte und die Deponierung. An dieser Stelle wurden die Experten auch um eine Beurteilung der Akteure hinsichtlich ihres Einflusses auf die bayerische Abfallwirtschaft in den nächsten 20 Jahren gebeten. In einer so genannten Spezialistenfrage konnten die Befragten aus einer Liste mit 14 unterschiedlichen Rohstoffen drei auswählen und deren jeweilige Marktentwicklung anhand von Verlaufsdiagrammen kommentieren. Abschließend wurden die drei in der Quellenanalyse und dem bifa internen Workshop identifizierten Megatrends „Ressourcenverfügbarkeit“, „Energieverfügbarkeit“ und „Klimaschutz“ hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die bayerische Abfallwirtschaft im Jahr 2030 thematisiert.

Während der Interviews wurden die von den Experten genannten Einflussfaktoren auf Moderationskarten mitgeschrieben. In Modul D wurden die Experten gebeten, mit Hilfe dieser Karten aus der Fülle der genannten Einflussfaktoren die sieben wichtigsten auszuwählen. Auf diese Weise ergaben sich erste Hinweise darauf, welche davon Schlüsselfaktoren sein könnten. Diese sieben Faktoren wurden in eine Einflussmatrix übertragen und vom Interviewpartner hinsichtlich ihrer Wechselwirkungen bewertet. Später wurde für die Auswertung dieser Frage jede Einflussmatrix in die Szenariosoftware³ übertragen. Das Ergebnis war eine Klassifikation in „aktive“, „ambivalente“, „puffernde“ und „passive“ Einflussfaktoren.

² Die Verlaufsdiagramme basieren auf den Daten der Abfallstatistik (LfU 2009). Für jedes Verlaufsdiagramm wurden zusätzlich drei unterschiedliche Trends bis 2030 definiert.

³ Szeno-Plan Version 4.2.4 für Windows der SINUS Software und Consulting GmbH

Da in der vorliegenden Studie möglichst alle wichtigen Stakeholdergruppen und Experten eingebunden werden sollten, wurden in Modul E die Interviewpartner gebeten, weitere Experten zu nennen, die ihrer Einschätzung nach zum Thema „nachhaltige Abfallwirtschaft in Bayern“ einbezogen werden sollten.

3.1.5 Internet-Communities

Parallel zu den Expertenexplorationen wurde die zunächst sehr offene Suche nach Internet-Communities zu den Themen Umwelt und Abfallwirtschaft gestartet und dann auf Deutschland bzw. Bayern fokussiert. Zunächst wurden die Internet-Communities nach den dort aktuell diskutierten Themen ausgewertet. Anschließend wurde, teilweise auf Basis der thematischen Auswertung der Experteninterviews, gezielt die Frage „Wie gehen wir in 20 Jahren mit Abfall um?“ in folgende Internetforen eingespeist: Wer-weiß-was.de, gutefrage.net, schlauefragen.de, cosmlQ.de und willwissen.net sowie die größte facebook-Gruppe zum Thema Recycling. Die sehr unterschiedlichen Antworten darauf wurden gesammelt und ausgewertet.

3.2 Analyse der Schlüsselfaktoren

Nachdem in den Schritten 1 bis 4 Einflussfaktoren und Hinweise auf mögliche Schlüsselfaktoren gesammelt wurden, erfolgte mit den Schritten 5 bis 6 die für die Szenariotechnik typische Phase der Analyse und Ausarbeitung der Schlüsselfaktoren. Dabei wurden die Schlüsselfaktoren definiert, beschrieben, voneinander abgegrenzt und darauf hin untersucht, welche möglichen Zukunftsprojektionen vorstellbar sind.

3.2.1 Gruppendiskussionen

Zur Validierung und Identifikation der Einflussfaktoren sowie zur Ermittlung von relevanten Akteuren und Sammlung weiterer Zukunftsbilder wurden zwei halbtägige Gruppendiskussionen mit insgesamt 21 Teilnehmern durchgeführt. Sechs dieser Umfeld- und Abfallwirtschaftsexperten waren bereits durch die Expertenexplorationen in das Projekt eingebunden. An beiden Veranstaltungstagen wurden die Teilnehmer in jeweils drei Arbeitsgruppen eingeteilt.

Im ersten Schritt sollten sich die Experten in das Jahr 2030 hineinversetzen und gemeinsam einen Bericht über die bayerische Abfallwirtschaft der Zukunft verfassen. Neben einer prägnanten Überschrift mit Untertitel sollten die Teilnehmer auch eine Geschichte mit positiven wie negativen Ereignissen und Situationen erfinden. Als Anregung erhielten die Arbeitsgruppen Listen wie ein mögliches Worst-Case- bzw. Best-Case-Szenario aussehen könnte. Hierzu wurde auf die Ergebnisse der Expertenexplorationen zurückgegriffen.

Im zweiten Schritt wurden die Gruppenarbeiten getauscht. Die Teilnehmer sollten nun für die „fremden“ Szenarioentwürfe jeweils eine plausible Erklärung finden, wie es zu einer solchen Zukunft kommen konnte. Dabei wurden die Teilnehmer gebeten, die Treiber und relevanten Akteure zu nennen sowie die gegenseitige Beeinflussung der Faktoren zu erklären.

Auf diese Weise sind acht zum Teil recht unterschiedliche Szenarios erarbeitet worden. Darüber hinaus konnten insgesamt 25 Schlüsselfaktoren, die teilweise sogar mit verschiedenen Ausprägungen vorliegen, von den Teilnehmern identifiziert werden. Am Ende der beiden Workshoptage wurden die Schlüsselfaktoren danach bewertet, ob sie als die wichtigsten Treiber bei der Gestaltung einer bayerischen

Abfallwirtschaft für das Jahr 2030 anzusehen sind – oder ob ihnen eher eine untergeordnete Bedeutung zukommt.

3.2.2 Auswertung

Aufgrund der vorhergehenden Schritte und ihrer Auswertung konnten über 600 Einflussfaktoren identifiziert und analysiert werden. Dabei handelte es sich zum Teil bereits um Einflussfaktoren, zum Teil aber auch um Zukunftsprojektionen. Der Katalog an Einflussfaktoren enthielt zu diesem Zeitpunkt noch eine unsystematische Aufzählung mit Doppelnennungen und Faktoren, die sich sehr ähnelten. Zur Ableitung einer handhabbaren Zahl an Schlüsselfaktoren, wurde der Einflussfaktorenkatalog durch das Projektteam unter Berücksichtigung der Interview- und Workshopergebnisse in zwei Schritten überarbeitet. Zunächst wurden die Einflussfaktoren mit Blick auf ihre Ähnlichkeit geclustert und zu Schlüsselfaktoren verdichtet. Anschließend wurden zu jedem der so gewonnenen Schlüsselfaktoren klar abgegrenzte mögliche Ausprägungen identifiziert und beschrieben.

3.3 Szenariogenerierung

Mit den Konsistenzwerkstätten (Schritt 7) begann auch die Phase der Szenariogenerierung: Aus den Schlüsselfaktoren mit ihren Ausprägungen wurden konsistente Faktorenbündel zusammengestellt, ausgewählt und zu Szenarien ausgearbeitet. Prinzipiell ist zwar eine Vielzahl von Szenarien vorstellbar, erfahrungsgemäß können jedoch nur maximal 4 bis 5 Szenarien zu einem Szenariofeld sinnvoll voneinander unterschieden und interpretiert werden (vgl. Eurofound 2003). Es wurde daher eine morphologische Analyse durchgeführt, deren Ergebnisse in die Konsistenzwerkstätten eingeflossen sind. Mit den Schritten 8 und 9 wurden durch das Projektteam die Konsistenzwerkstätten ausgewertet und Konsistenzmatrizen erarbeitet. In diesen Konsistenzmatrizen wurden alle Kombinationen aller Schlüsselfaktoren und ihrer Ausprägungen paarweise darauf abgeprüft, ob sie gemeinsam in einem Szenario auftreten können und ob sie einander gegebenenfalls verstärken oder abschwächen. Die Ergebnisse der Konsistenzwerkstätten und die Konsistenzmatrizen wurden zu vier Szenario-Geschichten zusammengeführt. Diese vier „Geschichten“ bildeten die Grundlage für die abschließenden zwei Workshops, die als Szenariowerkstätten (Schritt 10) durchgeführt wurden.

3.3.1 Konsistenzwerkstätten

Die aus der morphologischen Analyse erhaltenen Rohszenarien wurden zur Prüfung ihrer Konsistenz in zwei halbtägigen Workshops insgesamt 21 Teilnehmern vorgestellt. Es handelte sich dabei wiederum sowohl um Abfallwirtschafts- als auch Umfeldexperten. Neun Teilnehmer waren zuvor nicht in das Projekt eingebunden.

Die Teilnehmer des ersten Workshops bearbeiteten die entwickelten Rohszenarien drei und vier, die Teilnehmer des zweiten Workshops die Rohszenarien eins und zwei. Die Schlüsselfaktoren jedes Rohszenarios wurden gemäß der Expertisen der Teilnehmer in drei Kategorien unterteilt und auf die Arbeitsgruppen aufgeteilt: Umfeldfaktoren, Abfallwirtschaftsfaktoren und unspezifische Faktoren, die für beide Expertengruppen relevant waren (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Aufteilung der Zukunftsprojektionen auf die Workshops und Arbeitsgruppen der Konsistenzwerkstätten

Workshop I		Workshop II	
Arbeitsgruppe 1: Abfallwirtschafts-experten	Arbeitsgruppe 2: Umfeldexperten	Arbeitsgruppe 1: Abfallwirtschafts-experten	Arbeitsgruppe 2: Umfeldexperten
Rohszenario III: Abfallwirtschaftsfaktoren + unspezifische Faktoren	Rohszenario III: Umfeldfaktoren + unspezi- fische Faktoren	Rohszenario I: Abfallwirtschaftsfaktoren + unspezifische Faktoren	Rohszenario I: Umfeldfaktoren + unspezi- fische Faktoren
Rohszenario IV: Abfallwirtschaftsfaktoren + unspezifische Faktoren	Rohszenario IV: Umfeldfaktoren + unspezi- fische Faktoren	Rohszenario II: Abfallwirtschaftsfaktoren + unspezifische Faktoren	Rohszenario II: Umfeldfaktoren + unspezi- fische Faktoren

Die Teilnehmer erhielten nun für eine halbstündige Einzelarbeit die ausgewählten Schlüsselfaktoren mit ihren möglichen Ausprägungen und zusätzlichen Erläuterungen. Dazu bekamen sie DIN A3-Tableaus und Karten, auf denen die Ausprägungsbezeichnungen aufgedruckt waren. Für die Einzelarbeit erhielten die Teilnehmer folgende Instruktionen:

„Ordnen Sie die Karten so an, dass sie aus Ihrer persönlichen Sicht ein mögliches Umfeld der bayerischen Abfallwirtschaft im Jahr 2030 beschreiben. Sie haben hierzu zwei Tableaus und zwei Kartensätze. Ihre Aufgabe ist es, aus jedem Kartensatz eine mögliche Zukunft zu entwickeln.“

Bilden Sie hierzu in der Mitte jedes Tableaus eine möglichst große Gruppe von Karten, die gut zueinander passen. Karten, die gar nicht zu dieser Gruppe passen, legen Sie bitte an den Rand der Tableaus. Karten, die nur teilweise passen, irgendwo dazwischen. Achtung: Wichtig ist nur, ob eine Karte zu den anderen passt, nicht wie wahrscheinlich sie ist.

Wenn Sie fertig sind, kleben Sie die Karten bitte auf den Tableaus fest und versehen Sie ihre Tableaus mit passenden Titeln.“

Die Ergebnisse der Einzelarbeiten wurden in der Arbeitsgruppe vorgestellt und durch eine moderierte Diskussion zusammengeführt. Dabei wurden auch hier die besonders konsistenten Faktoren mit ihren Ausprägungen zusammengeführt und eine zunehmend schlechtere Konsistenz durch den Abstand von diesem Szenariokern dargestellt.

Im Anschluss an die Gruppenarbeit wurden die Teilszenarien im Plenum vorgestellt. Dabei wurde am ersten Veranstaltungstag versucht, die einzelnen Teile zu kompletten Szenarien zusammenzuführen. Da dies jedoch nur in einem Fall überzeugend gelang, wurde das Konzept für den zweiten Veranstaltungstag angepasst. Bei diesem zweiten Workshop wurden die Teilnehmer informiert, welche Schlüsselfaktoren den Teilszenarien fehlten. Die Teilnehmer wurden dann in vier hinsichtlich der Expertisen gemischt besetzte Gruppen aufgeteilt. In diesen Gruppen wurden dann die Teilszenarien um die fehlenden Schlüsselfaktoren und ihre aus Sicht der Teilnehmer jeweils passenden Ausprägungen ergänzt.

3.3.2 Szenariowerkstätten

Die vier in den Konsistenzwerkstätten erarbeiteten Szenarien wurden in zwei halbtägigen Szenariowerkstätten zunächst einer kritischen Prüfung unterzogen. Danach identifizierten die Teilnehmern die im Szenario jeweils wichtigsten Akteure. An den Veranstaltungen nahmen insgesamt 20 Experten der Abfallwirtschaft wie auch des Umfeldes teil, von denen 16 bereits zuvor in verschiedene Schritte des Projektes eingebunden waren. In den beiden Workshops wurden jeweils zwei Szenarien bearbeitet.

Tabelle 2: Aufteilung der Szenarien auf die Arbeitsgruppen der Szenariowerkstätten

Workshop I		Workshop II	
Arbeitsgruppe 1: Abfall- und Umfeldexperten	Arbeitsgruppe 2: Abfall- und Umfeldexperten	Arbeitsgruppe 1: Abfall- und Umfeldexperten	Arbeitsgruppe 2: Abfall- und Umfeldexperten
Szenario 1: Kritische Prüfung	Szenario 4: Kritische Prüfung	Szenario 2: Kritische Prüfung	Szenario 3: Kritische Prüfung
Szenario 4: Wichtigste Akteure	Szenario 1: Wichtigste Akteure	Szenario 3: Wichtigste Akteure	Szenario 2: Wichtigste Akteure

Für einen besseren Zugang der Teilnehmer zu den Szenarien wurden Szenario-Mindmap-Poster erstellt, in denen zu jedem Szenario alle Schlüsselfaktoren mit ihren Ausprägungen im Szenario geordnet dargestellt sind.

Die Aufgabe der Arbeitsgruppen war es zunächst, die Szenarien einer kritischen Prüfung zu unterziehen. Die Gruppenmitglieder wurden hierfür in Anlehnung an de Bono (1989) gebeten, nacheinander verschiedene Rollen und Sichtweisen zu übernehmen. Zunächst nahmen sie eine neutrale Haltung ein und analysierten das Szenario. Dann wurden sie gebeten, eine kritische Haltung einzunehmen, um Schwächen des Szenarios, Inkonsistenzen, wenig glaubwürdige oder unverständliche Aspekte zu identifizieren.

Anschließend erhielten die Arbeitsgruppen die Aufgabe, das Szenario der jeweils anderen Gruppe des Workshops zu „verkaufen“, also Überzeugungsarbeit für die Konsistenz zu leisten. Hierzu erhielten die Gruppenmitglieder die Aufgabe, die von ihnen selbst zuvor identifizierten Schwächen des Szenarios argumentativ zu entkräften.

Im Anschluss an diese Auseinandersetzung mit der Konsistenz der Szenarien wurden den Gruppen 20 Karten mit abfallwirtschaftlich relevanten Akteuren vorgelegt. Diese entstammten der Auswertung vorangegangener Projektschritte. Um gegebenenfalls noch fehlende Akteure an dieser Stelle aufnehmen zu können, hatten die Teilnehmer die Chance, drei Jokerkarten selbst zu beschriften. Aus diesen Kartensets wählten die Arbeitsgruppen nun gemeinsam diejenigen fünf bis maximal sieben Akteursgruppen aus, die in dem jeweiligen Szenario die größte Bedeutung haben, weil sie in diesem Zukunftsbild sehr großen Einfluss haben oder weil sie sehr wesentlich dafür sind, dass dieses Szenario überhaupt zustande kommt.

Nach den „Verkaufsgesprächen“ wechselten die Arbeitsgruppen dann jeweils zu dem ihnen von der anderen Arbeitsgruppe vorgestellten Szenario. Anhand eines weiteren Posters erarbeiteten die Gruppen

nun eine Einschätzung des Verhaltens der ausgewählten fünf bis sieben wichtigsten Akteure im Szenario. Dabei wurde zunächst skizziert, was sich für die Akteure im Szenario ändert, wie sie darauf reagieren und welche Folgen diese Reaktion auf die bayerische Abfallwirtschaft haben würde.

3.3.3 Stoffstromwerkstatt

Im Anschluss an die Szenariowerkstätten wurden die Szenariendefinitionen noch einmal an die Workshopergebnisse angepasst. Anschließend wurde eine halbtägige Stoffstromwerkstatt mit 14 Abfallwirtschaftsexperten durchgeführt, von denen zwölf bereits an früheren Phasen des Projektes teilgenommen hatten. Es wurden vier Arbeitsgruppen gebildet, denen zunächst jeweils ein Szenario zugewiesen wurde.

Tabelle 3: Aufteilung und Wechsel der Arbeitsgruppen auf die Szenarios in den Stoffstromwerkstätten

	Start	1. Wechsel	2. Wechsel	3. Wechsel
Szenario 1	Arbeitsgruppe 1	Arbeitsgruppe 3	Arbeitsgruppe 2	Arbeitsgruppe 4
Szenario 2	Arbeitsgruppe 2	Arbeitsgruppe 4	Arbeitsgruppe 1	Arbeitsgruppe 3
Szenario 3	Arbeitsgruppe 3	Arbeitsgruppe 2	Arbeitsgruppe 4	Arbeitsgruppe 1
Szenario 4	Arbeitsgruppe 4	Arbeitsgruppe 1	Arbeitsgruppe 3	Arbeitsgruppe 2

Zu Beginn des Prozesses wurde jeder Gruppe durch einen Moderator ihr Szenario anhand eines Mindmap-Posters mit der Darstellung aller Schlüsselfaktoren und ihrer Ausprägungen sowie einer knappen textlichen Darstellung vorgestellt. Nachdem sich die Gruppen mit ihrem Szenario vertraut gemacht hatten, erarbeiteten sie anhand eines vorbereiteten Arbeitsblatts und unter Anleitung durch den Moderator die zu erwartenden Veränderungen, die sich im jeweiligen Szenario bis 2030 mit Blick auf Art und Verbleib der wichtigsten Siedlungsabfallströme ergeben. Für die Stoffströme Hausmüll (Restmüll), Leichtverpackungen, Bioabfall und Grüngut, Papier-Pappe-Kartonagen und Metallschrott wurden jeweils Änderungen der getrennt erfassten Mengen, Änderungen in der Zusammensetzung und gegebenenfalls weitere Veränderungen diskutiert. Außerdem wurden für die genannten Stoffströme Änderungen bei der Erfassung, Verteilung auf Verwertungs- und Behandlungsverfahren sowie Änderungen der Verfahren selbst erörtert. Die Ausgangssituation zu Aufkommen und Verbleib dieser Abfälle wurde den Teilnehmern in Form einer grafischen Darstellung zur Verfügung gestellt. Grundlage war die Abfallstatistik des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU 2009).

Im Anschluss an diese erste Arbeitsrunde wechselten die Gruppen ihre Szenarien. Die Moderatoren blieben bei ihren Szenarien und stellten der jeweils neuen Gruppe die Ergebnisse der vorherigen Gruppe vor. Die Folgegruppen wurden gebeten, die ihnen vorgestellten Ergebnisse kritisch zu prüfen und zu kommentieren. Anschließend wurden die Szenarien noch zwei mal zwischen den Gruppen getauscht, so dass schließlich zu jedem Szenario von einer Gruppe die Auswirkungen auf die Siedlungsabfallströme in Bayern analysiert und diese Resultate von drei Gruppen kritisch geprüft wurden.

Am Ende der Veranstaltung hatten alle Gruppen ihre Einschätzungen zu den vier Szenarien abgegeben, und die Moderatoren präsentierten die Ergebnisse im Plenum, und stellten sie zur abschließenden Diskussion.

3.3.4 Ökoeffizienzanalyse

Die Ergebnisse der Stoffstromwerkstatt gingen in eine Ökoeffizienz-Berechnung mit der Software UMBERTO® ein. Zuvor wurden die Ergebnisse des Workshops durch bifa Mitarbeiter in eine quantitative und in sich schlüssige Stoffstromdarstellung überführt.

Die Bausteine der Ökoeffizienzanalyse sind für jedes der Szenarien eine ökobilanzielle Betrachtung der Umweltwirkungen sowie eine Kostenbetrachtung und deren Zusammenführung im Rahmen einer Ökoeffizienzanalyse. Die folgende Abbildung fasst die Schritte, die im Rahmen dieses Projektes zur Ermittlung beziehungsweise gemeinsamen Betrachtung der ökologischen und ökonomischen Wirkungen durchgeführt werden, zusammen.

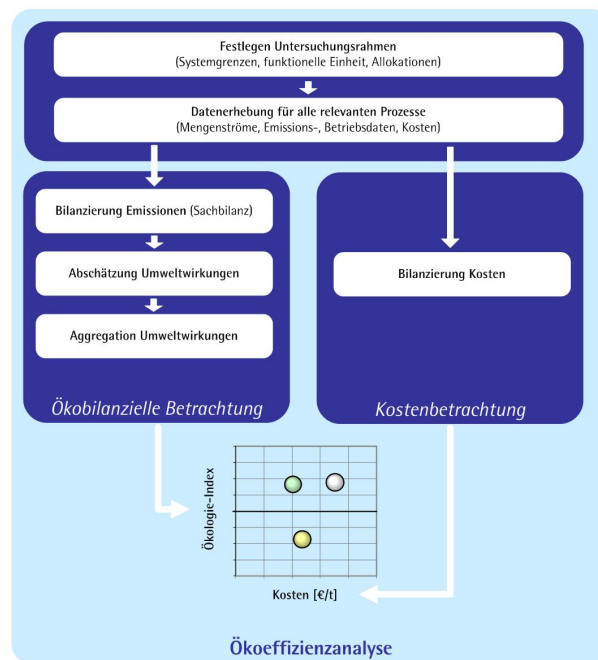


Abbildung 4: Schritte zur Betrachtung der ökologischen und ökonomischen Auswirkungen im Rahmen der Ökoeffizienzanalyse.

Die ökobilanzielle Betrachtung orientiert sich an den Vorgaben der Normen zur Ökobilanz und liefert als Ergebnis eine Vielzahl von Einzelwerten, welche die Umweltwirkungen der Verfahren oder Szenarien charakterisieren. Die Umweltwirkungen werden mit Hilfe einer von bifa entwickelten Methode aggregiert. Die Methode an sich ist transparent und nachvollziehbar und liefert als Ergebnis einen numerischen Gesamtwert pro Szenario. Die Vorgehensweise orientiert sich dabei soweit wie möglich an den Vorgaben des Umweltbundesamtes zur Bewertung in Ökobilanzen.

Die Entsorgungskosten für die untersuchten Szenarien wurden auf Basis der Szenarienbeschreibungen und der Ergebnisse der Stoffstromwerkstatt abgeschätzt.

Die Ökoeffizienzanalyse stellt schließlich für jedes der untersuchten Szenarien das Ergebnis der ökobilanziellen Betrachtung den mit der Entsorgung verbundenen spezifischen Kosten gegenüber.

4 Untersuchungsergebnisse

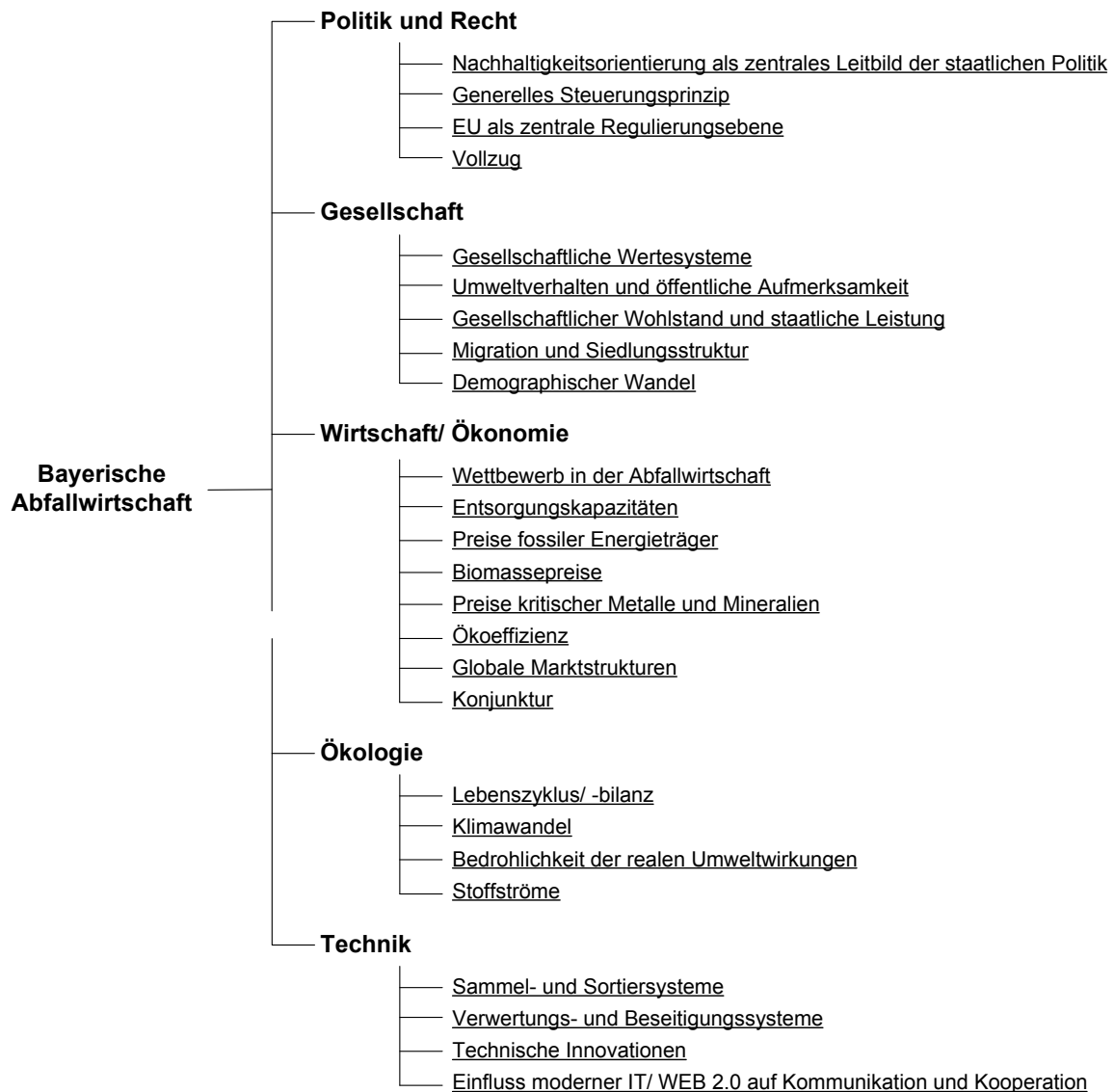
Wie in Kapitel 3 beschrieben, konnten durch 15 Bürgerbefragungen, 30 Expertenexplorationen, eine Befragung in Internetforen sowie insgesamt sieben Workshops Schlüsselfaktoren identifiziert, analysiert und zu Szenarien gebündelt werden. Im Folgenden werden die Ergebnisse näher ausgeführt.

4.1 Die Schlüsselfaktoren

Für die bayerische Abfallwirtschaft wurden insgesamt 25 Schlüsselfaktoren erarbeitet (siehe Abbildung 5). Es handelt sich dabei um Faktoren des regionalen, aber auch des globalen Umfeldes. Die Schlüsselfaktoren gliedern sich in die fünf Einflussbereiche „Politik und Recht“, „Gesellschaft“, „Ökonomie“, „Ökologie“ sowie „Technik“.

24 der 25 Schlüsselfaktoren haben zwischen zwei und fünf alternative Ausprägungen. Lediglich der Faktor „Demographischer Wandel“ hat nur eine Ausprägung: Die Bevölkerung in Deutschland wird nämlich älter, und zugleich ist sie rückläufig. Die Bevölkerungszahl wurde den Ergebnissen der 11. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung nach Ländern für 2030 (statistisches Bundesamt 2007) entnommen. Auf eine Variation dieses Schlüsselfaktors wurde verzichtet.

In Anlehnung an Gausemeier, Plass und Wenzelmann (2009) wurden die Schlüsselfaktoren in so genannten Einflussfaktorensteckbriefen definiert und ihre alternativen Ausprägungen beschrieben. Die Steckbriefe wurden in einem Schlüsselfaktorenkatalog zusammengefasst. In den folgenden Abschnitten werden die Faktoren und Steckbriefe beschrieben.



Branche	Einflussbereich	Schlüsselfaktoren
---------	-----------------	-------------------

Abbildung 5: Die Schlüsselfaktoren für die Entwicklung der bayerischen Abfallwirtschaft bis 2030

4.1.1 Politisch-rechtliche Schlüsselfaktoren

Im politisch-rechtlichen Einflussbereich konnten vier Schlüsselfaktoren identifiziert werden. Der erste Faktor (A1) „Nachhaltigkeitsorientierung als zentrales Leitbild der staatlichen Politik“ beschreibt dabei die politische Bedeutung von Nachhaltigkeitsstrategien. Daneben beinhaltet der Faktor auch Aussagen über die Zeitperspektive (langfristig vs. kurzfristig), welche den umweltpolitischen Maßnahmen zugrunde gelegt wird. Daraus ergaben sich die Ausprägungen „Langfristig nachhaltige Politik“, „Politik ohne Nachhaltigkeitsbezug“, „Situative Umweltpolitik“ und „Tagespolitisches Muddling-Through“.

Beim zweiten Schlüsselfaktor (A2) „Generelles Steuerungsprinzip“ kann die Steuerung der Abfallwirtschaft primär durch den Markt erfolgen oder vorrangig vom Staat durchgesetzt werden. Dieser Schlüsselfaktor beschreibt, welche Kombinationen aus marktlichen und staatlichen Elementen zur Realisie-

rung politischer Steuerungszielen genutzt werden. Welche Bedeutung kommt dabei dem freien Spiel der Marktkräfte bzw. ordnungsrechtlichen Eingriffen jeweils zu? Daraus resultierten die Ausprägungen „Liberalisierung der Entsorgungsmärkte“, „Marktliches Ordnungsrecht“ sowie „Striktes Ordnungsrecht und Rekommunalisierung“.

Abbildung 6 zeigt beispielhaft eine ausführliche Darstellung des dritten Schlüsselfaktors „EU als zentrale Regulierungsebene“ (Einflussfaktor A3) mit seinen drei Ausprägungen der Rolle der EU.

Einflussfaktor A3	EU als zentrale Regulierungsebene
Zeithorizont	2030
Definition	Die EU spielt in der Abfallwirtschaft die zentrale Rolle. Dieser Schlüsselfaktor beschreibt, wie diese Rolle konkret ausgeübt wird. Führt die Rechtssetzung der EU zu einer generellen Harmonisierung unter den Mitgliedsstaaten oder müssen EU-Strategien mit nationalstaatlichen Sonderwegen rechnen oder gar mit ihnen konkurrieren?
Projektion A3_a	Transnationale Harmonisierung Auf Ebene der EU werden Maßnahmen der Rechtssetzung ergriffen, die von den Mitgliedsstaaten umgesetzt werden. Dadurch entsteht ein harmonisierter Rechtsraum. Die bayerische Abfallwirtschaftspolitik hat nahezu keine Handlungsspielräume mehr.
Projektion A3_b	Nationalstaatliche Koordinierung Die EU bietet einen abfallrechtlichen Rahmen, der auf Ebene der Mitgliedsstaaten variabel umgesetzt wird. Obgleich die Mitgliedsstaaten unterschiedlich operieren, werden übergeordnete Lösungsstrategien durchgesetzt.
Projektion A3_c	Nationalstaatliche Zersplitterung Die EU kann sich nicht mehr durchsetzen. Auf nationaler Ebene kommt es zu flexiblen, aber untereinander unvereinbaren abfallwirtschaftlichen Regelungen. Jede Nation verfolgt eigene Strategien. Übergeordnete (Gesamt-)Lösungen abfallwirtschaftlicher Probleme können nicht entwickelt werden.

Abbildung 6: Exemplarische Darstellung eines Einflussfaktorensteckbriefes aus dem Bereich Politik und Recht

Der vierte Schlüsselfaktor aus dem politisch-rechtlichen Bereich lautet „Vollzug“. Er beschreibt den Vollzug abfallwirtschaftlicher Regeln, also das Ausmaß an Kontrollen durch die zuständigen Behörden. Der Vollzug kann intensiviert werden, er kann so bleiben, wie er ist, oder nachlassen. Im letzten Fall werden einfache Regeln mit geringem Kontrollaufwand durchgesetzt. Es werden nur wenige Kernprobleme in den Blick genommen. Wesentliche abfallwirtschaftliche Problembereiche bleiben ausgespart. Das System ist nicht effizient. Demgegenüber wird bei einer Intensivierung des Vollzugs davon ausgegangen, dass die Aufwendungen für die Kontrolle abfallwirtschaftlicher Regelungen deutlich zunehmen werden: Die Rechtssetzung wird vereinfacht, so dass der Vollzug wesentlich besser greifen kann und eine effiziente Problembearbeitung möglich ist.

4.1.2 Gesellschaftliche Schlüsselfaktoren

Für den gesellschaftlichen Einflussbereich wurden fünf Schlüsselfaktoren ermittelt. Auf die besondere Stellung des demographischen Wandels wurde bereits oben hingewiesen: Er trägt zwar aufgrund seiner Eindeutigkeit nicht zur Abgrenzung unterschiedlicher Szenarien bei, hat aber unmittelbare Auswirkungen – auch auf die Abfallwirtschaft (s.u.).

Schlüsselfaktor (B1) „Gesellschaftliche Wertesysteme“ beschreibt zum einen die grundlegende Struktur des gesellschaftlichen Wertehaushaltes und zum anderen spielt hier die Offenheit bzw. Verslossenheit gegenüber Neuem eine entscheidende Rolle. Demgemäß lauten die vier Ausprägungen „Die offene Gesellschaft“, „Die mutlose Gesellschaft“, „Die erstarrte Gesellschaft“ sowie „Die skeptische Gesellschaft“. Bei der letzteren wird auf Basis materialistischer Werte eine Veränderungsbereitschaft für wichtig erachtet. Gleichwohl stehen Experimente unter hohem Legitimationsvorbehalt. Innovationen können sich nur langsam durchsetzen. Demgegenüber dominieren in der „offenen Gesellschaft“ gemeinwohl- und umweltorientierte Wertorientierungen ebenso wie die Offenheit gegenüber sozialen wie technischen Innovationen. Es herrscht ein Klima steter Veränderungsbereitschaft.

Abbildung 7 zeigt eine ausführliche Darstellung des Schlüsselfaktors (B2) „Umweltverhalten und öffentliche Aufmerksamkeit“.

Einflussfaktor B2	Umweltverhalten und öffentliche Aufmerksamkeit
Zeithorizont	2030
Definition	Dieser Schlüsselfaktor beschreibt die gesellschaftlich relevante Aufmerksamkeit für umweltbezogene Themen, deren Mobilisierungspotenzial und Anschlussfähigkeit an das Handeln von Individuen bzw. Gruppen/ Organisationen.
Projektion B2_a	Langfristige Mobilisierung Umweltthemen haben flächendeckend eine hohe Relevanz und werden von den Akteuren nachhaltig berücksichtigt. Themen aus dem Feld der Abfallwirtschaft finden so einen fruchtbaren Boden und sind handlungsleitend.
Projektion B2_b	Umwelthandeln als normalisierte Alltagspraxis Umweltthemen sind handlungspraktisch verankert, finden aber kaum mehr öffentliche Aufmerksamkeit. Es dominieren gut organisierte Handlungsroutinen wie etwa bei der Mülltrennung.
Projektion B2_c	Abfolge kurzlebiger Umweltmoden Einzelne Umweltthemen finden zwar öffentliche Aufmerksamkeit, jedoch spiegelt sich dies nicht im konkreten Handeln wider. Die stete Abfolge von „gehypten“ Themen erschöpft sich jeweils rasch und führt zu keinen neuen Handlungsroutinen.
Projektion B2_d	Umwelt ist kein Thema Weder in der öffentlichen Aufmerksamkeit noch im Handeln der Akteure entfaltet das Umweltthema prägende Kraft. Alle anderen Themen werden als wichtiger eingestuft, abfallwirtschaftliche Fragen finden keine Resonanz.

Abbildung 7: Exemplarische Darstellung eines Einflussfaktorensteckbriefes aus dem Bereich Gesellschaft

Der dritte Schlüsselfaktor „Gesellschaftlicher Wohlstand und staatliche Leistung“ (B3) beschreibt dagegen, wie der Staat mit Blick auf das gesellschaftliche Wohlstandsniveau die Verteilung materieller Güter organisiert. Bleibt das allgemeine Einkommensniveau erhalten oder nimmt es ab? Welche Strategien prägen den Staat bei der Verteilung des verbleibenden Wohlstandes? Daraus ergaben sich die drei Ausprägungen „Vorsorgeorientierter Wohlfahrtsstaat“, „Aktivierender Sozialstaat“ sowie „Allgemeiner Mangelverwaltungsstaat“.

Der vierte gesellschaftliche Faktor „Migration und Siedlungsstruktur“ beschreibt die Veränderungen in der Siedlungsstruktur in Verbindung mit Migrationsbewegungen. Es könnte zu einer „Migrationsgetrie-

benen Urbanisierung“ kommen oder einer Bewegung „Vom Land in die Städte“ bzw. „Von der Stadt ins Land“.

Eine Sonderposition nimmt der fünfte Faktor „Demographische Wandel“ ein. Er ist ein so genannter eindeutiger Schlüsselfaktor, für den nur eine Ausprägung definiert ist, und zwar: Die Gesellschaft in Deutschland wird immer älter; außerdem ist die Bevölkerung in Deutschland insgesamt rückläufig. Diese Zukunftsprojektion wurde nicht variiert. Trotzdem handelt es sich bei dem demographischen Wandel um einen Schlüsselfaktor, dessen Auswirkungen auf die bayerische Abfallwirtschaft sehr komplex sind. Im Workshop I der Konsistenzwerkstätten wurde beispielsweise erwartet, dass wegen des demographischen Wandels die Arbeitskräfte für einen konjunkturellen Aufschwung im Vergleich zu den Schwellenländern fehlen könnten. Außerdem könnte die politisch-soziale Umsetzung von Innovationen deutlich erschwert werden. Die Gesellschaft würde skeptischer und politisch sogar „träger“. Ferner seien ältere Menschen sparsamer im Umgang mit Rohstoffen; in der Folge würde sich die stete Abfolge immer wieder neuer Moden nicht mehr so leicht durchsetzen. Die regionale Orientierung im Konsum wäre in der älteren Generation überdies stärker ausgeprägt. Andererseits wurde bei der Stoffstromwerkstatt bezüglich der Zusammensetzung des Restmülls erwartet, dass sich der Anteil an Hygieneartikeln und Windeln bei einer älter werdenden Gesellschaft deutlich erhöhen werde. Dagegen gäbe es aber auch weniger Neugeborene, die dann ihrerseits auch weniger Hygieneartikel und Windeln bräuchten. Die Diskussionen zeigten, dass der Demographische Wandel eine Tatsache ist, mit der auch die bayerische Abfallwirtschaft zu rechnen habe.

4.1.3 Ökonomische Schlüsselfaktoren

Der Einflussbereich Ökonomie umfasst mit acht Schlüsselfaktoren die meisten Einflussgrößen auf das Szenariofeld „Abfallwirtschaft“. Der erste Schlüsselfaktor „Wettbewerb in der Abfallwirtschaft“ (C1) beschreibt in diesem Zusammenhang die Intensität des Wettbewerbs und die Anbieterstruktur in der Abfallwirtschaft. Demzufolge lauten die drei alternativen Ausprägungen „Preiskampf internationaler Großunternehmen“, „Etabliertes Entsorgungsoligopol mit abhängigen KMU“ sowie „Wettbewerb der Vielen“.

Die „Entsorgungskapazitäten“ schildern als zweiter Schlüsselfaktor (C2) in ihren Ausprägungen wie „hoch“ oder „niedrig“ die Kapazitäten von Müllverbrennungsanlagen und EBS-Kraftwerken im Vergleich zum Bedarf sind. So lauten die vier Ausprägungen „Abfallverbrennung im Rückgang“, „EBS-Kraftwerke dominieren den Abfallverbrennungsmarkt“, „Müllverbrennungsanlagen dominieren Abfallverbrennungsmarkt“ oder „Abfallverbrennungsmarkt der Überkapazitäten“.

Als Schlüsselfaktor wurden ferner die „Preise fossiler Energieträger“ (C3) identifiziert; der Faktor beschreibt Preisniveau und Preisentwicklung. Die Preise werden dabei neben der Nachfrage vor allem von der materiellen Verfügbarkeit und den Preisstrategien der Anbieter bestimmt, können aber auch durch staatliche Eingriffe beeinflusst sein. Die Preise fossiler Energieträger können daher 2030 „moderat“, „hoch aber eher stabil“ oder „hoch und weiter steigend“ sein.

Der Schlüsselfaktor „Biomassepreise“ (C4) beschreibt das Preisniveau und die Preisentwicklung von Biomasse wie z.B. Holz. Die Preise werden neben der Nachfrage vor allem bestimmt von den Anbauflächen und Flächenerträgen sowie von den Preisstrategien der Anbieter. Sie können aber auch durch staatliche Eingriffe beeinflusst sein. Bei hohen Preisen kann die wirtschaftliche Versorgung von Branchen wie der Papier- oder Spanplattenindustrie gefährdet sein. Auch die Konkurrenz stofflicher und energetischer Nutzung spielt dabei eine Rolle. Bei intensiver Biomassenutzung ohne ausreichende Rückführung auf die Anbauflächen kann die Humusbildung in Böden gefährdet sein. Ebenso wie bei

den „Preisen fossiler Energieträger“ können sich die Biomassepreise „moderat“, „hoch aber eher stabil“ oder „hoch und weiter steigend“ entwickeln.

Die „Preise kritischer Metalle und Mineralien“ (C5) beschreiben die Rohstoffverfügbarkeit von Metallen, aber auch von Mineralien wie Phosphaten anhand des Preisniveaus. Einige Metalle und Mineralien sind bei entsprechendem Preisniveau nicht mehr für jeden Zweck wirtschaftlich nutzbar. Die Preise werden vor allem von der materiellen Verfügbarkeit und den Preisstrategien der Anbieter bestimmt, aber auch staatliche Interventionen haben Einfluss. Schließlich kann es bei steigenden Preisen zur Substitution durch andere Stoffe kommen. Auch hier erscheinen die Projektionen „moderat“, „hoch aber eher stabil“ oder „hoch und weiter steigend“ als plausible Ausprägungsalternativen.

Der Schlüsselfaktor „Ökoeffizienz“ (C6) beschreibt die Entsorgungskosten in Verbindung mit dem durch die Entsorgung erzielten ökologischen Nutzen. Zukünftig könnte sich hier ein „Ökodumping“, eine „Ökoeffiziente Abfallwirtschaft“, eine „Abfallwirtschaft der ökologischen Ineffizienz“ oder „Umweltnutzen zu hohen Kosten“ entwickeln. Beispielsweise wären beim „Ökodumping“ die Entsorgungskosten zwar niedrig, der ökologische Nutzen der Entsorgung jedoch gering. Positive ökologische Effekte ergäben sich hier allenfalls als Nebeneffekte wirtschaftlich vorteilhafter Vorgehensweisen. Die Praxis wäre also unter reinen Kostengesichtspunkten gestaltet. Negative ökologische Effekte würden in Kauf genommen werden, wenn sich dadurch die Wirtschaftlichkeit verbessern ließe. Demgegenüber würde unter den Bedingungen einer „ökoeffizienten Abfallwirtschaft“ großer Umweltnutzen zu minimalen Kosten erwirtschaftet.

„Globale Marktstrukturen“ (C7) beschreiben als Schlüsselfaktor die Offenheit der internationalen Märkte in Verbindung mit der Entwicklung der Ökonomien von Schwellenländern wie China und Indien. Die insgesamt fünf Ausprägungen lauten daher „Niedergang der Schwellenländer im globalen Protektionismus“, „Boom der Schwellenländer im globalen Protektionismus“, „Niedergang der Schwellenländer im offenen globalen Markt“, „Boom der Schwellenländer im offenen globalen Markt“ oder „Moderate Entwicklung der Schwellenländer bei großenteils offenen Märkten“.

Eine ausführliche Darstellung des Schlüsselfaktors „Konjunktur“ (C8) zeigt Abbildung 8.

Einflussfaktor C8	Konjunktur
Zeithorizont	2030
Definition	Dieser Schlüsselfaktor betrachtet die nationale Wirtschaftslage im Verhältnis zur weltweiten Konjunktur.
Projektion C8_a	Schlechte Konjunktur in Deutschland und der Welt Die Konjunkturlage ist in Bayern und Deutschland sowie weltweit seit längerer Zeit ausgesprochen schlecht.
Projektion C8_b	Niedergang Deutschlands bei florierender Weltwirtschaft Trotz einer global florierenden Weltwirtschaft ist die konjunkturelle Lage in Deutschland und Bayern seit längerer Zeit ausgesprochen schlecht.
Projektion C8_c	Deutsche Konjunktur trotz schlechter Weltwirtschaftslage Trotz einer schlechten Weltwirtschaftslage ist die konjunkturelle Lage in Deutschland und insbesondere in Bayern seit längerer Zeit ausgesprochen gut.
Projektion C8_d	Gute Konjunktur in Deutschland und der Welt Die Konjunkturlage ist in Deutschland und insbesondere in Bayern sowie weltweit seit längerer Zeit ausgesprochen gut.

Projektion C8_e	<p>Durchschnittliche Konjunktur in Deutschland und der Welt</p> <p>Die Konjunkturlage ist in Deutschland und insbesondere in Bayern sowie weltweit moderat.</p>
-----------------	--

Abbildung 8: Exemplarische Darstellung eines Einflussfaktorensteckbriefes aus dem Bereich Ökonomie

4.1.4 Ökologisch-stoffliche Schlüsselfaktoren

Für den ökologisch-stofflichen Einflussbereich wurden vier Schlüsselfaktoren erarbeitet. Abbildung 9 zeigt eine detaillierte Darstellung des Schlüsselfaktors „Lebenszyklus/ -bilanz“ (D1) mit zwei alternativen Ausprägungen.

Einflussfaktor D1	Lebenszyklus/ -bilanz
Zeithorizont	2030
Definition	Dieser Schlüsselfaktor beschreibt, wie ausgeprägt ein lebenszyklusorientiertes Stoff- und Energieflussmanagement in der Praxis ist und ob alle Umweltwirkungen berücksichtigt werden.
Projektion D1_a	<p>Segmentiertes Stoff- und Energieflussmanagement</p> <p>Maßnahmen zur Umweltentlastung beziehen sich überwiegend auf isolierte Stoffströme, Umweltwirkungen und Wirtschaftsbereiche. Teilaspekte werden nicht im Zusammenhang gesehen. Rohstoff-, Energie- und Klimaschutzpolitik wirken unkoordiniert nebeneinander her. Es kommt zu vielfältigen schädlichen Nebeneffekten.</p>
Projektion D1_b	<p>Lebenszyklusorientiertes Stoff- und Energieflussmanagement</p> <p>Stoffströme werden unter Berücksichtigung kompletter Lebenszyklen von Produkten oder Dienstleistungen organisiert. Der Carbon Foot-print hat sich nicht durchgesetzt, weil er andere Umweltwirkungen außer Acht lässt. Ökobilanzen, Ökoeffizienzanalysen und Kooperationen im Sinne einer Integrierten Produktpolitik (IPP) sind anerkannte und breit eingesetzte Werkzeuge für ein lebenszyklusorientiertes Stoff- und Energiestrommanagement.</p>

Abbildung 9: Exemplarische Darstellung eines Einflussfaktorensteckbriefes aus dem Bereich Ökologie

Daneben wurde der „Klimawandel“ als weiterer Schlüsselfaktor (D2) ermittelt. Er beschreibt, wie ausgeprägt die Folgen des Klimawandels weltweit, in Deutschland und Bayern sind. Als Ausprägungen ergaben sich „wenig Klimafolgen – geringe Betroffenheit“, „dramatische Klimafolgen – aber nicht bei uns“, „Klimakatastrophe“ oder „moderate Klimafolgen“.

Die „Bedrohlichkeit der realen Umweltwirkungen“ beschreibt als Schlüsselfaktor (D3) das Ausmaß und die Wahrnehmbarkeit von Umweltschäden für Politik und Bevölkerung. Als Ausprägungen ergaben sich „Umweltprobleme bleiben aus“, „Umweltprobleme mit Tarnkappe“, „Umweltprobleme groß und wahrnehmbar“ oder „Umweltprobleme begrenzt und teilweise wahrnehmbar“.

Der Schlüsselfaktor „Stoffströme“ (D4) beschreibt die Höhe des Stoffverbrauchs in Deutschland und Bayern und das Ausmaß der Etablierung von Stoffkreisläufen und Nutzungskaskaden. Dabei könnte es zu einer „Materialeffizienten Stoffflusswirtschaft“ kommen oder aber zum „Sparen ohne Recycling“, zu einer „Verbrauchsintensiven Recyclingwirtschaft“ oder zu einem „Wachsenden Stoffverbrauch ohne Gegenmaßnahmen“.

4.1.5 Technische Schlüsselfaktoren

Im Bereich Technik wurden vier Schlüsselfaktoren identifiziert. Abbildung 10 zeigt eine ausführliche Darstellung des Schlüsselfaktors „Sammel- und Sortiersysteme“ (E1) mit seinen vier Ausprägungen.

Einflussfaktor E1	Sammel- und Sortiersysteme
Zeithorizont	2030
Definition	Dieser Schlüsselfaktor beschreibt zum einen wie komplex die Systeme zur Sammlung und Sortierung von Abfällen sind. Hierzu gehören die Zahl der bei Endverbrauchern oder Unternehmen getrennt gesammelten Fraktionen und die Komplexität der Trennprozesse. Zum anderen werden auch die Erfassungsgrade und Sortierqualitäten von Wertstoffen für die weitere Verwertung betrachtet.
Projektion E1_a	Einfache aber ineffektive Sammelsysteme Die Erfassungs- und Verwertungssysteme sind einfach und kostengünstig gestaltet und liefern nur geringen Materialnutzen für die Verwertung. Ausbeute und Qualitäten der erhaltenen Fraktionen sind gering. Die stoffliche Verwertung beschränkt sich auf wenige wirtschaftlich interessante Stoffströme.
Projektion E1_b	Einfach effektive Sammelsysteme Die Erfassungssysteme sind für den Bürger komfortabel und einfach zu handhaben. Sie beschränken sich auf wenige mengen- und wertmäßig ergiebige Abfallströme, die nach der Erfassung weiter aufgetrennt werden. Dadurch werden sehr hohe Erfassungsgrade und Sortierqualitäten realisiert.
Projektion E1_c	Ineffiziente Erfassungssysteme Die Erfassungs- und Sortiersysteme sind komplex und kostspielig, schaffen aber nur geringen Materialnutzen für die Verwertung. Beim Endverbraucher und im Gewerbe werden viele Fraktionen separat gesammelt und durch aufwändige Trennprozesse gefahren. Erfassungsgrad und Qualität der Sortierfraktionen sind jedoch unbefriedigend, die vielfältigen örtlichen Erfassungs- und Sortiersysteme schlecht aufeinander abgestimmt.
Projektion E1_d	Erfassung de luxe mit großer Wirkung Die Erfassungs- und Sortiersysteme sind kostspielig, komplex und aufwändig und schaffen großen Materialnutzen für die Verwertung. Die Die Rückgewinnungsquoten und -qualitäten sind überwiegend sehr hoch. Es bestehen differenzierte Erfassungs- und Sortiersysteme für zahlreiche Abfallströme. Der Anteil an Holsystemen ist sehr hoch.

Abbildung 10: Exemplarische Darstellung eines Einflussfaktorensteckbriefes aus dem Bereich Technik

Die „Verwertungs- und Beseitigungssysteme“ bilden einen zweiten Schlüsselfaktor (E2), der beschreibt, wie gut die Teilschritte der Verwertungs- und Beseitigungsprozesse aufeinander abgestimmt und wie hoch die Qualität der Prozesse und der erzielte Umweltnutzen sind. Die drei alternativen Ausprägungen lauten „schlecht abgestimmte Verwertungs- und Beseitigungssysteme mit geringem Umweltnutzen“, „gut abgestimmte und flexible Verwertungs- und Beseitigungsprozesse mit hohem Umweltnutzen“ sowie „hochwertige Verwertungs- und Beseitigungsverfahren mit hohem Umweltnutzen trotz fehlender Abstimmung“.

Ein weiterer technischer Schlüsselfaktor wird als „Technische Innovationen“ (E3) bezeichnet. Er beschreibt, ob Innovationen in der Abfallwirtschaft und in der produzierenden und verteilenden Wirtschaft umwelt- und ressourcenorientiert sind. Möglicherweise werden im Jahr 2030 überwiegend „In-

novationen ohne Bezug zu Umwelt- und Ressourcenschutz" erbracht. Oder aber die „Produzierende Wirtschaft treibt umwelt- und ressourcenbezogener Innovationen" bzw. „die Abfallwirtschaft treibt umwelt- und ressourcenbezogene Innovationen" voran. Alternativ könnte aber auch „Umwelt- und Ressourcenschutz als wichtiges Innovationsziel in der gesamten Wirtschaft" gelten.

Der vierte technische Schlüsselfaktor „Einfluss moderner IT/ WEB 2.0 auf Kommunikation/ Kooperation" (E4) beschreibt Perspektiven der modernen IT, vor allem in Gestalt neuer interaktiver Internetlösungen (WEB 2.0): Es kommt verstärkt zu Kooperationen und einen Informationsaustausch zwischen Akteuren mit Bezug zur Abfallwirtschaft. So erleichtern maschinenlesbare Informationen die Verfolgung von Produkten und Abfällen über ihren Lebensweg. Die Möglichkeiten zur Koordination von Logistiksystemen erlauben kleinteilige Handels- und Entsorgungsstrukturen. Auch Überwachung und Vollzug können effizienter und wirksamer werden. Die Ausprägungen dieses Schlüsselfaktors stellen dar, ob neue Internetangebote eher durch dominante Einzelakteure oder durch offene Netzwerke bereitgestellt werden und ob die abfallwirtschaftliche Nutzung dieser Möglichkeiten eher durch offene Netzwerke oder durch geschlossene organisatorische Strukturen (Closed Shops) erfolgt. Als alternative Ausprägungen für den Zeithorizont 2030 konnten folgende vier Zukunftsprojektionen ausgemacht werden: „WEB 2.0 treibt offene Kooperationsnetzwerke heterogener Akteure", „WEB 2.0 treibt Kooperation von Akteuren in Closed Shops", „Dominante Einzelanbieter wirken im WEB 2.0 als Treiber offener Kooperationsnetzwerke heterogener Akteure" und „Dominante Einzelanbieter wirken im WEB 2.0 als Treiber der Kooperation von Akteuren in Closed Shops".

4.2 Die Szenarien

Als Szenario wird eine allgemeinverständliche in sich geschlossene und nachvollziehbare Beschreibung einer denkbaren Situation in der Zukunft bezeichnet. Ein Szenario beschreibt also eine mögliche und in sich schlüssige Zukunft. Diese geht aus einem komplexen Netz von Einflussfaktoren hervor. Von der Gegenwart (hier: 2010) in die Zukunft (hier: 2030) blickend, wird dabei die Bandbreite möglicher Entwicklungen im Szenariofeld Bayerische Abfallwirtschaft immer größer.

Anhand der Konsistenzanalyse konnten zunächst für jedes mögliche Einzelszenario Projektionsbündel erarbeitet werden. In diesem Zusammenhang stellen Projektionen die jeweiligen Ausprägungen der Schlüsselfaktoren im Jahr 2030 dar. Projektionsbündel enthalten demgemäß von allen Schlüsselfaktoren jeweils eine Ausprägung.

Im weiteren Verlauf der Analyse ergaben sich vier Szenariofamilien. Sie bestehen aus mehreren Einzelszenarien. Alle Einzelszenarien innerhalb einer Familie haben bestimmte Ausprägungen gemein. Abbildung 11 visualisiert die vier erarbeiteten Szenariofamilien in einem Zukunftsraum-Mapping.

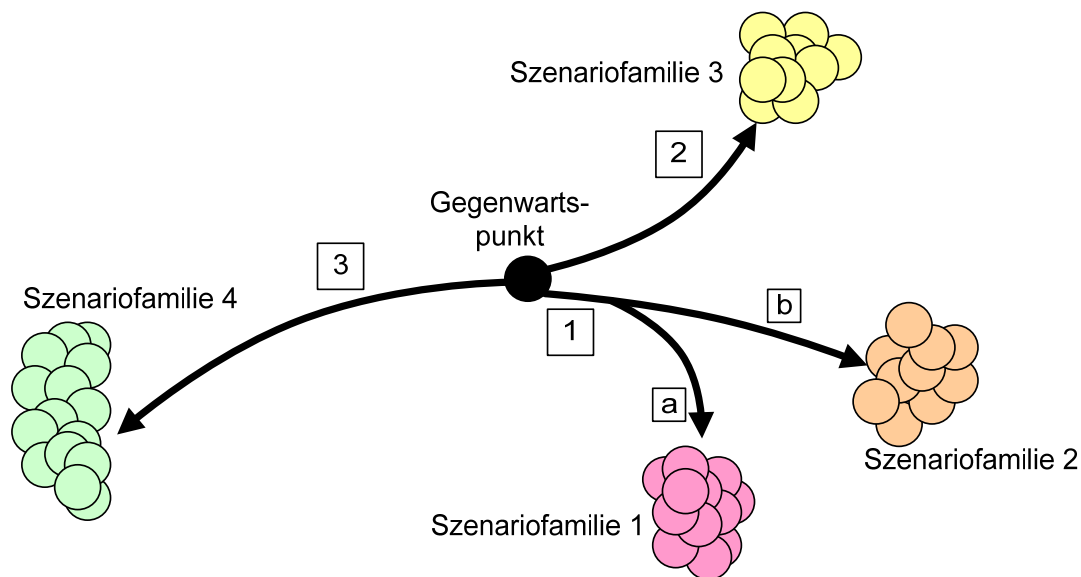


Abbildung 11: Zukunftsraum-Mapping auf Basis einer multidimensionalen Skalierung

Als Szenariofamilien werden in sich konsistente Einzelszenarien bzw. Projektionsbündel bezeichnet, die möglichst ähnlich sind und damit im Zukunftsraum-Mapping nahe beieinander liegen. Ein Einzelszenario enthält von jedem Schlüsselfaktor genau eine Ausprägung (= Projektion). Zusammenhänge wie auch Unterschiede werden aufgrund der Anordnung von Einzelszenarien und Szenariofamilien zueinander grafisch vereinfacht dargestellt, da im Prinzip jeder Schlüsselfaktor eine Dimension darstellt.

Neben der grafischen Veranschaulichung der Verteilung von Einzelszenarien ergibt sich jedoch auch eine Charakterisierung der Ausprägungen einer Szenariofamilie. Gausemeier, Plass und Wenzelmann (2009) sprechen von eindeutigen, dominanten und den selteneren alternativen Ausprägungen, die die Szenariofamilien voneinander abgrenzen und hervorheben. Von einer eindeutigen Ausprägung einer Szenariofamilie kann ausgegangen werden, wenn mindestens Dreiviertel aller Einzelszenarien innerhalb der Szenariofamilie eine Ausprägung gemeinsam aufweisen. Dominante Ausprägungen einer Szenariofamilie treten zwar in weniger als 75% der Einzelszenarien auf, dominieren jedoch die Szenariofamilie, weil sie in keiner anderen Familie vorkommen oder aufgrund einer augenfälligen Ungleichverteilung zwischen den mehrdeutigen Projektionen eines Schlüsselfaktors. Bei alternativen Ausprägungen spricht man dagegen von Projektionen, die in mehr als einem Viertel der Einzelszenarien vorkommen, jedoch weder eindeutigen noch dominanten Ausprägungen zugerechnet werden können.

Der Blick in die Zukunft dieser so entstandenen Szenarien S1, S2, S3 und S4 kann in Anlehnung an von Reibnitz (1991) in einem Szenariotrichter veranschaulicht werden. Abbildung 12 zeigt die exemplarische Darstellung des Szenariotrichters der im Rahmen dieses Projektes erarbeiteten Szenarien.

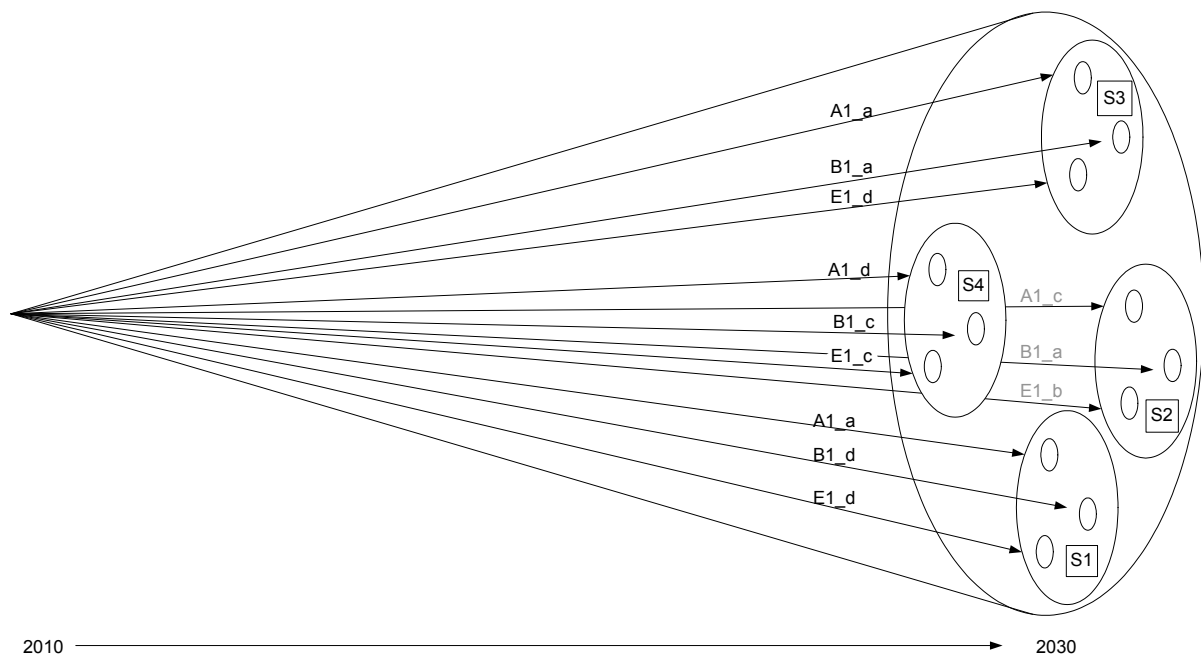


Abbildung 12: Szenariotrichter (eigene Darstellung in Anlehnung an v. Reibnitz (1991))

Die vier Szenarien stellen alternative Zukunftsbilder für das Jahr 2030 dar. Sie bestehen wie auch die eingangs erwähnten Einzelszenarien aus spezifischen Bündeln von Faktorausprägungen. Beispielsweise sind in Szenario 2 u. a. für die Schlüsselfaktoren A1, B1 und E1 die Ausprägungen A1_c („Situative Umweltpolitik“), B1_a („Die offene Gesellschaft“) und E1_b („Einfache effektive Sammelsysteme“) in konsistenter Weise kombiniert.

Ausgehend von den Textbausteinen der Schlüsselfaktorensteckbriefe wurden die so generierten Szenarien schließlich in Form von Texten beschrieben und mit Titeln versehen. Diese vier Szenariobeschreibungen sind in den folgenden Abschnitten wiedergegeben.

4.2.1 Szenario 1: Policy first

Szenario 1: Policy first: Politik als Motor nachhaltigen Wirtschaftens.

Abfall wird politische Aufgabe und wirtschaftliche Herausforderung

Nachhaltigkeit und Innovation sind gesellschaftliche Leitbilder. Politische und rechtliche Rahmenbedingungen sind bei starkem Wachstum ideale Voraussetzungen für die Entwicklung einer umwelt- und ressourcenschonenden Wirtschaft – allerdings gibt es große Umweltprobleme und hohe Rohstoffpreise.

Im Jahr 2030 geht es der Gesellschaft gut. Durch die weltweit boomende Wirtschaft haben aber Umweltschäden und die Folgen des Klimawandels zugenommen. Der Handlungsdruck zugunsten einer umweltverträglichen Wirtschaftsweise steigt. Die Politik richtet ihre Strategien vor allem am Prinzip der Nachhaltigkeit aus: Dazu zählen marktliche und ordnungsrechtliche Instrumente wie der Handel mit CO₂-Emissionszertifikaten oder die Vereinfachung der Rechtssetzung bei gleichzeitig verschärften Kontrollen. Zugleich ist in Europa ein harmonisierter Rechtsraum entstanden. Demzufolge haben regionale Politiken wie die bayerische Abfallgesetzgebung nur noch geringe Spielräume.

Der steigende (ökologische) Handlungsdruck sorgt dafür, dass abfallwirtschaftliche Themen auch in der Bevölkerung vermehrt Beachtung erfahren. Gleichwohl orientieren sich die Menschen an materialistischen Werten; denn sie möchten ihren (eigenen) Wohlstand sichern – alles Neue wird daher mit einer gewissen Skepsis betrachtet.

Das nachhaltige Denken in der Politik hat auch die produzierende und die Abfallwirtschaft beflügelt: Umwelt- und Ressourcenschutz zählen dort zu den wichtigsten Innovationszielen – Ziele, die auch durch neue informations- und kommunikationstechnische Möglichkeiten im WEB vorangetrieben werden. Deutschland wird durch neue Recyclingtechnologien zu einem „Rohstoffland“. Dabei gibt es Wettbewerb um Lösungen und Marktpositionen; auf dem abfallwirtschaftlichen Sektor konkurrieren viele Akteure: Großunternehmen konzentrieren sich auf standardisierbare Lösungen; KMU und Kommunen übernehmen regionale Aufgaben, besetzen Nischen oder erbringen kundenspezifische Sonderlösungen im Auftrag produzierender Unternehmen.

Insgesamt hat die Abfallwirtschaft auf den steigenden Materialbedarf durch den Aufbau neuer Nutzungskaskaden und differenzierter Erfassungs- und Sortiersysteme oder den Rückgang der kommunalen MVA reagiert, der Stoffverbrauch lässt sich jedoch kaum bremsen. Zudem sind diese abfallwirtschaftlichen Aktivitäten zwar von großem ökologischem Nutzen, allerdings recht teuer. Problematisch ist auch, dass die Verwertungs- und Beseitigungsverfahren weitgehend unabhängig voneinander und ohne gezielte Abstimmung betrieben werden.

Durch den steigenden Stoffverbrauch klettern die Rohstoffpreise immer höher, preisbedingte Versorgungsengpässe werden zu einem Problem – trotz des immer wichtiger werdenden Innovationsziels „Umwelt- und Ressourcenschutz“.

Zwei zentrale Einflüsse treiben die Abfallwirtschaft: Steigende Rohstoffpreise bieten eine wirtschaftliche Motivation zum Recycling und die Vorgaben der Umweltpolitik setzen anspruchsvolle Ziele. Die politische Steuerung setzt auf eine Steigerung der stofflich verwerteten Abfallmengen und auf die Minderung von Umweltbelastungen durch Emissionsgrenzwerte und vorgeschriebene Mindest-Anlagenstandards. Auch die aktive Mitwirkung der Bürger trägt wesentlich zu einer umfassenden stofflichen Nutzung der Abfälle bei.

Leichtverpackungen und stoffgleiche Nichtverpackungen werden gemeinsam und überwiegend im Holsystem erfasst. Hohe Rohstoffpreise, sehr gute Abfalltrennung und leistungsfähige automatische Sortiertechnik führen dazu, dass mehr als die Hälfte der getrennt erfassten Kunststoffabfälle werkstofflich verwertet werden.

Bioabfälle werden im Holsystem flächendeckend getrennt erfasst und zu etwa 70 % in Vergärungsanlagen mit Nachkompostierung verwertet. Grüngut wird flächendeckend im Bringsystem erfasst. Für Kompostierungs- und Vergärungsanlagen sind hohe technische Standards und strenge Emissionsgrenzwerte vorgeschrieben. PPK wird flächendeckend und weit überwiegend im Holsystem getrennt erfasst.

Das Gesamt-Abfallaufkommen ist in den vergangenen 20 Jahren infolge des über lange Zeit erheblichen Wirtschaftswachstums um etwa 20 % gestiegen, die Restmüllmenge hat trotzdem um etwa 10 % abgenommen.

Die spezifischen Kosten für die Entsorgung der wichtigsten Siedlungsabfallfraktionen sind in den vergangenen 20 Jahren inflationsbereinigt um fast 30 % gestiegen.

4.2.2 Szenario 2: Markets first

Szenario 2: Markets first: Der Markt macht erfinderisch.

Die innovative Abfallwirtschaft wird zur Goldgrube

Unternehmen reagieren auf Rohstoffknappheiten mit Innovationen und schaffen marktkonforme Lösungen wie einfache aber effektive Sammelsysteme. Dadurch bleiben die Rohstoffpreise stabil, wenn auch auf hohem Niveau. Die Politik betreibt bei guten konjunkturellen Bedingungen eine situative Umweltpolitik, schafft aber dennoch einen ausreichenden Rahmen. Umweltfragen erfahren in der öffentlichen Diskussion nur wenig Beachtung.

Im Jahr 2030 hat es die zukunftsorientierte Wirtschaft in Deutschland wieder ganz nach vorne geschafft: Die Marktteilnehmer entwickelten eine Reihe innovativer Lösungen für die immer knapper werdenden Rohstoffe, in deren Folge die extremen Preisschwankungen jetzt abgefangen werden konnten. Materialeffizienz und Abfallvermeidung haben sich in produzierenden Unternehmen jetzt überall durchgesetzt. Inzwischen gibt es statt komplexer, kaum durchschaubarer Erfassungs- und Sortiersysteme nun einfache effektive Lösungen mit hohen Erfassungsgraden und Sortierqualitäten. Ebenso sind die Verwertungs- und Beseitigungsverfahren nicht nur besser aufeinander abgestimmt, sie reagieren jetzt auch flexibel auf Änderungen des Abfallaufkommens und der Sekundärrohstoffmärkte. Dies nützt der Umwelt und sorgt für Profit. Es hat sich eine Ressourcenwirtschaft mit marktwirtschaftlichen Verwertungsanlagen herausgebildet. Kommunale Beseitigungsanlagen wurden reduziert und stattdessen privatwirtschaftliche EBS-Anlagen etabliert.

Für diese vielfältigen Innovationen bieten weltweit prosperierende Märkte einen stabilen Rahmen. D. h., durch die neuen Recyclinganstrengungen, durch höhere Ressourceneffizienz wird das System insgesamt am Laufen gehalten – dies auch vor dem Hintergrund, dass es im Jahr 2030 eine stabile rechtliche Rahmensetzung, primär durch EU-Regelungen, gibt. Die lokale bayerische Abfallgesetzgebung hat nur noch einen geringen Handlungsspielraum. Staatliche Intervention zielt auf Hilfe zur Selbsthilfe. Die Politik schafft einen innovationsförderlichen Rahmen, indem sie marktliche und ordnungsrechtliche Mittel zur Regelung der Abfallwirtschaft einsetzt; beim Vollzug kommen Kontrollmaßnahmen nur sparsam zur Anwendung.

„Umwelt“ ist 2030 weder in der Politik noch in der Gesellschaft ein relevantes Thema – obwohl die Gesellschaft dafür prinzipiell offen und ansprechbar wäre. Dies hängt neben dem abnehmendem Einkommensniveau und wachsenden Disparitäten vor allem damit zusammen, dass die früher erwarteten dramatischen Folgen des Klimawandels ausgeblieben sind; auch wenn der Klimawandel voranschreiten mag, die Menschen haben sich daran gewöhnt und die Nachrichten ihren Schrecken verloren.

Die Innovationen in Richtung nachhaltiges Wirtschaften sind also weder motiviert durch dramatische Folgen des Klimawandels noch durch öffentlichen bzw. (umwelt-)politischen Handlungsdruck, vielmehr durch Ressourcenverknappungen. Aus dem Abfall werden Schätze gehoben, und die innovative Abfallwirtschaft wird zur Goldgrube. Es ist der freie Wettbewerb, der hier Lösungen schafft, von denen auch die Umwelt profitiert.

Zentraler Treiber der Abfallwirtschaft sind die hohen Rohstoffpreise, die aber Dank ausgeprägter Materialeffizienz und Abfallvermeidung im Mittel stabil bleiben. Die weitgehend liberalisierte Abfallwirtschaft und die produzierende Wirtschaft arbeiten innerhalb eines rechtlichen Rahmens, der weite Spielräume lässt.

Leichtverpackungen und stoffgleiche Nichtverpackungen werden gemeinsam erfasst. Die Sammlung erfolgt in städtischen Gebieten überwiegend in Wertstoffinseln, auf dem Land vor allem in Wertstoffhöfen. Etwa 70 % der Mengen werden über Bringsysteme erfasst. Metallabfälle und werkstofflich verwertbare Kunststoffe werden getrennt erfasst, Sortierreste sind nur noch gering. Die getrennt erfassten Mengen werden zum weitaus größten Teil werkstofflich verwertet. Verbunde und minderwertige Kunststoffverpackungen bleiben im Restmüll, der mit hohen Energienutzungsgraden verwertet wird.

Bioabfälle werden im Holsystem flächendeckend getrennt erfasst und zu etwa 70 % in Vergärungsanlagen mit Nachkompostierung, zu 30 % in geschlossenen Kompostieranlagen verwertet. Grüngut wird flächendeckend im Bringsystem erfasst. PPK wird flächendeckend und weit überwiegend im Holsystem getrennt erfasst.

Das Gesamt-Abfallaufkommen ist in den vergangenen 20 Jahren infolge des über lange Zeit erheblichen Wirtschaftswachstums um etwa 10 % gestiegen, die Restmüllmenge ist durch abnehmende Trennbereitschaft der Bürger und Änderungen in der LVP-Erfassung um fast 30 % und damit noch stärker gewachsen.

Während die spezifischen Kosten für die Restmüllentsorgung inflationsbereinigt nahezu unverändert geblieben sind, sind die Kosten für die Verwertung von LVP um 40 % gesunken. Die Erlöse aus der PPK-Verwertung sind um 40 % gestiegen.

4.2.3 Szenario 3: Glocalisation

Szenario 3: Glocalisation: Das EU-Recht wird regionalisiert.

Abfall als internationale und lokale Ware

Das EU-Recht erfährt eine Regionalisierung und starke ordnungsrechtliche Ausprägung. Internationale Großunternehmen forcieren die Ressourcenwirtschaft, liefern sich im Abfallmarkt aber einen Preiskampf. Zur Gewährleistung der Daseinsvorsorge kommt es zu einer stärkeren Re-Kommunalisierung der Abfallwirtschaft. Bei moderater Konjunktur in Deutschland und der Welt sind die Folgen des Klimawandels und anderer Umweltprobleme dramatisch.

Im Jahr 2030 versucht die EU zentrale Vorgaben umzusetzen; diese werden jedoch als bloße Basisregelungen national und regional an die spezifischen Verhältnisse angepasst. Obgleich die Mitgliedsstaaten unterschiedlich operieren, wurden übergeordnete Lösungsstrategien durchgesetzt: Der Entsorgungsmarkt wird vor allem durch ordnungsrechtliche Mittel strukturiert; es kommt zu einer Intensivierung des Vollzugs, d.h. die Aufwendungen für die Kontrolle der Regelungen haben deutlich zugenommen.

Auf dem Abfallmarkt herrscht Preiskampf: Konzerne aus dem außereuropäischen Ausland wie Emirate-Resource und China Waste gewinnen massiv an Marktanteilen. KMU haben nur noch geringe Marktanteile. Die Margen sind kaum mehr auskömmlich. Kommunen übernehmen die wirtschaftlich unattraktiven Aufgaben. Insofern sprechen Zeitgenossen von einer „Re-Kommunalisierung bei gleichzeitiger Glocalisierung“ – oder kurz: „Glocalisation“ des abfallwirtschaftlichen Sektors.

Diese Glocalisierung wird gleichermaßen von günstigen wie von ungünstigen Rahmenbedingungen orchestriert. Als günstig erweisen sich vor allem politische und sozio-ökonomische Faktoren: Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung besitzt für die Politik hohe Handlungsrelevanz; es werden die Weichen für eine Ressourcen-, statt einer Abfallwirtschaft gestellt; ebenso ist der gesellschaftliche Werthehaushalt von großer Offenheit gegenüber sozialen wie technischen Innovationen bestimmt. Das Umweltthema ist längst im konkreten Handeln der Bevölkerung verankert. Und die produzierende Wirt-

schaft forciert umwelt- und ressourcenbezogene Innovationen, wobei es wieder Konzerne sind, die das Internet nutzen, um bestehende Kooperationen und Netzwerke weiter auszubauen. Es gibt vielfältige Abstimmungen zwischen der Industrie, der Abfallwirtschaft, dem Entsorgungsbereich und der Generierung von Rohstoffen.

Weit weniger günstig sind konjunkturelle und ökologische Bedingungen; denn im Jahr 2030 hat sich die Wirtschaft regional sehr unterschiedlich entwickelt. In Deutschland ist die Konjunktur moderat; die Ökonomien der einst aufstrebenden Schwellenländer stagnieren. Zudem sind die globalen Märkte durch vielfältige Abschottungen gekennzeichnet und die Preise für die sich zunehmend verknappenden Rohstoffe sind hoch und klettern immer höher. Alle Bemühungen seitens der Wirtschaft und Politik, nachhaltige Innovationen zu implementieren, vermochten es bislang nicht, den dramatisch fortschreitenden Klimawandel und andere Umweltprobleme auch nur einigermaßen abzumildern. Weder die neue ökoeffiziente Abfallwirtschaft noch gut aufeinander abgestimmte Verwertungs- und Beseitigungsprozesse vermochten hieran etwas zu ändern.

Die Abfallwirtschaft ist bestimmt von hohen Rohstoffpreisen einerseits und einem Preiskampf internationaler Konzerne andererseits.

Leichtverpackungen und stoffgleiche Nichtverpackungen werden gemeinsam und überwiegend im Holsystem erfasst. Hohe Rohstoffpreise, sehr gute Abfalltrennung und leistungsfähige automatische Sortiertechnik führen dazu, dass mehr als die Hälfte der getrennt erfassten Kunststoffabfälle werkstofflich verwertet werden.

Bioabfälle werden im Holsystem flächendeckend getrennt erfasst und zu etwa 70 % in Vergärungsanlagen mit Nachkompostierung, zu 30 % in geschlossenen Kompostieranlagen verwertet. Grüngut wird flächendeckend im Bringsystem erfasst. PPK wird flächendeckend und weit überwiegend im Holsystem getrennt erfasst.

Das Gesamt-Abfallaufkommen ist in den vergangenen 20 Jahren geringfügig gestiegen. Die Restmüllmenge hat trotzdem um mehr als 20 % abgenommen.

Die spezifischen Kosten für die Entsorgung der wichtigsten Siedlungsabfallfraktionen sind in den vergangenen 20 Jahren inflationsbereinigt um etwa 20 % gestiegen.

4.2.4 Szenario 4: Sustainability last

Szenario 4: Sustainability last: Tagespolitik statt Strategie.

Abfall als lästiges Übel

Bei schlechter konjunktureller Lage reagiert die Umweltpolitik nur auf tagespolitische Herausforderungen und hat wenig Nachhaltigkeitsbezug. Die Abfallwirtschaft ist weitgehend liberalisiert, die Entsorgungsstrukturen sind ineffizient. Klimawandel und andere Umweltprobleme sind zwar vorhanden, werden aber kaum wahrgenommen oder gänzlich ignoriert. Sie sind kein Thema der öffentlichen Diskussion.

Nach einigen Jahrzehnten Globalisierung ist 2030 in Deutschland das Wirtschaftswachstum zum Stillstand gekommen. Ganz anders die Situation in den ehemaligen Schwellenländern: die Ökonomien von China und Indien boomen auch weiterhin. Sie schotten sich ab und stillen ihren Bedarf an Gütern und Rohstoffen weitgehend selbst. Das Preisniveau der Ressourcen ist im Mittel moderat; preisbedingte Versorgungsengpässe sind die Ausnahme.

In Deutschland sinkt das Einkommensniveau stark und Disparitäten verschärfen sich; es dominieren materialistische Grundhaltungen; die Gesellschaft scheint wie erstarrt. Demzufolge hat Nachhaltigkeit in der Politik keinen Stellenwert, schlichtes Reagieren auf tagespolitische Herausforderungen wurde zum Prinzip.

Umwelt ist kein Thema; die Folgen des Klimawandels sind in Deutschland kaum wahrzunehmen; Klimafolgen üben keinen Druck auf eine möglichst effiziente Nutzung von Energieträgern und anderen kritischen Rohstoffen aus. Es kommt sogar zu einem wachsenden Stoffverbrauch. Die Innovationstätigkeit der produzierenden Wirtschaft zielt kaum auf Umwelt- und Ressourcenschutz. Ökologischer Nutzen ergibt sich allenfalls als „Surplus-Effekt“. Auch in der Abfallwirtschaft orientieren sich Innovationen nur wenig an Umwelt- und Ressourcenfragen.

Die Abfallwirtschaft folgt dem freien Spiel von Angebot und Nachfrage, die Märkte sind liberalisiert, ordnungsrechtliche Instrumente spielen keine Rolle. Die EU hat keinen Einfluss. Jeder Mitgliedsstaat verfolgt seine Strategien. Der Vollzug abfallwirtschaftlicher Regeln ist „minimalistisch“ und wesentliche Problembereiche bleiben ausgespart.

Das System ist insgesamt ineffizient: Es verursacht hohe Kosten, ohne dass damit ein erheblicher ökologischer Nutzen verbunden wäre. Wenige große Anbieter mit vielen abhängigen KMU beherrschen den Markt. Kommunen übernehmen nur noch einige Kernaufgaben. Die vielfältigen örtlichen Erfassungs- und Sortiersysteme sind schlecht aufeinander abgestimmt. Recyclingmaßnahmen und andere Aktivitäten zur Steigerung der Materialeffizienz wurden inzwischen sogar zurückgefahren. Auf dem Verbrennungsmarkt stagnieren die MVA-Kapazitäten seit längerem. EBS-Kapazitäten wurden erheblich ausgebaut. Die Anlagenbetreiber versuchen, sich gegenseitig die Butter vom Brot zu nehmen, weil Überkapazitäten bestehen. Uns so stehen wir 2030 vor einer Situation, in der auch technologisch keine Innovationen mehr zustande kommen. Abfall wird von den übrigen sozialen und wirtschaftlichen Problemen überlagert, er wird zum lästigen, aber kaum beachteten Übel.

Treiber der Abfallwirtschaft sind die - infolge der schlechten konjunkturellen Lage allerdings nur moderaten - Rohstoffpreise und die Einhaltung grundlegender rechtlicher Vorgaben. Ein Treiber für die Trennbereitschaft der Bürger sind relativ hohe Entsorgungskosten. Ein Oligopol aus internationalen Entsorgungskonzernen hat am Markt überhöhte Preise durchgesetzt, mit denen die aufwändigen aber wenig effektiven Sammel- und Verwertungssystem finanziert werden.

Die getrennte Erfassung von Leichtverpackungen wurde vor einigen Jahren eingestellt.

Knapp zwei Drittel des Grünguts werden als Häckselgut ausgebracht. Die restlichen Grüngutmengen werden zusammen mit Bioabfall erfasst und kompostiert. Nur wenig mehr als die Hälfte der Haushalte sind an die getrennte Sammlung von Bioabfall und Grüngut angeschlossen, die etwa zur Hälfte im Bringsystem erfolgt.

PPK wird im Holsystem flächendeckend getrennt erfasst - teils über PPK-Tonnen, teils über karitative und private Sammlungen.

Die Emissionsgrenzwerte für Abfallverwertungsanlagen werden ausgeschöpft.

Das Gesamt-Abfallaufkommen ist in den vergangenen 20 Jahren zunächst gewachsen, infolge der danach anhaltend schlechten Wirtschaftslage insgesamt um etwa 5 % gesunken. Die Restmüllmenge hat um fast 50 % zugenommen.

Die spezifischen Kosten für die Entsorgung der wichtigsten Siedlungsabfallfraktionen sind in den vergangenen 20 Jahren inflationsbereinigt um etwa 10 % gesunken.

4.3 Ökoeffizienzanalyse

4.3.1 Charakterisierung der Szenarien

Abfallströme und Entsorgungswege

Auf Basis der Szenarienbeschreibungen und der Ergebnisse der Stoffstromwerkstatt wurden die zu erwartenden Abfallmengen und ihr Verbleib für die Szenarien quantifiziert. Ausgangspunkt hierfür ist die Entsorgungssituation in Bayern im Jahr 2008. Die zugehörigen Abfallströme werden LfU (2009) entnommen. Analysiert wurden die wichtigsten Siedlungsabfälle: Hausmüll, Bioabfälle, Grüngut, Papier, Pappe, Karton (PPK) und Leichtverpackungen (LVP) Die folgende Tabelle fasst die zu erwartenden Abfallströme aus der haushaltnahen Erfassung zusammen.

Tabelle 4: *Mengenströme der Szenarien im Vergleich zur aktuellen Situation, ermittelt auf Basis der Szenarienbeschreibungen und der Ergebnisse der Stoffstromwerkstatt.*

Szenario		Hausmüll	LVP	Bioabfall	Grüngut	PPK	Gesamtmenge
Bayern 2008	[t]	1.833.289	232.022	620.858	1.094.673	1.044.351	4.825.193
	[kg/Ew]	146,4	18,5	49,6	87,4	83,4	385,4
Policy First	[t]	1.633.770	323.249	1.028.430	1.425.496	1.296.942	5.707.887
	[kg/Ew]	130,5	25,8	82,1	113,9	103,6	455,9
Markets First	[t]	2.328.091	144.980	672.497	949.089	1.130.772	5.225.430
	[kg/Ew]	186,0	11,6	53,7	75,8	90,3	417,4
Glocalisation	[t]	1.412.804	279.556	889.336	1.232.698	1.121.531	4.935.926
	[kg/Ew]	112,9	22,3	71,0	98,5	89,6	394,3
Sustainability Last	[t]	2.434.554	0	258.629	456.251	869.744	4.019.177
	[kg/Ew]	194,5	0,0	20,7	36,4	69,5	321,0

In der folgenden Abbildung sind die Abfallströme der jeweiligen Szenarien entsprechend Tabelle 4 grafisch dargestellt.

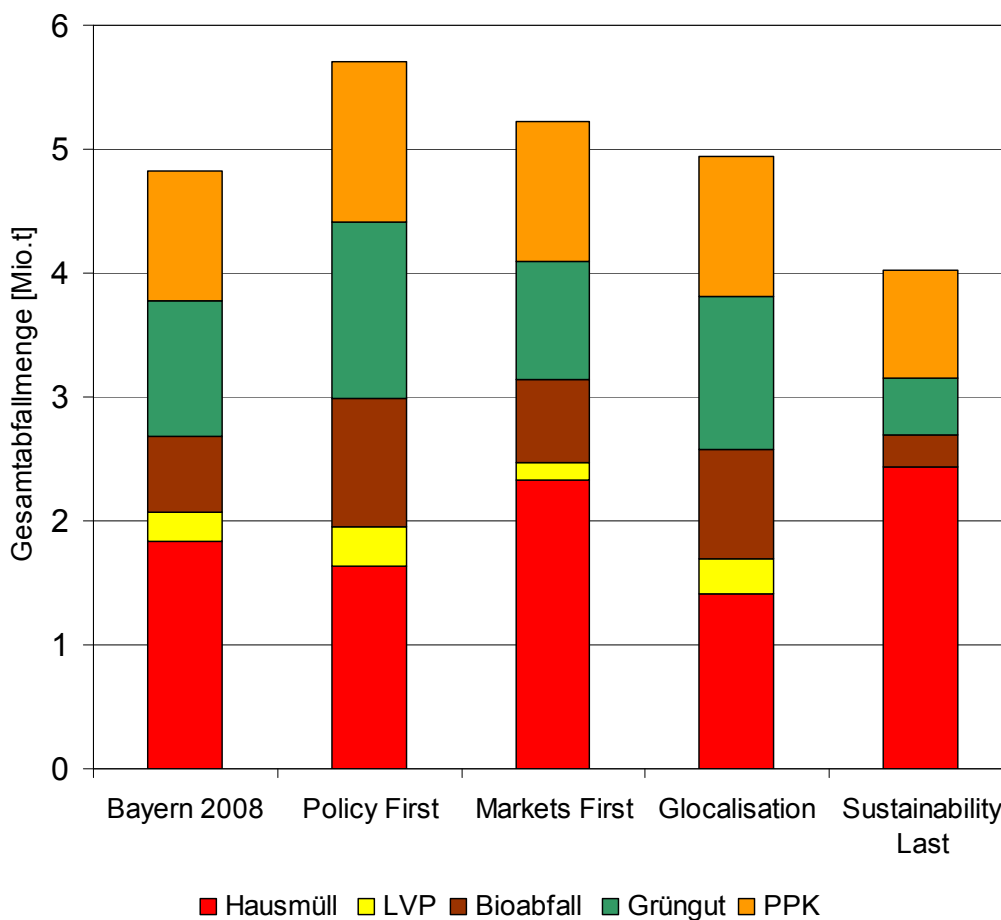


Abbildung 13: Abfallströme in den Szenarien, absolut.

In den Szenarien Policy First, Markets First und Glocalisation steigt die erfasste Gesamtmenge im Vergleich zur aktuellen Situation. In den Szenarien Policy First und Glocalisation sinkt dabei die erfasste Restabfallmenge, während das Aufkommen an LVP, Bioabfall, Grüngut und PPK steigt. Im Szenario Markets First steigt die Restabfallmenge deutlich, während die getrennt erfasste LVP-Menge sinkt. Im Szenario Sustainability last sinkt dagegen die Gesamtabfallmenge im Vergleich zum Szenario Bayern 2008. Die Restabfallmenge steigt und die Mengen an biogenen Abfällen und PPK nehmen ab. LVP werden in diesem Szenario nicht mehr getrennt erfasst.

Die folgende Abbildung zeigt die prozentuale Zusammensetzung der jeweiligen Gesamtmenge mit Blick auf die Anteile der betrachteten Abfallströme.

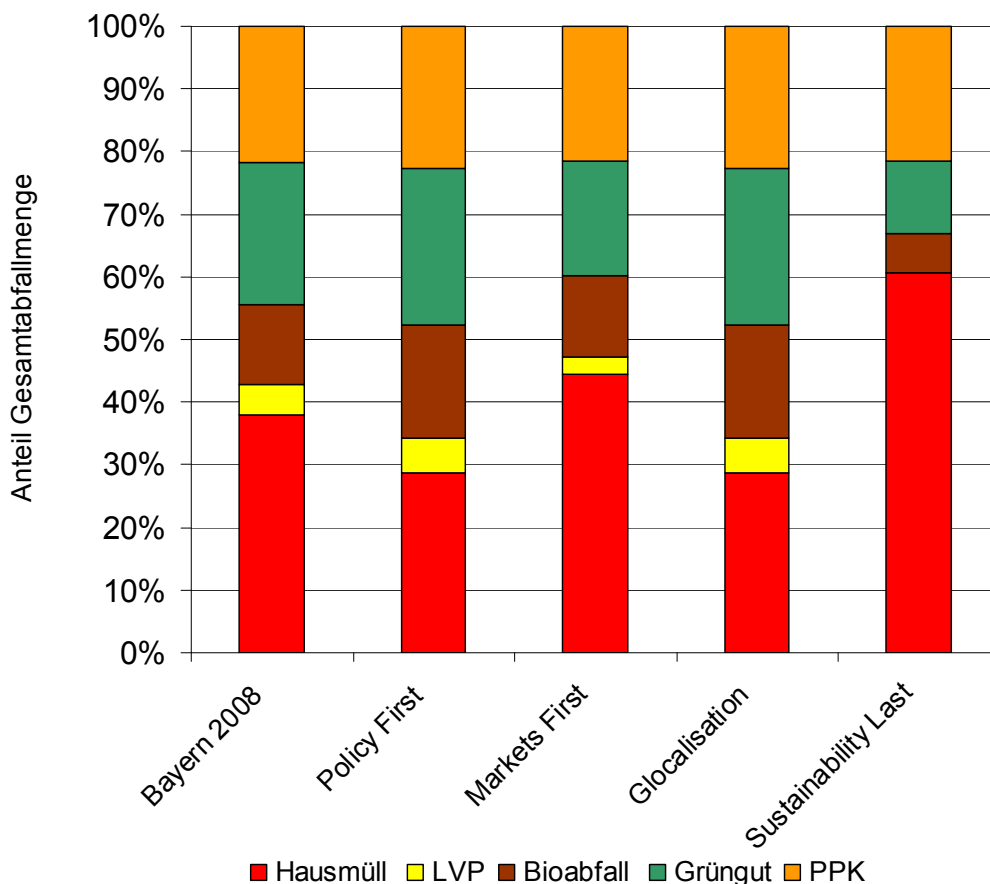


Abbildung 14: Prozentuale Anteile der Abfallströme an der betrachteten Gesamtabfallmenge in den Szenarien.

Zur Ermittlung der ökologischen Wirkungen der in den Szenarien angenommenen Entsorgungsstrukturen sind neben den Abfallströmen auch Änderungen in der Gestaltung der jeweiligen Entsorgungswege zu definieren. Dies betrifft sowohl die Aufteilung der Abfallströme auf die Entsorgungswege als auch weitere Kenngrößen, die diese Entsorgungswege beschreiben. In der folgenden Tabelle sind die wesentlichen Änderungen, die zur Bilanzierung der umweltbezogenen Wirkungen angenommen werden, dargestellt. Dabei sind für die Zukunftsszenarien nur die Änderungen im Vergleich zur aktuellen Situation mit Blick auf Erfassung und Entsorgung dargestellt. Alle weiteren Parameter, welche die aktuelle Entsorgungsstruktur Bayerns beschreiben, sind ausführlich in bifa (2007) dokumentiert.

Tabelle 5: Charakterisierung der Szenarien: Erfassung und Entsorgungswege im Vergleich zur aktuellen Situation, ermittelt auf Basis der Szenarienbeschreibungen und der Ergebnisse der Stoffstromwerkstatt.

	Hausmüll	LVP	Bioabfall	Grüngut	PPK
Bayern 2008					
Charakterisierung Erfassung	100% HS	HS 55% BS 45%	HS 100%	HS 17% BS 83%	HS 81% BS 19%
Charakterisierung Entsorgung	<ul style="list-style-type: none"> • MVA: 98% • MBA: 2% 	Zusammensetzung LVP-Gemisch: <ul style="list-style-type: none"> • KS : 36% • WB: 12% • Al: 2% • FKN: 5% • S.Verb: 5% • Rest: 40% Entsorgung von Sortier- / Aufbereitungsresten als EBS ⁴	<ul style="list-style-type: none"> • Vergärung: 30% • Kompostierung: 70% 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompostierung: 75% • Häckselgut: 21% • Energet. Verwert.: 4% 	Sortierung und stoffliche Verwertung
Policy First					
Änderung Erfassung	Keine	Keine	Keine	Keine	Keine
Änderung Entsorgung	<ul style="list-style-type: none"> • MVA 100% Höhere Wirkungsgrade für alle MVA ⁵	LVP-Gemisch: <ul style="list-style-type: none"> • KS: 40% • WB: 13% • Al: 2% • FKN: 6% • .Verb: 6% • Rest: 34% 	<ul style="list-style-type: none"> • Vergärung: 70% • Kompostierung: 30% Emissionen C/N-haltiger Verbindungen minimal	<ul style="list-style-type: none"> • Kompostierung: 65% • Häckselgut: 0% • Energet. Verwert.: 35% 	Keine
Markets First					
Änderung Erfassung	Keine	HS 30% BS 70 %	Keine	Keine	90% HS 10% BS
Änderung Entsorgung	<ul style="list-style-type: none"> • MVA 100% 	LVP-Gemisch: <ul style="list-style-type: none"> • KS: 44% 	<ul style="list-style-type: none"> • Vergärung: 70% 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompostierung: 40% 	Keine

⁴ Annahme: elektrischer Wirkungsgrad 40%, Heizwert 13 MJ/kg

⁵ Annahme zu den Wirkungsgraden: 9,8% Strom, 47,8 % Fernwärme

	Hausmüll	LVP	Bioabfall	Grüngut	PPK
	Höhere Wirkungsgrade für alle MVA (analog Policy First)	<ul style="list-style-type: none"> •WB: 19% •Al: 3% •FKN: 3% •S.Verb: 3% •Rest: 28% 	<ul style="list-style-type: none"> •Kompostierung: 30% 	<ul style="list-style-type: none"> •Häckselgut: 20% •Energet. Verwert.: 40% 	
Glocalisation					
Änderung Erfassung	Keine	Keine	Keine	Keine	Keine
Änderung Entsorgung	<ul style="list-style-type: none"> •MVA 70% / MBA 30% <p>Höhere Wirkungsgrade für alle MVA (analog Policy First)</p>	<p>LVP-Gemisch:</p> <ul style="list-style-type: none"> •KS: 40% •WB: 13% •Al: 2% •FKN: 6% •S.Verb: 6% •Rest: 34% 	<ul style="list-style-type: none"> •Vergärung: 70% •Kompostierung: 30% 	<ul style="list-style-type: none"> •Kompostierung 65% •Häckselgut: 0% •Energet. Verwert.: 35% 	Keine
Sustainability Last					
Änderung Erfassung	Keine	Keine getrennte LVP-Erfassung	HS 50% BS 50%	HS 50% BS 50%	Keine
Änderung Entsorgung	<ul style="list-style-type: none"> •MVA 100% <p>Wirkungsgrade analog Bayern 2008</p> <p>Für NO_x und SO₂ werden Grenzwerte der 17.BImSchV ausgeschöpft</p>	Keine getrennte LVP-Erfassung	<ul style="list-style-type: none"> •Kompostierung: 100% 	<ul style="list-style-type: none"> •Kompostierung 40% •Häckselgut: 60% •Energet. Verwert.: 0% 	Keine

Entsorgungskosten

Für die Ökoeffizienzanalyse werden neben den Umweltauswirkungen auch Kostendaten für die einzelnen Entsorgungsschritte benötigt. Kosten sind bewerteter Güter- und Leistungsverzehr, der für die Behandlung der Abfälle notwendig ist. Sie umfassen Kapitalkosten (Investitionskosten, Abschreibungen, kalkulatorische Zinsen, kalkulatorische Rückstellungen), Instandhaltungskosten, Sachkosten (Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, Materialkosten, Energiekosten, etc.), Personalkosten und in der Regel auch Dienstleistungskosten (Mieten/Pachten, Versicherungskosten, Beratungskosten, etc.). Der Rückschluss von Preisen und Gebühren auf Kosten ist kaum möglich, da Preise dem Markt und damit betriebswirtschaftlichen Interessen unterliegen und Gebühren durch politische Rahmenbedingungen beeinflusst

werden, so dass in Preisen und Gebühren Gewinnspannen, Zuzahlungen wie auch Quersubventionierungen enthalten sein können.

Es wird angenommen, dass in den angegebenen Kosten Erlöse für den Absatz von Energie beziehungsweise Wertstoffen ebenso enthalten sind, wie Aufwendungen für die Entsorgung der anfallenden Produkte. Die folgende Tabelle fasst alle Werte, die der Kostenberechnung zugrunde liegen, zusammen.

Tabelle 6: Charakterisierung der Szenarien. Angenommene tonnagebezogene Entsorgungskosten. (HS: Holsystem; BS Bringsystem)

Kosten [€/t]	Bayern 2008	Policy First	Markets First	Glocalisation	Sustainability Last
Restabfall					
Erfassung HS	55	68,75	63,25	68,75	63,25
MVA	100	120	100	120	100
MBA [67	80,4	67	80,4	67
LVP					
Erfassung HS	305	381,25	350,75	366	nicht benötigt
Erfassung BS	130	162,5	149,5	156	nicht benötigt
Sort./Aufb.	595	743,75	357	743,75	nicht benötigt
Bioabfall					
Erfassung HS	108	135	124,2	135	124,2
Erfassung BS	nicht benötigt	nicht benötigt	nicht benötigt	nicht benötigt	29
Vergärung	72	97,2	82,8	79,2	79,2
Kompostierung	56	67,2	61,6	58,8	67,2
Grüngut					
Erfassung HS	108	135	124,2	129,6	124,2
Erfassung BS	29	36,25	33,35	34,8	33,35
GG-Kompostierung	30	36	33	31,5	36
Häckselgut	18	18	18	18	18
Energet. Verwert.	11	8,8	9,35	8,8	11
PPK					
Erfassung HS	71,5	89,375	82,225	89,375	82,225
Erfassung BS	53	66,25	60,95	66,25	60,95
Sort./Aufb.	-44	-70,4	-61,6	-70,4	-37,4

Im Szenario Policy First steigen, mit wenigen Ausnahmen, die tonnagebezogenen Kosten um 20 bis 25 %. Nur die Kosten für die energetische Verwertung von Grüngut sinken (-20%) und die Erlöse bei der stofflichen Verwertung von PPK (+60%) steigen. Die Kosten für das Häckseln von Grüngut bleiben sowohl im Szenario Policy First als auch in allen weiteren Szenarien unverändert.

Im Szenario Markets First bleiben die Kosten für die Restabfallbehandlung unverändert. Die Kosten für die Verwertung der LVP und energetische Verwertung von Grüngut sinken um 40% beziehungsweise 15%. Die Erlöse aus der PPK-Verwertung steigen um 40%. Die übrigen tonnagebezogenen Kosten steigen zwischen 10 und 15 %.

Die Entwicklung der Entsorgungskosten im Szenario Glocalisation gleicht im Wesentlichen dem Szenario Policy First. Ausnahmen bilden die Bioabfallentsorgung beziehungsweise Grüngut-Kompostierung. Hier fällt die Kostensteigerung im Vergleich zum Szenario Policy First geringer aus.

Im Szenario Sustainability Last bleiben die Kosten der Restabfallbehandlung, dre energetischen Grüngutverwertung und des Grünguthäckselns im Vergleich zur aktuellen Situation unverändert. Die weiteren Kosten steigen um 10 bis 20%.

4.3.2 Ökoeffizienzvergleich

Umweltwirkung und Ökologie-Index

Die folgende Abbildung zeigt für jedes Szenario den Ökologie-Index, das heißt den aggregierten Gesamtwert zur Beschreibung der Umweltwirkungen, differenziert nach den Beiträgen der Wirkungskategorien.

Der Ökologie-Index ergibt sich durch Verrechnung der Einzelergebnisse aus den betrachteten Umweltwirkungskategorien mit den projektunabhängigen Größen Ökologische Gefährdung und Distance-to-Target. Je höher der Ökologie-Index eines Verfahrens ist, desto höher sind die mit der Entsorgung verbundenen Umweltwirkungen. Negative Ökologie-Indizes stehen für Umweltenlastungen bei Betrachtung der Entsorgungsverfahren und Äquivalenzsysteme.

Da in den Szenarien unterschiedliche Abfallmengen entsorgt werden, ist eine Normierung des Ökologie-Index erforderlich. Die Bezugseinheit für die Angabe des Ökologie-Index ist die Entsorgung von jeweils 1 Mio.t Abfällen in den jeweiligen Szenarien. Die Zusammensetzung dieser Menge ist abhängig vom betrachteten Szenario. Die Zusammensetzung entspricht den prozentualen Anteilen der Abfallströme an der jeweiligen Gesamtmenge (vergleiche Abbildung 14).

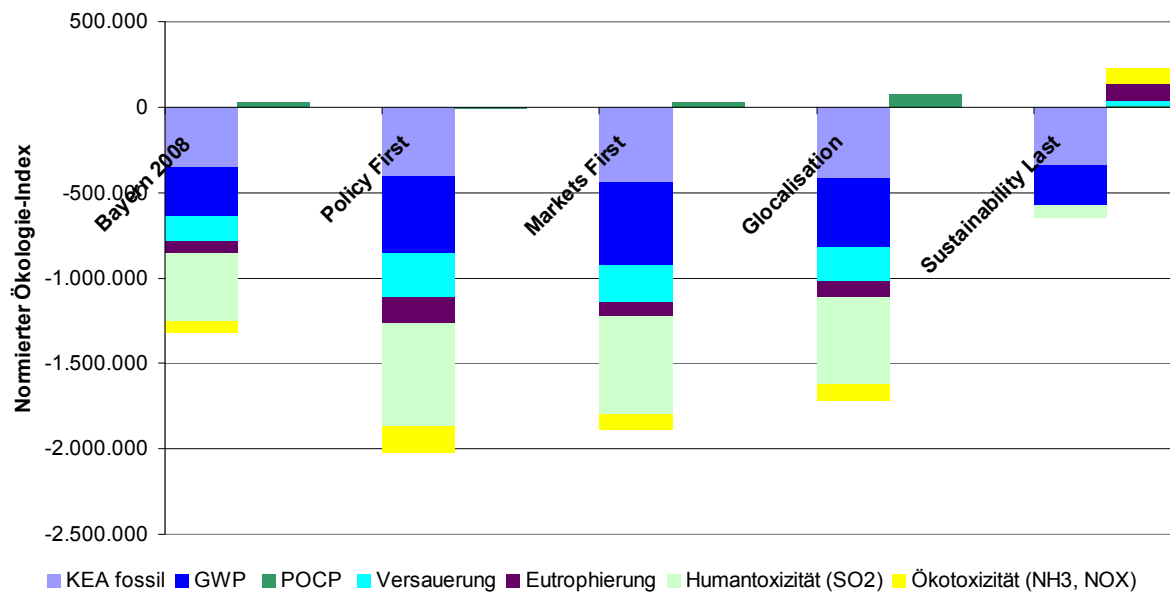


Abbildung 15: Beiträge der Wirkungskategorien zum Ökologie-Index. Bezugseinheit: Entsorgung von 1 Mio.t Abfall in szenarienspezifischer Zusammensetzung. Negative Beiträge stehen für Umweltentlastungen. Positive Beiträge für Umweltbelastungen.

Alle betrachteten Szenarien sind mit einer Umweltentlastung verbunden. Die Reihenfolge des ökologischen Gesamtergebnisses ist:

1. Szenario Policy first (-2.04 Mio. Ökologie-Index Punkte)
2. Szenario Markets first (-1.86 Mio. Ökologie-Index Punkte)
3. Szenario Glocalisation (-1.64 Mio. Ökologie-Index Punkte)
4. Szenario Bayern 2008 (-1.30 Mio. Ökologie-Index Punkte)
5. Szenario Sustainability last (-0,42 Mio. Ökologie-Index Punkte)

Die photochemische Oxidantienbildung führt in allen Szenarien zu einer vergleichsweise geringen Umweltbelastung. Alle weiteren bilanzierten Wirkungskategorien führen in den Szenarien Policy First, Markets First, Glocalisation und Bayern 2008 zu Umweltentlastungen. Das bedeutet, die erzielten Entlastungen aus der stofflichen und energetischen Verwertung der Abfälle überwiegen die Belastungen, die mit den eigentlichen Erfassungs- und Entsorgungsprozessen verbunden sind. Die Umweltentlastungen mit den größten Beiträgen zum Ökologie-Index resultieren aus den Wirkungskategorien Treibhauspotenzial (GWP), KEA fossil und Humantoxizität (quantifiziert als SO₂). Die Unterschiede zwischen den Szenarien werden dabei im Wesentlichen durch die Kategorien Treibhauspotenzial und Humantoxizität hervorgerufen.

Im Szenario Sustainability last bleiben auch bei Versauerung, Eutrophierung und Ökotoxizität Umweltbelastungen bestehen. Diese Belastungen in Verbindung mit den geringen Entlastungen in den verbleibenden Wirkungskategorien führen zum im Szenarienvergleich schlechteren Ökologie-Index.

Entsorgungskosten

Auf Basis der in Tabelle 6 zusammengefassten Werte zeigt Abbildung 16 für jedes Szenario die absoluten Gesamtkosten für die Entsorgung der in den jeweiligen Szenarien anfallenden Abfallmenge. Zusätzlich sind die Beiträge der einzelnen Entsorgungswege und der Erfassung zu den Gesamtkosten jedes Szenarios dargestellt.

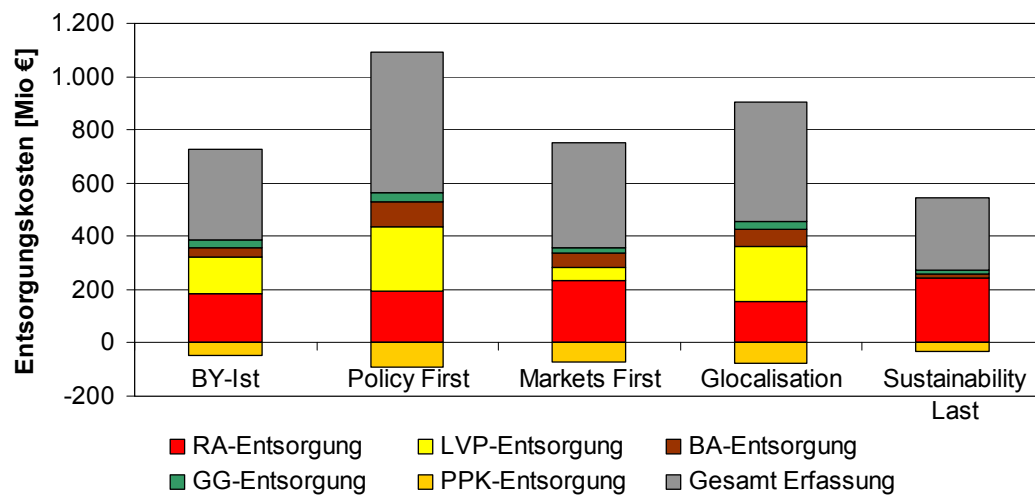


Abbildung 16: Absolute Kosten für die Entsorgung der jeweils erfassten und entsorgten Gesamtabfallmenge spezifiziert nach den Beiträgen aus den relevanten Sektoren. Negative Kosten repräsentieren Erlöse.

Die folgende Abbildung zeigt die normierten Entsorgungskosten, also die Gesamtkosten für die Entsorgung einer Tonne Abfall mit der szenarienspezifischen Zusammensetzung. Zusätzlich sind die Beiträge der einzelnen Sektoren zu den Gesamtkosten jedes Szenarios dargestellt. Diese Beiträge ergeben sich aus den Entsorgungskosten für den jeweiligen Sektor gewichtet mit dem Anteil des Sektors an der insgesamt betrachteten Abfallmenge.

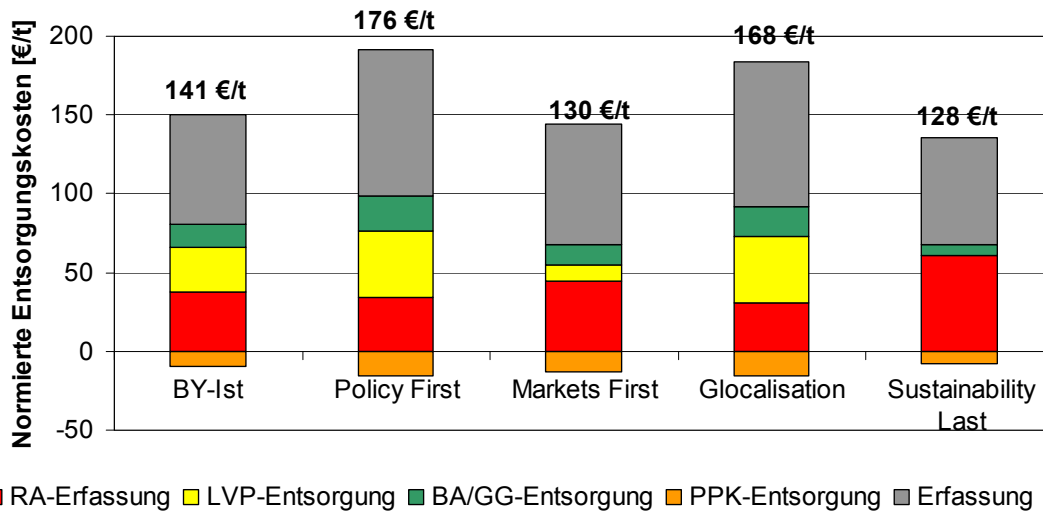


Abbildung 17: Spezifische Kosten für die Entsorgung einer Tonne Abfall in der szenariospezifischen Zusammensetzung. Angabe spezifiziert nach den Beiträgen aus den relevanten Sektoren. Negative Kosten repräsentieren Erlöse.

Die Abfallerfassung ist in allen Szenarien der Sektor mit dem höchsten Beitrag zu den Entsorgungskosten. Der Anteil der Erfassung an den Gesamtkosten liegt in allen Szenarien über 50 %. Aufgrund der hohen tonnagebezogenen Kosten für Sortierung und Aufbereitung ist der Anteil der LVP-Verwertung an den Gesamtkosten gegenüber dem mengenbezogenen Anteil deutlich erhöht.

Die Szenarien Policy first und Glocalisation führen in Vergleich zur aktuellen Situation zu höheren spezifischen Entsorgungskosten. Im Vergleich dazu ist die Entsorgung in den Szenarien Markets first und Sustainability last mit geringeren Entsorgungskosten verbunden.

Ökoeffizienz-Portfolio

Die Ökoeffizienzanalyse stellt für jedes untersuchte Szenario das Ergebnis der ökobilanziellen Betrachtung (siehe Abbildung 15) den mit der Entsorgung verbunden spezifischen Kosten (siehe Abbildung 17) gegenüber.

Abbildung 18 zeigt das Ökoeffizienz-Portfolio. Die Ökoeffizienz-Portfolios sind so aufgebaut, dass links unten im Diagramm Verfahren mit hohen Entsorgungskosten und geringer Umweltentlastung (= niedrigen negativen Ökologie-Indizes) → "niedrige Ökoeffizienz" zu finden sind, während Verfahren mit niedrigen Entsorgungskosten und hoher Umweltentlastung rechts oben aufgetragen werden → "hohe Ökoeffizienz".

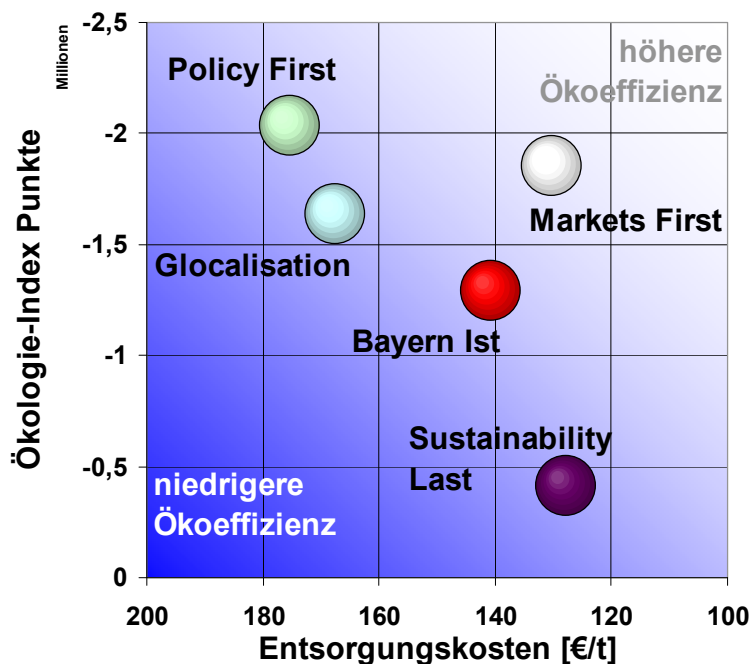


Abbildung 18: Ökoeffizienz-Portfolio der untersuchten Szenarien. Ökologie-Index < 0 bedeutet Umweltentlastung. Ökologie-Index > 0 bedeutet Umweltbelastung.

Das Szenario Markets first ist im Szenarienvergleich das ökoeffizienteste Verfahren und das einzige Verfahren, das gegenüber der aktuellen Situation Entsorgungskosten reduziert und gleichzeitig die Umweltentlastungen steigert. Das Szenario Policy first ist aus umweltbezogener Sicht das beste Szenario. Aber das positive ökologische Gesamtergebnis ist verbunden mit vergleichsweise hohen Entsorgungskosten. Auch das Szenario Glocalisation führt im Vergleich zur aktuellen Situation bei steigenden Kosten zu höheren Umweltentlastungen. Die Ökoeffizienz ändert sich im Vergleich zu aktuellen Situation nicht signifikant.

Das Szenario Sustainability last hat die geringste Ökoeffizienz. Zwar sind die Entsorgungskosten ähnlich gering wie im Szenario Markets First, die Umweltentlastungen sind aber erheblich geringer.

4.4 Der Transfer

4.4.1 Wie können die Szenarien und Schlüsselfaktoren genutzt werden?

Die Szenarien bieten eine solide Basis für die Entwicklung abfallwirtschaftlicher Strategien. Sie können nicht nur durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit auf vielfältige Weise genutzt werden, sondern auch von anderen Behörden und Kommunen in Bayern, Deutschland und Europa sowie von Unternehmen und Verbänden der entsorgenden und produzierenden Wirtschaft.

Der einfachste und direkteste Weg, die Szenarien zu nutzen ist folgender:

- Wählen Sie ein Szenario aus und versetzen Sie sich gedanklich in diese Zukunftswelt.
- Überlegen Sie nicht, wie wahrscheinlich sie Ihnen erscheint oder ob sie wünschenswert ist.
- Setzen Sie sich dieser Zukunftswelt ernsthaft aus. Sollte Ihnen etwas nicht plausibel er-

scheinen, dann suchen Sie eine Erklärung: Wie könnte es dazu gekommen sein? Wenn Sie gut mit dem Szenario vertraut sind, beantworten Sie sich Fragen wie die folgenden:

- Welche Schwächen und Stärken haben wir in dem Szenario?
- Wo liegen unsere Chancen und Risiken?
- Welchen Einfluss haben wir und andere Beteiligte?
- Welchen Konkurrenten oder Gegnern nutzen die Szenarien?
- Wie ändern sich Interessenlagen und Einfluss unserer Partner und Gegner?
- Wie und wo könnten uns Konkurrenten schaden?
- Wo können wir neue Koalitionen bilden?
- Wie können wir unerwünschte Trends bremsen und gewünschte fördern?
- Müssen sich unsere Geschäftsmodelle ändern?
- Welche kurz- und mittelfristigen Maßnahmen empfehlen sich für uns?

Sobald Sie auf diese Weise ein Szenario nach dem anderen durchgespielt haben, werden Sie feststellen, dass Sie Zusammenhänge besser verstehen, dass Ihnen neue strategische Ansätze einfallen. Sie werden bemerken, dass einige Ihrer Schwächen und Stärken, Ihrer Risiken und Chancen für alle Szenarien wichtig sind. Sie werden einen neuen Blick auf Ihre Konkurrenten und Partner gewinnen. Und: Sie können prüfen, wie robust Ihre eigenen längerfristigen Planungen gegenüber Änderungen der Rahmenbedingungen sind.

Darüber hinaus sind die Schlüsselfaktoren und ihre Ausprägungen aber auch wie ein Szenarienbaukasten nutzbar. So kann das aus der eigenen Sicht wahrscheinlichste Szenario konstruiert und zur Grundlage der Strategieentwicklung gemacht werden. Politische Institutionen und Wirtschaftsverbände können beeinflussbare von nicht beeinflussbaren Schlüsselfaktoren unterscheiden, Zielszenarien entwickeln und auf Grundlage einer Akteursanalyse Maßnahmen konzipieren. Schließlich sind die Schlüsselfaktoren auch als Grundlage für Kreativworkshops nutzbar, in denen sich neue Geschäftsmodelle entwickeln lassen.

4.4.2 Beispiel: in vier Schritten eigenes Szenario entwickeln und Maßnahmen ableiten

Eine der vielfältigen Möglichkeiten zur Nutzung der Szenarien ist die Entwicklung eines eigenen, als wahrscheinlich erachteten Szenarios und die Ableitung von Maßnahmen. Um individuelle Erwartungen und Einschätzungen zu überwinden, sollte dies unbedingt in Form von Workshops erfolgen, in die Personen mit möglichst heterogenem Erfahrungshintergrund eingebunden werden. Dabei ist die Einbeziehung externer Personen zu empfehlen. Die Vorgehensweise kann etwa wie folgt gewählt werden:

Schritt A – Horizont weiten und Zusammenhänge verstehen: Zunächst müssen die Teilnehmer ein vertieftes Verständnis des Umfelds und seiner Veränderlichkeit erlangen. Hierzu setzen sie sich intensiv mit den vier in diesem Text beschriebenen Szenarien auseinander. Dabei arbeiten sie auch heraus, wie Interessenlage, Macht, Einfluss und Beeinflussbarkeit der Akteure sowie die eigene Position heute sind und wie sie sich in den vier Szenarien ändern würden. Auf diese Weise werden sie mit möglichen Trends, mit Wechselwirkungen der Schlüsselfaktoren und mit den relevanten Akteuren vertraut.

Schritt B – eigenes Szenario entwickeln: Erst dann wird aus den Schlüsselfaktoren und ihren Ausprägungen ein eigenes strategisch hilfreiches „wahrscheinliches Szenario“ entwickelt. Abhängig von der eigenen Interessenlage und dem eigenen Einfluss können die Schlüsselfaktoren dabei unterschiedliche Bedeutung haben und ihre mögliche Entwicklung mit unterschiedlicher Intensität geprüft werden. Dieser Prozess muss unbedingt so gesteuert werden, dass die Ausprägungen der Schlüsselfaktoren ein möglichst widerspruchsfreies Gesamtbild bieten. Die professionelle Moderation und die Planung des Ablaufs sorgen dafür, dass das so entwickelte Szenario in sich schlüssig wird und plausibel bleibt. Der Schlüsselfaktorenbaukasten hilft, dabei nichts Wichtiges zu übersehen.

Für politische Akteure und Verbände kann es auch interessant sein, ein „realistisches Zielszenario“ zu entwickeln, in dem die Ausprägungen von ihnen nicht beeinflussbarer Schlüsselfaktoren nach ihrer Wahrscheinlichkeit und die beeinflussbarer Einflussfaktoren nach ihrer Erwünschtheit ausgewählt werden.

Schritt C – die Folgen des Szenarios: Dann werden Interessenlage, Macht, Einfluss und Beeinflussbarkeit der Akteure sowie die eigene Position in diesem Szenario analysiert. Ebenso können beispielsweise auch eigene Dienstleistungsangebote oder Produkte, relevante Märkte oder Abfallströme im Szenario betrachtet werden. Auf dieser Grundlage werden dann Chancen, Risiken und Einflussmöglichkeiten konkretisiert.

Schritt D – Ableitung von Maßnahmen: Anschließend werden zunächst in einem kreativen Prozess Maßnahmenoptionen entwickelt, die helfen können, den Bedrohungen durch das Szenario entgegen zu wirken, Chancen zu identifizieren und zu nutzen und – soweit möglich – das Zustandekommen des Szenarios zu beeinflussen. Die Maßnahmenoptionen werden dann konkretisiert und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Zeithorizontes bewertet. So entsteht ein Katalog wirksamer kurz- mittel- und langfristig angelegter Maßnahmenoptionen. Schließlich werden erste Schritte zur weiteren Prüfung und gegebenenfalls Umsetzung der Maßnahmen festgelegt.

5 Fazit

Unter Einbindung von 60 Experten wurden vier robuste und konsistente Szenarien entwickelt, die mögliche Zukünfte der bayerischen Abfallwirtschaft im Jahr 2030 beschreiben. Die beteiligten Experten stammen aus Bayern, aber auch aus dem übrigen Deutschland und der EU. Neben zahlreichen Praktikern und Wissenschaftlern mit einer breiten Palette abfallwirtschaftlicher Erfahrungen waren Experten aus dem Umfeld der Abfallwirtschaft eingebunden – von produzierenden Unternehmen aus unterschiedlichsten Branchen bis zum Handel, von Jugend- und Klimaforschern bis hin zu Experten für Rohstoffmärkte und Informatikern.

Zusätzlich angereichert wurden die Szenarien durch eine Abschätzung der Auswirkungen auf die Stoffströme und die Kosten der bayerischen Siedlungsabfallwirtschaft sowie eine Ökoeffizienzanalyse der wichtigsten Siedlungsabfallströme mit besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen auf den Klimawandel.

Die Ergebnisse bieten vielfältigen Nutzen für die Fortentwicklung einer strategisch ausgerichteten und Klima schonenden bayerischen Abfallwirtschaft. Vor allem erlauben sie Einblick in mögliche Zukünfte der Abfallwirtschaft, die über die übliche Trendabschätzung zu wenigen isolierten Einflussfaktoren weit hinausreichen. Der systematisch entwickelte Katalog von Schlüsselfaktoren und Ausprägungen und deren mehrfach validierte Kombinationen zu Szenarien stellen diese Zukunftsbilder auf ein breites und belastbares Fundament.

Die in das Projekt eingebundenen Experten haben ebenso wie die beteiligten Mitarbeiter von StMUG und LfU differenzierte Einblicke in die Randbedingungen und Mechanismen einer künftigen Entwicklung der bayerischen Abfallwirtschaft gewonnen.

Ob diese Szenarien eintreffen, wissen wir nicht, aber sie sind wesentlich belastbarer und facettenreicher als die nur bruchstückhaften und oftmals diffusen Vorstellungen von Zukunft, die Einzelne im Kopf haben. In der Praxis werden langfristige Strategien meist ohne robuste Grundlage entwickelt. Diese fundierten Szenarien sind eine mächtige Basis für die Strategieentwicklung. Sie helfen, Fehler zu vermeiden, die bei der längerfristig angelegten strategischen Planung häufig gemacht werden. Dazu gehört etwa ein zu enger Blickwinkel, die Konzentration auf wenige vertraute Einzelfaktoren und Zusammenhänge oder die unkritische Verlängerung der Gegenwart in die Zukunft.

Die Auseinandersetzung mit den Szenarien hilft, Zusammenhänge im Gesamtsystem Abfallwirtschaft einmal mit anderen Augen zu betrachten und so besser zu verstehen. Durch den Zeitraum von 20 Jahren verlieren in ihrer Bedeutung oft überschätzte aktuelle Trends und Debatten ihre Dominanz. Die Szenarien und die Schlüsselfaktoren sind damit eine sehr gute Basis für Planungen über Zeiträume von fünf oder zehn Jahren. Sie können von anderen Behörden und Kommunen in Bayern, Deutschland und Europa sowie von Unternehmen und Verbänden der entsorgenden und produzierenden Wirtschaft auf vielfältige Weise genutzt werden, um in Workshop-Prozessen eigene Strategien zu entwickeln oder zu überprüfen.

6 Literatur

- bifa (2007): bifa Umweltinstitut GmbH – Pitschke, T.; Kreibe, S.: Aktualisierung der Ökoeffizienzanalyse für die Entsorgungsstrukturen Bayerns, Deutschlands und der Schweiz. Bayerisches Institut für Angewandte Umweltforschung und -technik GmbH im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz. Augsburg 2007.
- bifa (2007a): bifa Umweltinstitut GmbH – Peche, R.; Roth, U.; Kreibe, S.; Rommel, W.: Abfallwirtschaft und Klimaschutz. bifa Umweltinstitut im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt. Augsburg 2007.
- de Bono, E. (1989): Das Sechsfarben-Denken. Ein neues Trainingsmodell, Econ Düsseldorf
- Eurofound – European Foundation for the improvement of Living and Working Conditions (2003): Handbook of knowledge. Society foresight. <http://www.eurofound.eu.int>
- Fink, A.; Schlake, O.; Siebe, A. (2002): Erfolg durch Szenario-Management. Prinzip und Werkzeuge der strategischen Vorausschau. 2. Auflage. Campus Verlag 2002
- Gausemeier, J.; Fink, A.; Schlake, O. (1996): Szenario-Management: Planen und Führen nach Szenarien. 2. neu bearbeitete Auflage, München, Wien
- Gausemeier, J.; Plass, C.; Wenzelmann, C. (2009): Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung: Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. Carl Hanser Verlag, München Wien
- Götze, U. (1993): Szenario-Technik in der strategischen Unternehmensplanung. 2. aktualisierte Auflage. Wiesbaden
- Grunwald, A. (2002): Technikfolgenabschätzung. Eine Einführung. Edition Sigma, Berlin
- Heinecke, A.; Schwager, M. (1995): Die Szenario-Technik als Instrument der strategischen Planung. Berichte des Instituts für Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität Braunschweig. AP-NR.: 95-08
- Kosow, H.; Gaßner, R. (2008): Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse. Überblick, Bewertung und Auswahlkriterien. IZT, Werkstattbericht Nr. 103, Berlin
- LfU (2009): Bayerisches Landesamt für Umwelt Abfallwirtschaft – Hausmüll in Bayern, Bilanzen 2008. Bayerisches Landesamt für Umwelt. Augsburg 2009.
- Steinmüller, K. (2002): Workshop Zukunftsforschung. Teil 2 Szenarien: Grundlagen und Anwendungen, Z_punkt GmbH, Essen
- Statistisches Bundesamt (2007): Bevölkerung Deutschlands nach Bundesländern bis 2050, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- v. Reibnitz, U. (1991): Szenario-Technik. Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung, Wiesbaden.

bifa Umweltinstitut GmbH

Am Mittleren Moos 46

86167 Augsburg

Tel. +49 821 7000-0

Fax. +49 821 7000-100

www.bifa.de