

Umweltforschungsplan  
des Bundesministeriums für Umwelt,  
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Umwelt und Wirtschaft

FKZ 3711 14 106 (UFOPLAN)

UBA-FB-00

## **Leitfaden zur Nutzen-Kosten-Abschätzung umweltrelevanter Effekte in der Gesetzesfolgenabschätzung**

Von

Lucas Porsch  
Ecologic Institut gemeinnützige GmbH, Berlin

Daniel Sutter, Markus Maibach  
INFRAS AG Forschung und Beratung, Zürich

Philipp Preiss, Wolf Müller  
IER Universität Stuttgart, Stuttgart

Ecologic Institut gemeinnützige GmbH • Pfalzburger Str. 43 /44 • 10717 Berlin

INFRAS AG Forschung und Beratung • Binzstr. 23 • CH-8045 Zürich

IER Universität Stuttgart • Heßbrühlstr. 49a • 70565 Stuttgart

IM AUFTRAG  
DES UMWELTBUNDESAMTES

11. August 2014

## Berichtskennblatt

<b>Berichtsnummer</b>	UBA-FB 00
<b>Titel des Berichts</b>	Leitfaden zur Nutzen-Kosten-Abschätzung umweltrelevanter Effekte in der Gesetzesfolgenabschätzung
<b>Autor(en) (Name, Vorname)</b>	Lucas Porsch, Daniel Sutter, Markus Maibach, Philipp Preiss, Wolf Müller
<b>Durchführende Institution (Name, Anschrift)</b>	Ecologic Institut gemeinnützige GmbH ▪ Pfalzburger Str. 43 /44 ▪ 10717 Berlin INFRAS AG Forschung und Beratung ▪ Binzstr. 23 ▪ CH-8045 Zürich IER Universität Stuttgart ▪ Heßbrühlstr. 49a ▪ 70565 Stuttgart
<b>Fördernde Institution</b>	Umweltbundesamt Postfach 14 06 06813 Dessau-Roßlau
<b>Abschlussjahr</b>	2013
<b>Forschungskennzahl (FKZ)</b>	3711 14 106
<b>Seitenzahl des Berichts</b>	90
<b>Zusätzliche Angaben</b>	
<b>Schlagwörter</b>	Kosten-Nutzen Analyse, Gesetzesfolgenabschätzung, Politikfolgenabschätzung, Umweltfolgen,

## Report Cover Sheet

<b>Report No.</b>	UBA-FB 00
<b>Report Title</b>	Guidance document for the assessment of environmentally relevant impacts in impact assessments
<b>Author(s) (Family Name, First Name)</b>	Lucas Porsch, Daniel Sutter, Markus Maibach, Philipp Preiss, Wolf Müller
<b>Performing Organisation (Name, Address)</b>	Ecologic Institut gemeinnützige GmbH ▪ Pfalzburger Str. 43 /44 ▪ 10717 Berlin INFRAS AG Forschung und Beratung ▪ Binzstr. 23 ▪ CH-8045 Zürich IER Universität Stuttgart ▪ Heßbrühlstr. 49a ▪ 70565 Stuttgart
<b>Funding Agency</b>	Umweltbundesamt Postfach 14 06 06813 Dessau-Roßlau
<b>Report Date (Year)</b>	2013
<b>Project No. (FKZ)</b>	3711 14 106
<b>No. of Pages</b>	90
<b>Supplementary Notes</b>	
<b>Keywords</b>	Impact Assessment, Cost-Benefit Analysis, Environmental damages

## **Kurzbeschreibung**

Während die Kosten umweltpolitischer Maßnahmen relativ einfach zu erfassen sind, ist dies bei dem Nutzen ungleich schwieriger, denn umweltpolitische Maßnahmen streben oft langfristige Ziele an und viele Wirkungen dieser Maßnahmen haben keinen Marktpreis. Dieser strukturelle Nachteil bei der Quantifizierung der Folgen umweltpolitischer Maßnahmen ist in den letzten Jahren mit der zunehmenden Quantifizierung von Politikfolgen noch bedeutsamer geworden. Diese Arbeitshilfe stellt Bearbeitern von Gesetzesfolgenabschätzungen einen Leitfaden und ein Excel-Werkzeug zur Verfügung, um einzelne Umwelt- und wirtschaftliche Kosten und Nutzen in einem überschaubaren Zeitrahmen zu quantifizieren. Mit Hilfe der Arbeitshilfe können Argumente für umweltpolitische Maßnahmen wirkungsvoller vorgetragen werden.

## **Abstract**

While it is relatively easy to quantify the costs of Environmental policy, it is far more difficult to quantify the benefits of such policy. This is due to the fact that impacts very often occur only in the long term and indirectly and no market price exists to value them. This significant disadvantage has become more relevant recently, as the quantification of impacts has gained in importance in Germany. This "Working Guide on Legislation Impact Assessment", including guidelines as well as an excel tool, provides support for the quantification of economic and environmental impacts of environmental policy measures. The guidance can be used to sharpen political arguments for environmental policy.

## Zusammenfassung

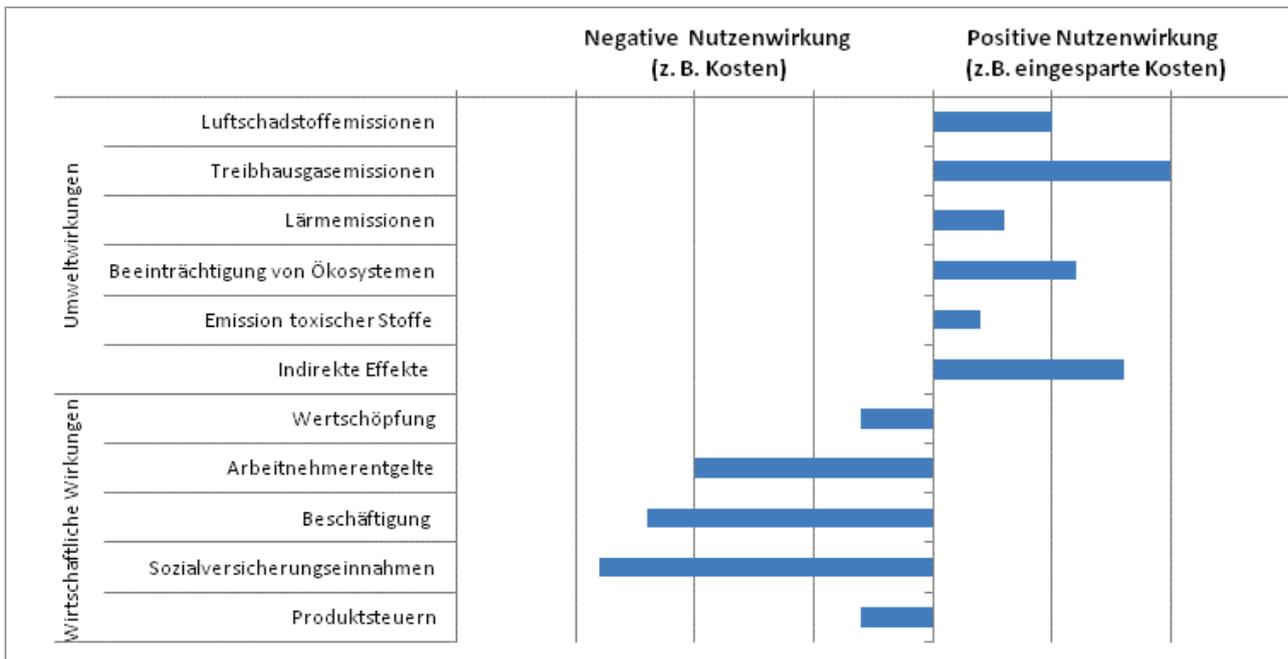
Umweltpolitische Maßnahmen streben oft langfristige Ziele an und viele Wirkungen dieser Maßnahmen haben keinen Marktpreis und sind daher aufwendig zu quantifizieren. Dieser strukturelle Nachteil bei der Quantifizierung der Folgen umweltpolitischer Maßnahmen ist in den letzten Jahren mit der zunehmenden Quantifizierung von Politikfolgen noch bedeutsamer geworden. Zum Beispiel wurde im Jahr 2011 für Bundesgesetze eine obligatorische Erfassung des Erfüllungsaufwandes (Kosten für Bürger und Unternehmen) eingeführt. Ohne Quantifizierungen der Nutzen von Umweltpolitik wird es daher in Zukunft schwieriger werden, umweltpolitischen Maßnahmen mit oft kurzfristigen und leicht zu bestimmenden Kosten im Politikprozess Geltung zu verschaffen.

Diese Arbeitshilfe stellt Bearbeitern von Gesetzesfolgenabschätzungen einen Leitfaden und ein Excel-Werkzeug zur Verfügung, um einzelne Umwelt- und wirtschaftliche Wirkungen in einem überschaubaren Zeitrahmen zu quantifizieren. Mit Hilfe der Arbeitshilfe können Argumente für umweltpolitische Maßnahmen wirkungsvoller vorgetragen werden.

Die Arbeitshilfe konzentriert sich dabei auf zwei Teilbereiche einer Wirkungsanalyse, die für die Umweltpolitik relevant sein können. Zum einen werden verschiedene Umweltwirkungen quantifiziert, um die durch Umweltpolitik eingesparten Umweltschäden zur Geltung zu bringen, zum anderen werden die gesamtwirtschaftlichen Effekte von Umweltpolitik ermittelt.

Die folgende stilisierte Grafik fasst die verschiedenen Wirkungen zusammen, die mit Hilfe dieser Arbeitshilfe geschätzt werden können. Die Arbeitshilfe ermöglicht keine vollständige Kosten-Nutzen-Analyse, da nur robust quantifizierbare Wirkungen erfasst werden.

Abbildung 1: Mit der Arbeitshilfe quantifizierbare Wirkungen (illustrative Darstellung)



## Summary

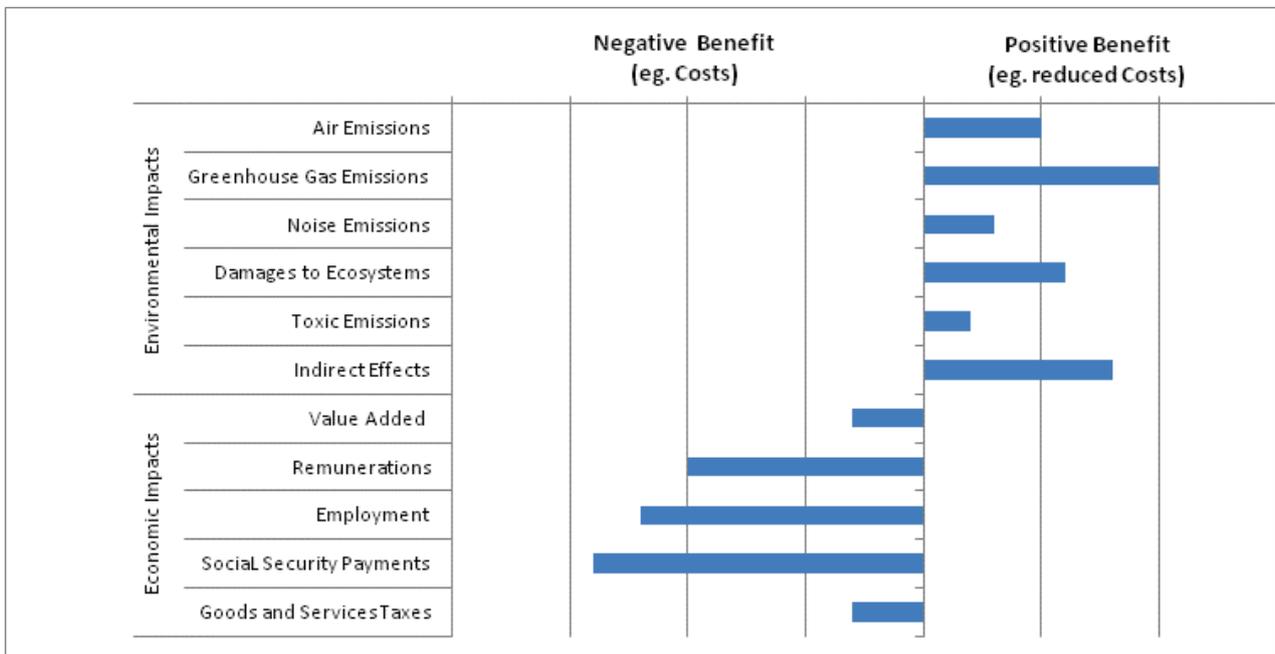
Very often it is a challenge to quantify the impacts of Environmental policy, as these impacts very often occur only in the long term and indirectly and no market price exists to value them. This significant disadvantage has become more relevant recently, as the quantification of impacts has gained in importance in Germany. Since 2011 an obligation to quantify compliance costs for all federal legislation has been introduced. Without quantification of the benefits of environmental policy, it will become more difficult to make the case for environmental policy measures which are likely to have short-term costs, which can be quantified.

The guidance and the tool for impact assessments provide support to assess and to quantify economic and environmental impacts of environmental policy measures. The guidance can be used to sharpen political arguments for environmental policy.

The guidance focuses on two areas of impacts that are especially relevant for an impact assessment of environmental policy. Firstly the guidance can be used to quantify environmental damages saved by environmental policies and secondly the economic impacts on the total economy are assessed.

The following stylised graph summarises the different impacts that can be estimated using the guidance and the tool. The guidance does not allow a full Cost-Benefit analysis as only impacts with available robust quantifications are taken into account.

Graph 2: Impacts to be quantified with the guidance (illustrative example)



## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	6
Summary.....	7
Abbildungsverzeichnis .....	11
Tabellenverzeichnis.....	12
Abkürzungen .....	14
1 Einführung.....	15
1.1 Ziele der Arbeitshilfe .....	15
1.2 Rolle der Arbeitshilfe im Prozess der Gesetzesfolgenabschätzung .....	15
1.3 Wie ist die Arbeitshilfe aufgebaut? .....	17
2 Schritt 1: Definition der zu bewertenden Maßnahme .....	19
3 Schritt 2: Identifikation der relevanten Wirkungskategorien .....	22
3.1 Umweltwirkungen .....	24
3.1.1 Luftschadstoffemissionen .....	28
3.1.2 Treibhausgasemissionen .....	30
3.1.3 Lärmemissionen.....	32
3.1.4 Beeinträchtigung von Ökosystemen.....	33
3.1.5 Emission toxischer Stoffe.....	37
3.1.6 Indirekte Effekte durch vor- und nachgelagerte Prozesse.....	38
3.2 Wirtschaftliche Wirkungen.....	42
4 Schritt 3: Abschätzung der Wirkungen der Maßnahme.....	45
4.1 Umweltwirkungen.....	47
4.1.1 Eingabevariablen für die Berechnung .....	49
4.1.2 Erläuterung Rechenwege (von Eingabe- zu Ausgabevariablen) .....	57
4.1.3 Ausgabevariablen.....	60
4.2 Wirtschaftliche Wirkungen.....	63
4.2.1 Berechnung der Eingabevariablen.....	63
4.2.2 Erläuterung Rechenwege (von Eingabe- zu Ausgabevariable).....	67
4.2.3 Erläuterung der Wirkungsindikatoren (Ausgabevariablen).....	69
5 Schritt 4: Sensitivität und Aggregation.....	72
5.1 Sensitivitätsanalyse .....	72
5.2 Aggregation und Fazit .....	73
6 Literaturverzeichnis.....	77
Anhang.....	79

## Glossar

<b>Aggregation</b>	Zusammenfassung der Ergebnisse der Analyse verschiedener Nutzen- und Kostenkategorien (z. B. Luftverschmutzung und wirtschaftliche Verluste) in einer Zahl oder in einem Schaubild.
<b>Dosis-Wirkungs-Zusammenhänge</b>	Zusammenhang zwischen der Menge des Eintrags eines bestimmten Schadstoffs oder dem Umfang einer schädigenden Wirkung (z. B. Landnutzung) und dem damit verursachten (meist physischen) Effekt.
<b>DPSIR-Modell</b>	Driving Forces (Aktivität, Treiber), Pressures (Umweltbelastung), State (Umweltqualität, Umweltzustand), Impacts (Folgen für Mensch und Umwelt), Responses (Maßnahmen bzw. Antworten der Politik / Gesellschaft).
<b>Erfüllungsaufwand</b>	Der Erfüllungsaufwand umfasst gemäß NKRG §2 Abs. 1 den gesamten messbaren Zeitaufwand und die Kosten, die durch die Befolgung einer bundesrechtlichen Vorschrift bei Bürgerinnen und Bürgern, Wirtschaft sowie der öffentlichen Verwaltung entstehen.
<b>Eutrophierung</b>	Eutrophierung oder Nährstoffeintrag ist ein Fachbegriff der Ökologie. Er bezeichnet allgemein die Anreicherung von Nährstoffen in einem Ökosystem oder einem Ökosystemteil.
<b>Kausalbeziehungen</b>	Bezeichnet die Beziehung zwischen <i>Ursache</i> und <i>Wirkung</i> oder "Aktion" und "Reaktion", betrifft also die Abfolge aufeinander bezogener Ereignisse und Zustände.
<b>Preiselastizität</b>	Beschreibt die Mengenreaktion der Nachfrager (in %) auf eine Preisänderung eines Gutes (in %). Normalerweise werden Nachfrager auf Preissteigerungen mit einem verminderten Konsum reagieren, jedoch hängt die Stärke der Reaktion davon ab wie leicht das Gut oder die Dienstleistung durch andere zu ersetzen ist.
<b>Primärwirkung</b>	Die erste Reaktion der Normadressaten auf die Maßnahme.
<b>Sekundärwirkungen</b>	Indirekte oder verzögerte Folgen der Maßnahme.
<b>Sensitivitätsanalyse</b>	Die Sensitivitätsanalyse prüft die Wirkung von zentralen und besonders strittigen Annahmen auf die Ergebnisse. Durch die Setzung alternativer Annahmen soll abgeschätzt werden, welche Wirkung die Annahme auf die Ergebnisse und die darauf basierenden Empfehlungen hat.

- Synergieeffekte** Das Zusammenwirken von Faktoren, die eine Synergie bewirken, sich also gegenseitig fördern.
- Systemgrenzen** Beschreiben die Grenzen der Analyse. Diese Grenzen können geografisch (z. B. nur Deutschland oder nur eine Region), zeitlich (z. B. fünf Jahre nach Einführung der Maßnahme) oder auch gruppenspezifisch (z. B. nur die Wirkung auf eine bestimmte Branche wird betrachtet) sein.
- Wertschöpfungseffekte** Bei der Berechnung der wirtschaftlichen Effekte ist es wichtig zwischen Wertschöpfung und Umsatz einer Branche zu unterscheiden. Die Wertschöpfung einer Branche beschreibt den zusätzlichen Wert, der in der Branche geschaffen wurde. Im Allgemeinen wird die Wertschöpfung einer Branche berechnet aus dem Umsatz minus den erworbenen Vorleistungen.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mit der Arbeitshilfe quantifizierbare Wirkungen (fiktive Darstellung ).....	6
Graph 2: Impacts to be quantified with the guidance (illustrative example) .....	7
Abbildung 3: Arbeitsschritte der vorliegenden Arbeitshilfe zur Schätzung von Nutzen und Kosten.....	18
Abbildung 4: Abschätzung des Vergleichsmaßstabes oder einer Referenzentwicklung .....	20
Abbildung 5: Überblick der wichtigsten Umweltwirkungen dieser Arbeitshilfe, eingebettet ins DPSIR-Modell. ....	25
Abbildung 6: Umweltfolgen durch Luftschadstoffemissionen (Wirkungsmodell).....	29
Abbildung 7: Umweltfolgen durch Treibhausgasemissionen (Wirkungsmodell) .....	31
Abbildung 8: Umweltfolgen durch Lärmemissionen (Wirkungsmodell) .....	33
Abbildung 9: Umweltfolgen durch Beeinträchtigung von Ökosystemen (Wirkungsmodell) .....	35
Abbildung 10: Umweltfolgen durch Emission toxischer Stoffe (Wirkungsmodell).....	38
Abbildung 11: Wirkungsmodell der wirtschaftlichen Effekte .....	44
Abbildung 12: Ablaufschritte zur Berechnung der Wirkungen .....	45
Abbildung 13: Überblick der in dieser Arbeitshilfe abgedeckten Umweltwirkungen. ....	50
Abbildung 14: Darstellung des Rechenwegs: von der Eingabe- zur Ausgabevariablen (bzw. von der Umweltbelastung oder Aktivität zu den Nutzen / Kosten) .....	58
Abbildung 15: Wirtschaftliche Wirkungen von Politikmaßnahmen .....	64

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht berücksichtigter Umweltwirkungen .....	48
Tabelle 2: Eingabevariablen für Schätzung der Wirkungen von Luftschadstoffemissionen .....	51
Tabelle 3: Eingabevariablen für Schätzung der Wirkungen von Treibhausgasemissionen .....	52
Tabelle 4: Eingabevariablen für Schätzung der Wirkungen von Lärmemissionen .....	53
Tabelle 5: Eingabevariablen für Schätzung der Wirkungen durch Beeinträchtigung von Ökosystemen .....	54
Tabelle 6: Eingabevariablen für Schätzung der Wirkungen von toxischen Emissionen .....	55
Tabelle 7: Eingabevariablen für Schätzung der Wirkungen durch vor- und nachgelagerte Prozesse.....	56
Tabelle 8: Grundlagen für Berechnung von Umweltnutzen und -kosten .....	59
Tabelle 9: Kostensätze der Luftverschmutzung in Deutschland - Datengrundlage: UBA Methodenkonvention 2013 (UBA, IER 2013).....	60
Tabelle 10: Ausgabevariablen bei der Abschätzung von Umweltwirkungen .....	61
Tabelle 11: Eingabevariablen für private Nachfrage.....	66
Tabelle 12: Eingabevariablen für staatliche Einnahmen und Ausgaben .....	67
Tabelle 13: Ausgabevariablen .....	69
Tabelle 14: Möglichkeiten und Grenzen der Aggregation einzelner Wirkungen (Nutzen, Kosten) .....	74
Tabelle 15: Kostensätze der Luftverschmutzung in Deutschland für unbekannte Quellen. Datengrundlage: UBA Methodenkonvention 2013 (UBA, IER 2013).....	79
Tabelle 16: Kostensätze der Luftverschmutzung in Deutschland: Verkehr und Energie. Datengrundlage: UBA Methodenkonvention 2013 (UBA, IER 2013). .....	79
Tabelle 17: Kostensätze für Treibhausgasemissionen in Deutschland. Datengrundlage: UBA Methodenkonvention 2013 (UBA, IER 2013). .....	80
Tabelle 18: Kosten der Lärmbelastung durch Verkehr in Deutschland. Datengrundlage: UBA Methodenkonvention 2013 (UBA, IER 2013). .....	80
Tabelle 19: Kostensätze für Versiegelung in Deutschland. Datengrundlage: NEEDS 2006. ....	81
Tabelle 20: Kostensätze für Landnutzungsänderung und Nutzungsintensivierung in Deutschland. ....	81
Tabelle 21: Kostensätze für die Emission von Stickstoffen in Deutschland. Datengrundlage: UBA Methodenkonvention 2013 (UBA, IER 2013) (basierend auf NEEDS 2006, Kosten pro t NH <sub>3</sub> , umgerechnet in t N). ....	83
Tabelle 22: Kostensätze für den Eintrag von Schadstoffen ins Meer in Deutschland. Datengrundlage: Interwies et al. 2012 (Arbeiten zur Meeresschutz- Rahmenrichtlinie, MSRL). ....	83

Tabelle 23: Kostensätze zur Zerschneidung der Landschaft durch Verkehrswege. Datengrundlage: CE, INFRAS, ISI (2012) und ARE, Ecoplan, INFRAS (2008). .....	83
Tabelle 24: Kostensätze für Emission toxischer Stoffe in Deutschland. Datengrundlage: Sachstandspapier des IER zur Methodenkonvention (UBA, IER 2012, unveröffentlicht).....	84
Tabelle 25: Kostensätze für die Emission von Luftschadstoffen und Treibhausgasen bei vor- und nachgelagerten Prozessen. Datengrundlage: Grundlagendaten des IER zur UBA Methodenkonvention (UBA, IER 2012, unveröffentlicht). .....	85
Tabelle 26: Umweltkosten des Verkehrs in Deutschland. Datengrundlage: UBA Methodenkonvention (UBA, IER 2013). Daten für Flottenmix 2010.....	86
Tabelle 27: Umrechnungshilfe von pkm bzw. tkm in Fahrzeug-km (Fzkm): Auslastung der Fahrzeuge. Datengrundlage: UBA Methodenkonvention (UBA, IER 2013). Daten für Deutschland 2010.....	87
Tabelle 28: Umweltkosten der Stromerzeugung in Deutschland. Datengrundlage: UBA Methodenkonvention (UBA, IER 2013). Kostensätze pro Energieeinheit.....	88
Tabelle 29: Umweltkosten der Wärmeerzeugung in Deutschland. Datengrundlage: UBA Methodenkonvention (UBA, IER 2013). Kostensätze pro Energieeinheit.....	89

## Abkürzungen

<b>BfN</b>	Bundesamt für Naturschutz
<b>BMI</b>	Bundesministeriums des Innern
<b>BMUB</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
<b>DPSIR-Modell</b>	Driving Forces (Aktivität, Treiber), Pressures (Umweltbelastung), State (Umweltqualität, Umweltzustand), Impacts (Folgen für Mensch und Umwelt), Responses (Maßnahmen bzw. Antworten der Politik / Gesellschaft)
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>GEMIS</b>	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme: online frei verfügbares Ökobilanz- und Stoffstromanalyse-Modell mit integrierter Datenbank für Energie-, Stoff- und Verkehrssysteme (Mehr Informationen dazu können in der Ökoinventar-Datenbank abgerufen werden)
<b>GFA</b>	Gesetzesfolgenabschätzung
<b>HEATCO</b>	Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment (EU-Forschungsprojekt)
<b>HFC</b>	Fluorkohlenwasserstoffe (= hydrofluorocarbons, engl.)
<b>IER</b>	Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart
<b>KFZ</b>	Kraftfahrzeug
<b>LKW</b>	Lastkraftwagen
<b>MSRL</b>	Meeresschutz-Rahmenrichtlinie
<b>NEEDS</b>	New energy externalities development for sustainability (EU-Forschungsprojekt)
<b>NMVO</b>	flüchtige Kohlenwasserstoffe (= non-methane volatile organic compounds)
<b>PCB</b>	Polychlorierte Biphenyle
<b>PFC</b>	<u>Perfluorcarbone</u>
<b>PKW</b>	Personenkraftwagen
<b>PM</b>	Feinstaub-Partikel (= particulate matter, engl.)
<b>POP</b>	Langlebige organische Schadstoffe (=persistent organic pollutants, engl.)
<b>THG</b>	Treibhausgas(e)
<b>UBA</b>	Umweltbundesamt

# 1 Einführung

## 1.1 Ziele der Arbeitshilfe

In Deutschland und auch international hat die Gesetzesfolgenabschätzung (GFA) in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Immer öfter wird im Gesetzgebungsprozess verlangt, dass die möglichen Folgen eines Gesetzes nicht nur im Detail beschrieben, sondern auch empirisch bewertet werden. Seit 2009 gibt es auch gesetzliche Vorgaben, die Bürokratiekosten (seit 2009 - verursachte Kosten der Berichtspflichten) und den Erfüllungsaufwand (seit 2011 - alle verursachten Kosten für Bürger und Unternehmen) eines Gesetzesentwurfs zu schätzen.

Dies hat zur Folge, dass den Bearbeitern in der für den Gesetzesentwurf zuständigen Verwaltung eine zusätzliche Aufgabe zufällt. Die Bearbeiter müssen oft in sehr kurzer Zeit die relevanten Informationen über die Wirkung von Gesetzesvorschlägen zusammenstellen, oftmals während dieser Gesetzesvorschlag in der Diskussion ist und noch laufend Änderungen an diesem Vorschlag erfolgen. Trotzdem müssen die erarbeiteten Informationen sowohl robust als auch entscheidungsrelevant sein.

Die Umweltpolitik steht in diesem Feld vor einer besonderen Herausforderung. Umweltpolitik verursacht oft leicht messbare und kurzfristige Kosten, während ihre Nutzen häufig indirekt und damit schwieriger messbar sind und zusätzlich erst mittel- und langfristig zum Tragen kommen. Werden diese Nutzen jedoch bei der Beurteilung von Gesetzesvorschlägen nicht berücksichtigt, dann besteht die Gefahr, dass nachhaltige Politikvorschläge an kurzfristigen Bedenken scheitern.

Diese gemeinsam von UBA und BMUB unter Mitarbeit des BfN entwickelte Arbeitshilfe unterstützt die für Gesetzesfolgenabschätzungen zuständigen Bearbeiter dabei, Informationen zusammenzustellen, die den langfristigen und indirekten Nutzen der Umweltpolitik deutlich machen. Zusammen mit dem dazugehörigen Excel-Werkzeug ermöglicht der Leitfaden den Bearbeitern, wirtschaftliche Wirkungen und Umweltnutzen von Politikmaßnahmen in kurzer Zeit zu quantifizieren und, wenn möglich und gewünscht, auch zu monetarisieren.

Die Arbeitshilfe kann zur quantitativen Folgenabschätzung aller politischen Maßnahmen genutzt werden, die umweltpolitische Wirkungen entfalten. Die Arbeitshilfe liefert jedoch keine komplette Kosten-Nutzen-Analyse. Sie konzentriert sich auf solche Nutzen und Kosten der Umweltpolitik, die robust und mit überschaubarem Aufwand geschätzt werden können. Dabei stützt sich die Arbeitshilfe auf wissenschaftlich etablierte Grundlagen und Kenngrößen, die den aktuellen Stand der Praxis widerspiegeln.

## 1.2 Rolle der Arbeitshilfe im Prozess der Gesetzesfolgenabschätzung

Für die Erarbeitung von Gesetzesfolgenabschätzungen (GFA) stehen Bearbeitern bereits mehrere Arbeitshilfen zur Verfügung. Die vorliegende Arbeitshilfe wurde so entwickelt, dass sie komplementär zu den bestehenden Arbeitshilfen genutzt werden kann und eine Lücke in den bisherigen Methoden schließt. Die grundlegende Arbeitshilfe zu Gesetzesfolgeabschätzungen ist die Arbeitshilfe des Bundesministeriums des Innern (BMI) („Arbeitshilfe zur Gesetzesfolgenabschätzung“<sup>1</sup>). Die Arbeitshilfe des BMI beschreibt die einzelnen Schritte der Gesetzesfolgenabschätzung.

---

<sup>1</sup> Arbeitshilfe zur Gesetzesfolgenabschätzung, BMI, 2009

[http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Themen/OED\\_Verwaltung/Buerokratieabbau/ah\\_gfa.html;jsessionid=80122430EBCAAA56F2F03C6D2CE66206.2\\_cid156?nn=449720](http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Themen/OED_Verwaltung/Buerokratieabbau/ah_gfa.html;jsessionid=80122430EBCAAA56F2F03C6D2CE66206.2_cid156?nn=449720)

1. Analyse des Regelungsumfeldes
2. Zielbeschreibung
3. Entwicklung einer Regelungsalternative
4. Prüfung und Bewertung der Regelungsalternativen
5. Ergebnisdokumentation

Nicht dargestellt in der GFA-Arbeitshilfe sind jedoch die Details oder die Methodik der Bewertung. Aufbauend auf der Struktur der GFA-Arbeitshilfe des BMI liefert die vorliegende Arbeitshilfe die Methodik für die GFA-Arbeitsschritte „Prüfung und Bewertung der Regelungsalternativen“ (Schritt 4) und „Ergebnisdokumentation“ (Schritt 5).

Die Bundesregierung hat sehr detaillierte Leitfäden zur Berechnung von Bürokratiekosten und Erfüllungsaufwand herausgegeben<sup>2</sup>. Daher beschränkt sich die vorliegende Arbeitshilfe auf die quantitative Schätzung ausgewählter anderer Wirkungskategorien<sup>3</sup>, für die bisher keine detaillierten Arbeitshilfen vorliegen. Der vorliegende Text nutzt jedoch die bestehenden Arbeitshilfen und beschreibt, wie der errechnete Erfüllungsaufwand und die Bürokratiekosten verwendet werden können, um sekundäre (indirekte) wirtschaftliche Folgen der geplanten Gesetze bzw. Maßnahmen quantitativ abzuschätzen. Zusätzlich soll die Arbeitshilfe ermöglichen, ausgewählte Umweltfolgen von Gesetzen und Maßnahmen zu monetarisieren, d.h. den Nutzen oder die Kosten aus Umweltsicht abzuschätzen.

Die Arbeitshilfe benutzt ökonomische Methoden der Kosten- und Nutzenbewertung, wie sie auch ähnlichen internationalen Arbeitshilfen wie den EU-Richtlinien für Wirkungsanalysen („EU Impact Assessment“) oder vergleichbaren schweizerischen oder britischen Vorgaben zu Grunde liegen. Die Arbeitshilfe liefert aber keine vollständige Kosten-Nutzen-Analyse für Gesetze oder Maßnahmen, sondern weist lediglich ausgewählte Kosten und Nutzen als Grundlage für die politische Diskussion aus.

Für die Schätzung und Bewertung der Umweltwirkungen werden hauptsächlich die Ergebnisse der neusten Methodenkonvention 2.0 des UBA von 2013 verwendet (UBA, IER 2013). Punktuell werden auch weitere wissenschaftliche Ergebnisse beigezogen. Generell spiegeln die verwendeten Kostensätze und Kenngrößen im Bereich der Umweltwirkungen den aktuellen, etablierten Stand der Wissenschaft wider. Eine detaillierte Kenntnis der Methodenkonvention

---

<sup>2</sup> Bundesregierung (2011): Leitfaden Erfüllungsaufwand - Leitfaden zur Ermittlung und Darstellung des Erfüllungsaufwands in Regelungsvorhaben der Bundesregierung  
[http://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/Buerokratieabbau/2011-11-07-leitfaden-buerokratieabbau.pdf;jsessionid=C71EA668DB155EC2064C03B1BA4BE68C.s2t2?\\_\\_blob=publicationFile&v=15](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/Buerokratieabbau/2011-11-07-leitfaden-buerokratieabbau.pdf;jsessionid=C71EA668DB155EC2064C03B1BA4BE68C.s2t2?__blob=publicationFile&v=15)  
Bundesregierung (2008): Leitfaden für die Ex-ante-Abschätzung der Bürokratiekosten nach dem Standardkosten-Modell (November 2008 / deutsche Fassung)  
[http://www.normenkontrollrat.bund.de/Webs/NKR/Content/DE/Publikationen/2008-03-01-leitfaden-fuer-die-ex-ante-abschaetzung-der-buerokratiekosten.pdf;jsessionid=E36A3D78575451C04D94CE6946CBC0B5.s3t2?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.normenkontrollrat.bund.de/Webs/NKR/Content/DE/Publikationen/2008-03-01-leitfaden-fuer-die-ex-ante-abschaetzung-der-buerokratiekosten.pdf;jsessionid=E36A3D78575451C04D94CE6946CBC0B5.s3t2?__blob=publicationFile&v=4)

<sup>3</sup> Im Fokus der vorliegenden Arbeitshilfe stehen v.a. folgende Wirkungen: Bei der Umwelt sind es die Wirkungen infolge Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen, Lärm, Beeinträchtigung von Ökosystemen, Emission toxischer Stoffe sowie indirekte Effekte durch vor- und nachgelagerte Prozesse (Details siehe Kap. 3.1.). Bei der Wirtschaft werden v.a. die Wertschöpfungs- und Beschäftigungswirkungen sowie die Wirkung auf Einnahmen der Sozialversicherungen bearbeitet (Details siehe Kap.3.2).

sowie der erwähnten internationalen Methoden ist nicht notwendig, um die Arbeitshilfe anzuwenden.

### 1.3 Wie ist die Arbeitshilfe aufgebaut?

Die Arbeitshilfe ist so aufgebaut, dass sie den zentralen Arbeitsschritten zur quantitativen Schätzung der Kosten und Nutzen von Politikmaßnahmen folgt. Die Arbeitshilfe besteht aus dem vorliegenden Leitfaden sowie einem Excel-Werkzeug, das als Hilfestellung für die quantitative Schätzung der Wirkungen dient. Der vorliegende Leitfaden zur Schätzung von Nutzen und Kosten in der Gesetzesfolgenabschätzung von umweltpolitischen Vorhaben ist in vier Arbeitsschritte gegliedert (s. Abbildung 3).

**1. Schritt: Definition der Maßnahme:** Im ersten Schritt werden die Maßnahme beschrieben und die Systemgrenzen definiert. Es soll festgestellt werden, welche Änderungen die Politikmaßnahme vorsieht und was diese Änderungen für die betroffenen Gruppen (Unternehmen, Haushalte oder Behörden) bedeuten. Damit werden auch die Systemgrenzen der Analyse bestimmt (Raum, Zeitraum, Inhalt, Branche etc.).

**2. Schritt: Identifikation der relevanten Wirkungskategorien:** Im zweiten Arbeitsschritt geht es darum, die Wirkungsweise eines Gesetzes bzw. einer Maßnahme aufzuzeigen und die relevantesten Wirkungen zu identifizieren. Relevante Wirkungen sind dabei alle Wirkungen, die voraussichtlich entweder quantitativ von Bedeutung sind oder die in der politischen Diskussion wichtig werden könnten. Sinnvoll ist die Entwicklung eines einfachen grafischen Wirkungsmodells, welches primäre und sekundäre, erwünschte und unerwünschte Wirkungen eines Gesetzes darstellt. Eine solche Darstellung hilft als Orientierung und für das Verständnis der Wirkungszusammenhänge, die sich durch ein neues Gesetz ergeben. Als zentrale Aufgabe dieses Arbeitsschrittes müssen anschließend die relevantesten Wirkungskategorien identifiziert werden, die später mit Hilfe der Arbeitshilfe quantifiziert und monetarisiert werden. Test- bzw. Leitfragen zu den einzelnen Wirkungskategorien dienen zusätzlich zum grafischen Wirkungsmodell als Hilfestellung zur Identifikation der Wirkungen.

**3. Schritt: Schätzung der Wirkungen:** Im zentralen Schritt der Arbeitshilfe werden die quantitativen Wirkungen abgeschätzt. Die quantitative Schätzung erfolgt wenn möglich in monetären Einheiten und wird für alle im 2. Arbeitsschritt als relevant identifizierten Wirkungskategorien durchgeführt. Die quantitative Schätzung der Wirkungen erfolgt in zwei Teilschritten. Zuerst müssen die primären Wirkungen ermittelt werden (z. B. CO<sub>2</sub>-Ausstoß oder zusätzliche Ausgaben für bestimmte Produkte), welche als Eingabevariablen für die weiteren Berechnungen benötigt werden<sup>4</sup>. Anschließend werden aus diesen Eingabevariablen mit Hilfe von vorgegebenen Kenngrößen oder Rechnungswegen die sekundären Wirkungen (z.B. Kosten des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes oder Beschäftigungswirkungen) ermittelt. Für diesen Teilschritt steht unterstützend ein Excel-Werkzeug zur Verfügung. Die quantitative Schätzung wird einerseits für Umweltwirkungen und andererseits für wirtschaftliche Wirkungen durchgeführt. Die Arbeitshilfe konzentriert sich auf Wirkungen, die mit überschaubarem Aufwand quantifiziert werden können.

**4. Schritt: Sensitivitätsanalyse, Aggregation und Einordnung der Ergebnisse:** Im letzten Arbeitsschritt können die Ergebnisse mit Hilfe von Sensitivitätsanalysen verifiziert und vertieft werden. Auf diese Weise kann die Robustheit der Analyse erhöht und das Verständnis für die Wirkungen verbessert werden. Insbesondere bei Unsicherheiten in Bezug auf die

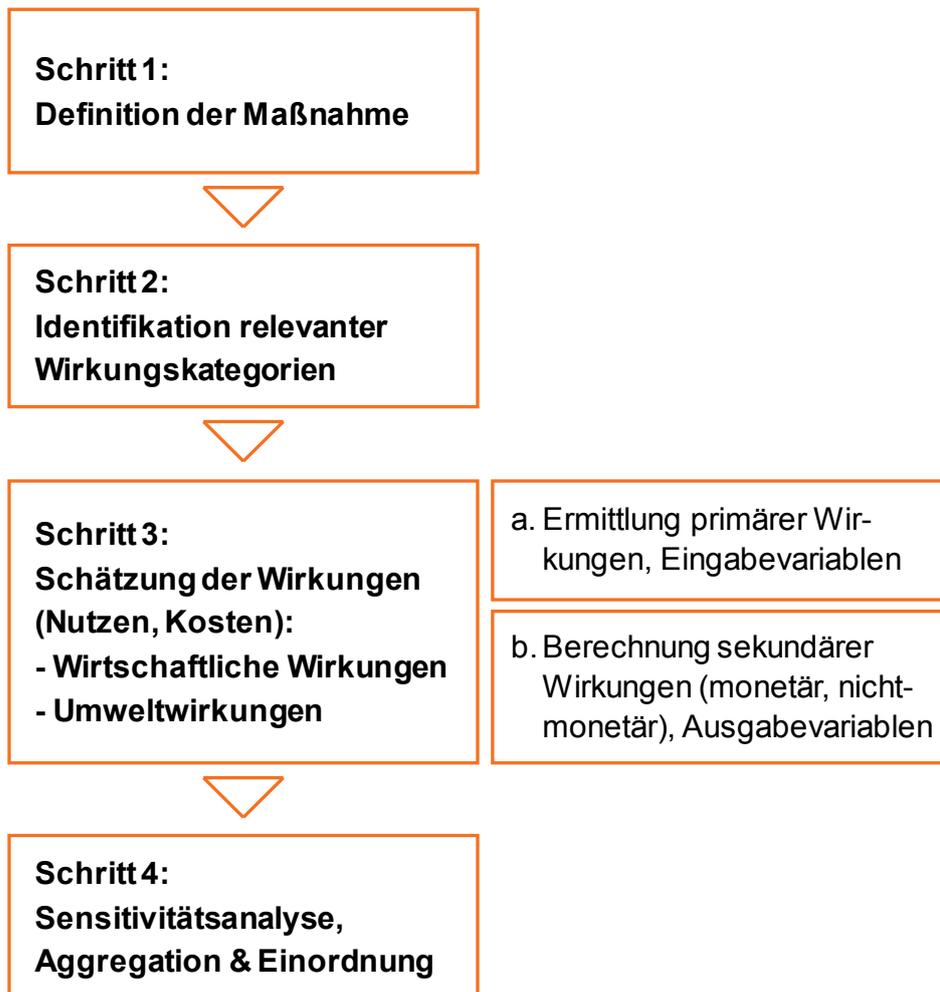
---

<sup>4</sup> Bei den Umweltwirkungen sind die primären Wirkungen in der Regel Angaben zur physischen Umweltbelastung (z.B. Emissionsmenge).

Eingabevariablen (primäre Wirkungen) helfen Sensitivitätsanalysen, eine Bandbreite der Ergebnisse zu erhalten. Ebenfalls am Ende können die verschiedenen Wirkungen aggregiert und miteinander verglichen werden. Eine Aggregation wird beispielsweise für die verschiedenen Umweltnutzen bzw. -kosten angeboten.

Ein Vergleich verschiedener Wirkungen ist zum Teil auch zwischen den Dimensionen Umwelt und Wirtschaft möglich. Zum letzten Arbeitsschritt gehören auch die Interpretation und Einordnung der Ergebnisse (indem z.B. Ergebnisse in Relation zu anderen Kenngrößen gestellt werden).

Abbildung 3: Arbeitsschritte der vorliegenden Arbeitshilfe zur Schätzung von Nutzen und Kosten



Im Zentrum der Arbeitshilfe steht der vorliegende Leitfaden. Das Excel-Werkzeug ist als Unterstützung für die Anwender gedacht. Das Werkzeug ist kein komplexes Modell, sondern relativ einfach aufgebaut und somit einfach anzuwenden. Es bündelt vor allem alle wichtigen Grundlagen und Kostensätze für die Berechnung der in der Arbeitshilfe abgedeckten Wirkungen, führt aber keine komplizierten Modellrechnungen durch. Versierte Anwender können die Berechnung der Wirkungen auch ohne das Excel-Werkzeug durchführen.

## 2 Schritt 1: Definition der zu bewertenden Maßnahme

Die wichtigste Grundlage einer robusten Wirkungsanalyse ist die Definition des geplanten Gesetzes bzw. der geplanten Maßnahme. Um sicher zu gehen, dass die Folgen korrekt analysiert werden können, muss im ersten Schritt eindeutig definiert werden, welche Veränderungen zum Status quo die Maßnahme oder das Maßnahmenpaket beinhaltet, auch wenn die Details der zukünftigen Regelung möglicherweise noch offen sind.

Die Beschreibung der Maßnahme bildet damit die Grundlage der Bewertung der Politikfolgen. Die folgenden Informationen müssen zusammengetragen werden, um eine robuste Schätzung in den weiteren Schritten zu ermöglichen:

- **(Rechtlicher) Status quo und aktuelle (Rechts-)Praxis:** Wenn Rechtsvorschriften betroffen sind, müssen ausreichend Informationen über die aktuell gültigen rechtlichen Regelungen und ihre Auslegung zusammengetragen werden. Auch bei nicht gesetzlichen Maßnahmen muss die Ausgangslage im Detail analysiert werden. Zum Beispiel sollte zur Erarbeitung der Wirksamkeit von Informationskampagnen zuerst hinterfragt werden, was die Informationsempfänger aktuell schon wissen, um abschätzen zu können, welches zusätzliche Wissen mit der Kampagne erreicht wird.
- **Geplante Änderungen:** Als nächster Schritt sollten die geplanten Änderungen im Detail dargestellt werden. Dabei geht es darum, jeden Teil der geplanten Maßnahme im Einzelnen darzustellen und zu erläutern, inwieweit er den oben beschriebenen Status quo ändern wird.
- **Bedeutung der Maßnahme für verschiedene Gruppen von Normadressaten:** Im nächsten Schritt werden dann die direkten Handlungen der einzelnen Normadressaten (Bürger, Unternehmen und Verwaltungen) analysiert, die aus der geplanten Maßnahme resultieren. Dabei ist es wichtig genau abzugrenzen, welche Normadressaten (welche Wirtschaftsbranche oder welche gesellschaftliche Gruppe) von den Änderungen in welcher Weise betroffen ist, um ihre gewollten und ungewollten Reaktionen auf die geplanten Maßnahmen abschätzen zu können. In diesem Schritt sollen nicht alle Gruppen analysiert werden, die von der Maßnahme in irgendeiner Weise betroffen sein könnten, sondern jene Normadressaten, von deren Reaktion die Wirkung der Maßnahme entscheidend abhängt.

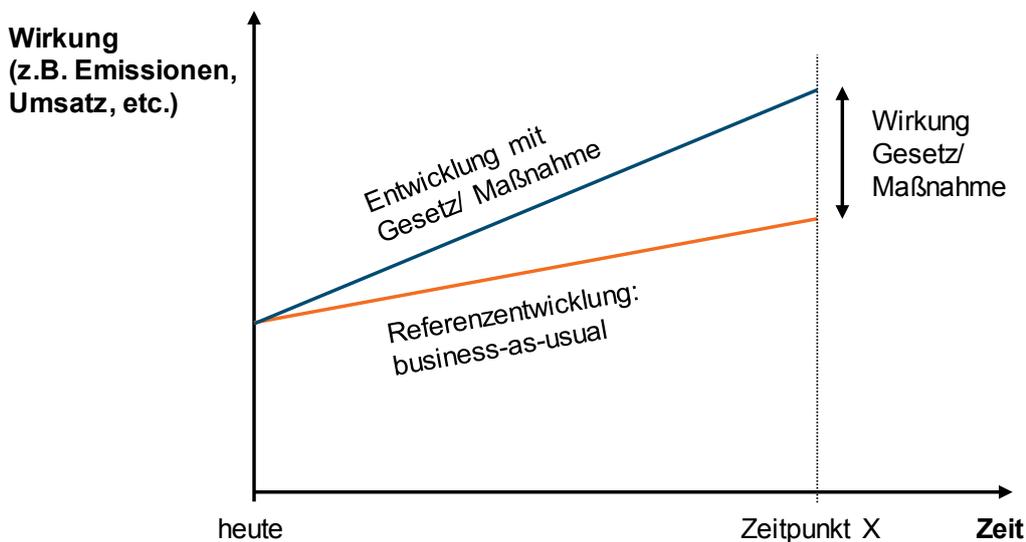
Eine wichtige Voraussetzung für die quantitative Abschätzung der Wirkungen sind klare Vorstellungen der Systemgrenzen. Bevor die verschiedenen Wirkungen quantifiziert werden, müssen deshalb in einem separaten Teilschritt die Systemgrenzen geklärt und festgelegt werden. Dabei geht es nicht darum, den betrachteten Wirkungsbereich einzuschränken, sondern deutlich zu machen, auf welches System sich das Gesetz bezieht und innerhalb welcher Systemgrenzen

die Abschätzung von Nutzen bzw. Kosten sinnvoll ist. Die **Festlegung der Systemgrenzen** beinhaltet u.a. folgende Dimensionen:

- **Zeitraum / -horizont:** Der Betrachtungszeitraum muss klar definiert sein. Idealerweise wird ein Zeitpunkt gewählt, bei dem sich die Wirkungen eines Gesetzes voll entfalten (z.B. in 5 oder 10 Jahren). Andererseits soll der Zeitpunkt nicht allzu weit in der Zukunft liegen, weil dann die Unsicherheit der Wirkungsabschätzung zunimmt. Möglich ist es auch, mehrere Betrachtungszeiträume zu definieren (z.B. in 10 und in 20 Jahren). Wenn möglich soll für alle Wirkungen der gleiche Zeithorizont gewählt werden (in Ausnahmen sind auch unterschiedliche Zeithorizonte möglich).
- **Raum:** Für welche räumliche Abgrenzung werden die Wirkungen analysiert? - Z.B. nur meeresnahe Gebiete, urbane Gebiete, ländliche Regionen oder das ganze Land; Umweltwirkungen auf nationaler Ebene oder auch weltweite Effekte? Die räumliche Abgrenzung kann für verschiedene Wirkungen auch unterschiedlich sein.
- **Inhalt:** Welche Wirkungen werden betrachtet, welche werden als wenig relevant vernachlässigt? Diese Abgrenzung entspricht dem zweiten Arbeitsschritt im dritten Kapitel (Identifikation Wirkungskategorien).

Zu weite Systemgrenzen erhöhen normalerweise den Aufwand der Analyse und lassen die Wirkungen relativ kleiner erscheinen. Auf der anderen Seite können zu enge Systemgrenzen die Analyse bedeutend verfälschen, da wichtige Wirkungen oder Normadressaten vernachlässigt werden. Ebenfalls zu Beginn der Bewertung muss der **Vergleichsmaßstab (Referenz) definiert** werden, im Vergleich zu dem die Wirkungen quantifiziert werden soll. Die (hypothetische) Entwicklung ohne die Einführung der politischen Maßnahme sollte in der Regel den Vergleichsmaßstab darstellen. Somit wird bei der Wirkungsabschätzung immer die Entwicklung mit dem geplanten Gesetz mit der Referenzentwicklung ohne Gesetz verglichen (Abbildung 4).

Abbildung 4: Abschätzung des Vergleichsmaßstabes oder einer Referenzentwicklung



<b>Illustrationsbeispiel Winterreifenpflicht</b>	
<p>Im weiteren Verlauf dieses Leitfadens werden anhand eines fiktiven Beispiels die verschiedenen Arbeitsschritte illustriert. Als Beispiel wird das Gesetz zur Winterreifenpflicht gewählt, das 2010 durch eine Anpassung der Straßenverkehrsordnung (§ 2) umgesetzt wurde. Der Gesetzestext besagt, dass bei Glatteis, Schneeglätte, Schneematsch, Eis- oder Reifglätte Kraftfahrzeuge in Deutschland obligatorisch mit Winterreifen (oder Ganzjahresreifen) ausgerüstet sein müssen. Die Überlegungen zum Illustrationsbeispiel sind immer in einer grau hinterlegten Box zu finden.</p>	
<b>Zusammenfassende Tabelle</b>	
<b>Derzeitiger Rechtstatus</b>	Keine Vorschriften zu Winterreifen. Ein Teil Autofahrer wechselt zum Winter die Reifen, ein Teil fährt das ganze Jahr mit Allwetterreifen und ein kleiner Teil fährt auch im Winter mit Sommerreifen. Gemäß Schätzungen umfasst die letzte Kategorie rund 10 % aller KFZ-Halter <sup>5</sup> . Diese Personengruppe müsste ihr derzeitiges Verhalten umstellen.
<b>Geplante Änderung</b>	Vorschrift für alle PKW, bei Glatteis, Schneeglätte, Schneematsch, Eis- und Reifglätte mit Winter- oder Ganzjahresreifen zu fahren.
<b>Betroffene Gruppe 1</b>	KFZ-Besitzer müssen zweimal im Jahr die Reifen wechseln oder wechseln lassen und müssen ein Set Winterreifen erwerben. In der Regel werden damit in den Wintermonaten (Faustregel O bis O – Oktober bis Ostern) alle PKW mit Winterreifen unterwegs sein.
<b>Betroffene Gruppe 2</b>	Hersteller von Reifen und Rädern
<b>Betroffene Gruppe 3</b>	KFZ-Reparaturwerkstätten (Montagedienstleister)
<b>Betrachtungszeitraum</b>	Da die Verpflichtung eine einmalige Aktion der KFZ-Nutzer erfordert (erstmaliger Kauf und Installation von Winterreifen) und regelmäßige Aktionen (Wechsel der Reifen und Ersatz der Reifen in regelmäßigen Abständen) ist eine Darstellung der jährlichen und einmaligen Kosten sinnvoll. Die einmaligen Kosten fallen dabei im ersten Jahr der Gültigkeit des Gesetzes an, während die jährlichen Kosten in jedem Jahr ab der Gültigkeit des Gesetzes anfallen.  Im Fokus der Betrachtung stehen Jahreswerte.

<sup>5</sup> Bundesregierung 2011: Leitfaden zur Ermittlung und Darstellung des Erfüllungsaufwands in Regelungsvorhaben der Bundesregierung.

### **3 Schritt 2: Identifikation der relevanten Wirkungskategorien**

Umweltpolitische Maßnahmen beeinflussen komplexe wirtschaftliche und ökologische Systeme auf vielschichtige Weise. Die Auswahl der relevantesten Wirkungskategorien ist sehr wichtig, um nicht wertvolle Ressourcen und Zeit für wenig entscheidungsrelevante Aspekte zu verschwenden. Das folgende Kapitel soll daher die Auswahl der relevanten Wirkungskategorien erleichtern.

Eine wesentliche Herausforderung bei der Auswahl der Wirkungskategorien ist die Interdependenz der verschiedenen Wirkungskategorien. So wird zum Beispiel die Einführung von Straßennutzungsgebühren eine primäre Wirkung auf das Verkehrsaufkommen haben, zusätzlich jedoch auch sekundäre Wirkungen nach sich ziehen und damit z.B. die Wertschöpfung in anderen Wirtschaftsbranchen, die Luftqualität, den Energieverbrauch und eine Reihe anderer Umwelt- und Wirtschaftsbereiche beeinflussen. Aufgrund dieser zum Teil mehrstufigen Wirkungsketten ist ein Verständnis dieser kausalen Beziehungen unerlässlich, um eine robuste Wirkungsabschätzung zu erarbeiten.

Die Wirkungen einer Politikmaßnahme und ihre Interdependenzen (das Logikmodell oder auch die Hypothese über die Wirkungsweise der Maßnahme) können in verschiedener Weise veranschaulicht werden. Die grafische Darstellung in einem Flussdiagramm (ein Beispiel ist am Ende dieses Abschnittes im Praxisbeispiel dargestellt) zeigt die einzelnen Schritte von der Politikmaßnahme zu den erwünschten (oder unerwünschten) Wirkungen. Dieses Flussdiagramm stellt die wichtigsten Annahmen dar, die für eine Wirksamkeit der Politikmaßnahme erfüllt sein müssen. Es zeigt also welche handelnden Personen ihr Verhalten in welcher Weise ändern müssen und welche anderen Bedingungen eintreffen müssen, damit die erhofften Wirkungen erreicht werden.

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick jener Wirkungskategorien, die in der vorliegenden Arbeitshilfe abgedeckt sind und in den späteren Kapiteln vertieft werden. Die Arbeitshilfe umfasst nur eine Auswahl aller denkbaren Wirkungen, beinhaltet jedoch alle Umweltwirkungen, die mit vertretbarem Aufwand quantifizierbar (und wenn möglich monetarisierbar) sind. Das Kapitel liefert zudem eine Übersicht über die wichtigsten Kausalbeziehungen bzw. Wirkungsketten und erläutert die zentralen Annahmen zu diesen Wirkungsketten.

Ziel des Kapitels ist es einerseits, einen Überblick über die in der Arbeitshilfe abgedeckten Wirkungskategorien zu vermitteln und andererseits, den Nutzern eine Hilfestellung bei der Identifikation und Auswahl relevanter Wirkungen zu geben, wenn sie die Folgen umweltrelevanter Gesetze quantitativ abschätzen müssen. Die Umweltwirkungen sowie die wirtschaftlichen Wirkungen werden je in einem eigenen Teilkapitel behandelt.

Jedes Einzelkapitel zu einer Wirkungskategorie startet mit Identifikationsfragen, die signalisieren, ob für das betrachtete Gesetz bzw. für die damit verbundenen Maßnahmen die entsprechende Wirkungskategorie relevant ist. Wenn die Leitfrage oder eine der Vertiefungsfragen mit „Ja“ oder „wahrscheinlich Ja“ beantwortet werden, sollte die Wirkungskategorie in die vertiefte Analyse mit einbezogen werden, d.h. eine konkrete Abschätzung der Wirkung im Schritt 3 (Kap. 4) erfolgen.

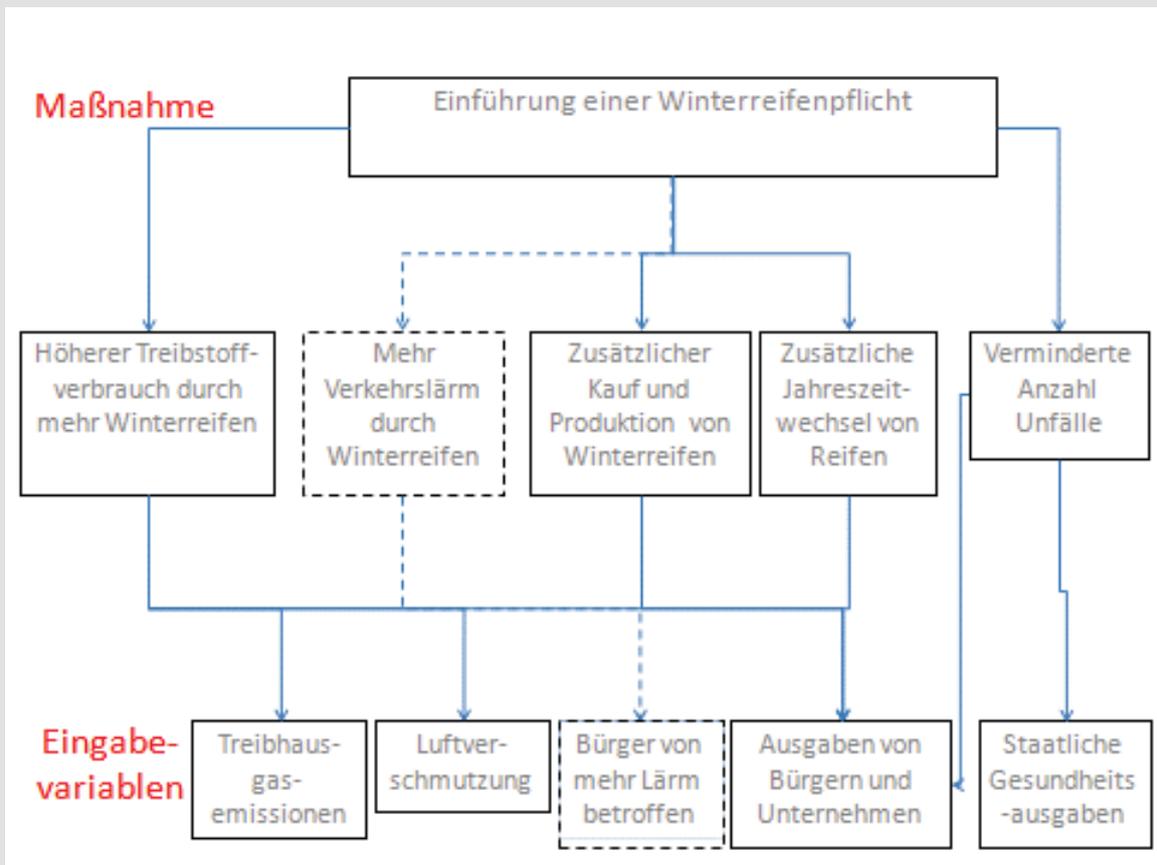
Der vorliegende Arbeitsschritt 2 ist ebenfalls Teil des Excel-Werkzeugs. Allerdings muss dieser Schritt nicht unbedingt im Werkzeug durchgeführt werden, sondern kann auch direkt schriftlich erfolgen. In anderen Worten: Die Abschätzung der Wirkung (Schritt 3) kann im Excel-Werkzeug auch direkt ohne vorherige Durchführung des Schrittes 2 erfolgen.

**Illustrationsbeispiel Winterreifenpflicht**

Für das Beispiel der Winterreifenpflicht gibt es verschiedene Wirkungsketten, die im Bereich Wirtschaft und Umwelt verschiedene Folgen haben. Die folgende Abbildung zeigt die wichtigsten Wirkungsketten in der Übersicht. Als Ergebnis des Schrittes 2 für das Illustrationsbeispiel erachten wir die folgenden Wirkungen als relevant<sup>6</sup>:

1. Die Winterreifenpflicht verpflichtet die Fahrzeughalter, die bisher keine Winterreifen genutzt haben, Winterreifen zu erwerben und diese Jahrzeitgemäß mit den Sommerreifen auszutauschen. Dadurch entstehen Kosten für Bürger und Unternehmen, aber auch Wertschöpfung und Beschäftigung bei Reifenherstellern und Montagewerkstätten.
2. Die erhöhte Nutzung von Winterreifen erhöht den Treibstoffverbrauch. Der erhöhte Treibstoffverbrauch erhöht die Kosten von Bürgern und Unternehmen, und führt zu erhöhten Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen. Details zur Relevanz der einzelnen Umweltwirkungen finden sich im folgenden Kapitel 3.1.
3. Die höhere Nutzung von Winterreifen verhindert Unfälle. Dies führt wiederum zu eingesparten Kosten für Bürger und Unternehmen und zu verminderten staatlichen Gesundheitsausgaben.

Andere mögliche Wirkungen wie z.B. erhöhte Emissionen durch die Produktion von Winterreifen oder der Zuwachs an Verkehrslärm wurden wegen zu erwartender geringer Bedeutung nicht in die Analyse einbezogen (siehe Kap. 3.2). Berücksichtigt werden aber indirekte Emissionen, die durch den zusätzlichen Treibstoffverbrauch entstehen. Die folgende Grafik fasst die Wirkungen zusammen. Im späteren Verlauf als irrelevant beurteilte Wirkungen wurden gestrichelt dargestellt.



<sup>6</sup> Im Bereich der Umweltwirkungen folgen detaillierte Erläuterungen zur Relevanz der einzelnen Wirkungskategorien im anschließenden Kapitel 3.1 (jeweils in grau hinterlegter Box).

*Alternativtext: Die Einführung einer Winterreifenpflicht hat unter anderem folgende Auswirkungen: Höherer Treibstoffverbrauch durch mehr Winterreifen; mehr Verkehrslärm durch Winterreifen; zusätzlicher Kauf und Produktion von Winterreifen; Zusätzliche Jahreszeitenwechsel von Reifen; Verminderte Anzahl Unfälle. Daraus ergeben sich folgende Eingabevariablen für das Werkzeug: Treibhausgasemissionen, Luftverschmutzung, Ausgaben von Bürgern und Unternehmen, Staatliche Gesundheitsausgaben.*

### 3.1 Umweltwirkungen

Gesetze und andere staatliche Regulierungen können eine breite Palette möglicher Umweltwirkungen zur Folge haben. Diese Wirkungen können beabsichtigt oder unbeabsichtigt, positiv oder negativ sein. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick der wichtigsten Umweltwirkungen staatlichen Handelns und zeigt die entsprechenden Wirkungsketten und kausalen Zusammenhänge. Die Darstellung orientiert sich am so genannten DPSIR-Modell<sup>7</sup>. Mit Hilfe dieses Modells wird der kausale Zusammenhang zwischen Umweltbelastung (z. B. Emission von Luftschadstoffen), der Umweltqualität bzw. dem Umweltzustand (z. B. die Konzentration von Schadstoffen in der Luft) sowie den Folgen (z. B. Gesundheits- oder Umweltschäden) veranschaulicht. Gemäß Modell reagiert die Politik mit Maßnahmen, die wiederum an verschiedenen Stellen des Modells ansetzen und so die Folgen direkt oder indirekt beeinflussen können<sup>8</sup>.

Die Arbeitshilfe hat nicht das Ziel, sämtliche mögliche Umweltwirkungen exakt abzudecken. Gemäß Aufgabenstellung soll sich die Arbeitshilfe auf eine Auswahl an besonders relevanten und gut quantifizierbaren Wirkungen beschränken. Für die vorliegende Arbeitshilfe stehen deshalb jene Wirkungen im Vordergrund, die mit überschaubarem Aufwand quantifiziert und monetär bewertet werden können. Teil des Leitfadens sind insbesondere jene Umweltwirkungen, die in der Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten des Umweltbundesamtes (UBA, IER 2013) abgedeckt sind. Zusätzlich sind einige weitere Wirkungen (v.a. im Bereich Beeinträchtigung von Ökosystemen) Teil der Arbeitshilfe.

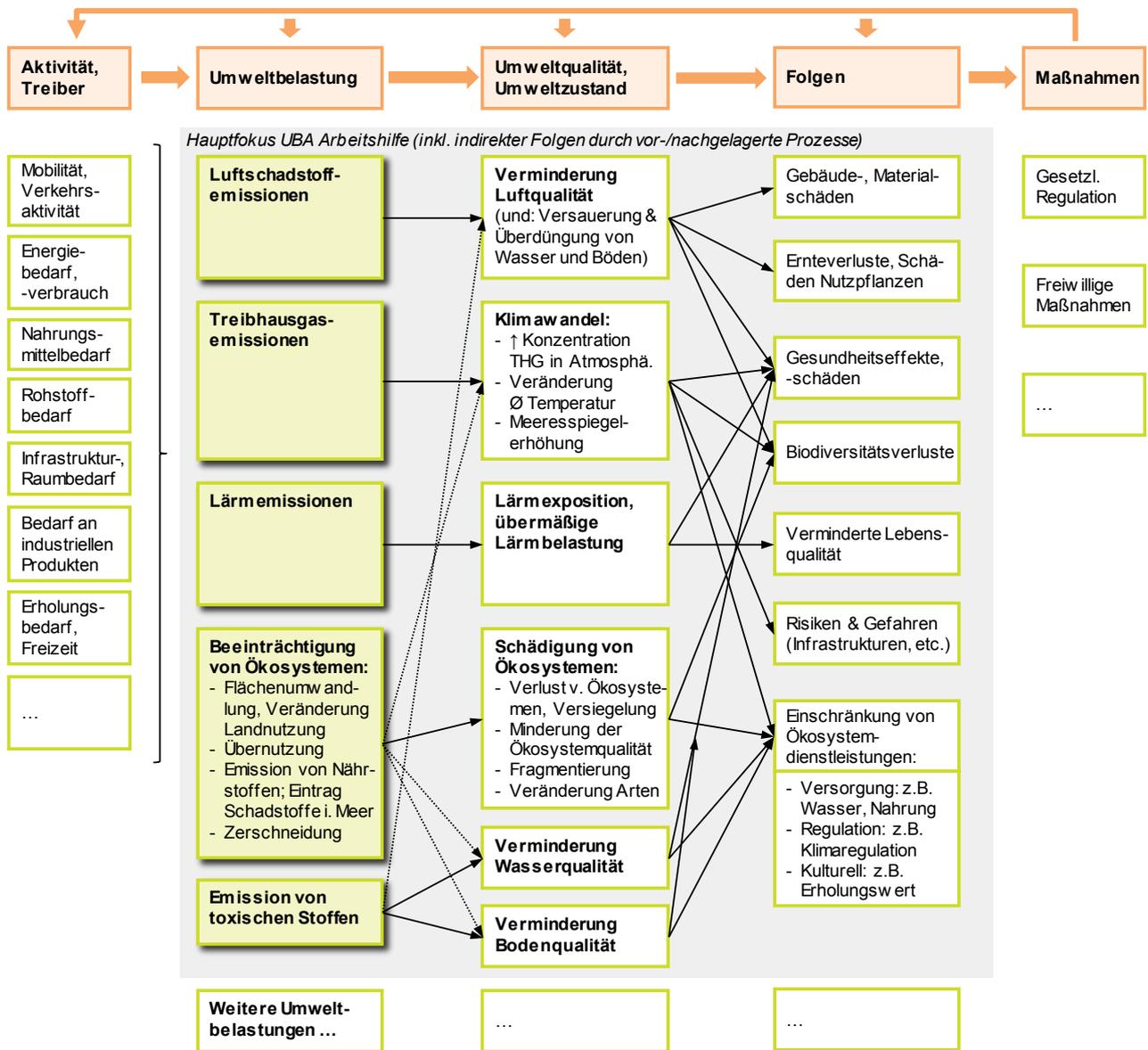
In der Arbeitshilfe erfolgt die Gliederung der verschiedenen Umweltwirkungen entlang der Umweltbelastungen („Pressures“). Entsprechend ist das Kapitel 3.1 strukturiert (s. Abbildung 5).

---

<sup>7</sup> Das DPSIR-Modell bzw. der DPSIR-Ansatz steht für Driving Forces (Aktivität, Treiber), Pressures (Umweltbelastung), State (Umweltqualität, Umweltzustand), Impacts (Folgen, Beeinträchtigung für Mensch und Umwelt), Responses (Maßnahmen bzw. Antworten der Politik / Gesellschaft) und veranschaulicht den kausalen Zusammenhang zwischen Umweltbelastungen, deren Folgen und Umweltmaßnahmen.

<sup>8</sup> Politische Maßnahmen können einerseits direkt die Treiber oder Aktivitäten („Drivers“) an der Quelle beeinflussen, andererseits aber auch bei den Umweltbelastungen, dem Umweltzustand oder sogar erst bei den Folgen (z.B. Maßnahmen zur Minderung / Reparatur der Folgen) ansetzen. Beim Verkehrslärm an einer Straße mit vielen Anwohnern sind z.B. folgende unterschiedlichen Maßnahmen denkbar: (temporäre) Sperrung der Straße (Verringerung von Aktivität / Treiber), Durchfahrt nur für lärmarme Fahrzeuge (Reduktion Umweltbelastung), Bau von Lärmschutzwänden (Verbesserung des Umweltzustands) oder bezahlte Kuraufenthalte für Anwohner (Minderung der Folgen).

Abbildung 5: Überblick der wichtigsten Umweltwirkungen dieser Arbeitshilfe, eingebettet ins DPSIR-Modell.



Anmerkungen: Die Arbeitshilfe ist entlang der Umweltbelastungen gegliedert. (Die in der Arbeitshilfe vertieften Umweltbelastungen sind gelb eingefärbt). Im vorliegenden Leitfaden wird der Kreislauf geschlossen, indem die Maßnahmen („Response“) am Anfang stehen und deren Wirkungen/Folgen abgeschätzt werden.

Die Arbeitshilfe legt den Fokus auf jene Umweltwirkungen, bei denen die quantitative Abschätzung der Folgen und insbesondere die monetäre Bewertung (d.h. die Ermittlung der externen Kosten bzw. Nutzen) breit etabliert sind. Bei folgenden Umweltbelastungen können mit der vorliegenden Arbeitshilfe die Folgen quantifiziert und monetarisiert werden:

- **Luftschadstoffemissionen:** Die Emission klassischer Luftschadstoffe führt zu einer Verminderung der Luftqualität, was wiederum verschiedene negative Folgen hat (Gesundheitsschäden, Gebäude- oder Materialschäden, Ernteverluste bei Nutzpflanzen, Biodiversitätsverluste).
- **Treibhausgasemissionen:** Die Emission von Treibhausgasen führt zu Klimaveränderungen, die eine ganze Reihe von Folgen haben können (Naturgefahren, Gesundheitseffekte, Biodiversitätsverluste, etc.).
- **Lärmemissionen:** Lärmemissionen und die daraus resultierende übermäßige Lärmbelastung für die betroffene Bevölkerung führen zu Gesundheitsschäden sowie anderen Belästigungswirkungen bzw. Einbußen der Lebensqualität.
- **Beeinträchtigung von Ökosystemen:** Verschiedene Beeinträchtigungen von Ökosystemen (z.B. Flächenumwandlung und -versiegelung, Landnutzungsänderungen, Übernutzung oder Nutzungsintensivierung, Emission / Eintrag von Nähr- und Schadstoffen in Ökosysteme, Zerschneidung) führen zu einer Verminderung der Biodiversität oder anderen negativen Folgen infolge der Einschränkung von Ökosystemdienstleistungen, wie z.B. der Verminderung von Bodenfruchtbarkeit, von Filter- und Reinigungsleistungen, der Kohlenstoffspeicherfunktion, der Wasserrückhaltefunktion, der Erholungsfunktion, etc.
- **Emission toxischer Stoffe:** Die Freisetzung von toxischen Stoffen wie Schwermetallen oder langlebigen organischen Schadstoffen (POP)<sup>9</sup> (z.B. Herbizide, Insektizide und andere Chemikalien) kann zu einer Verminderung der Gewässer- oder Bodenqualität sowie zu Gesundheitsschäden beim Menschen führen.
- **Indirekte Umweltbelastungen durch vor- und nachgelagerte Prozesse:** Neben den erwähnten direkten Umweltbelastungen vor Ort können auch im Laufe des Lebenszyklus<sup>10</sup> bei vor- oder nachgelagerten Prozessen Umweltbelastungen und als Folge davon quantifizierbare Wirkungen entstehen. Solche indirekten Effekte entstehen z.B. bei der Bereitstellung von Energie sowie bei Bau, Unterhalt und Entsorgung von Infrastrukturen, Anlagen, Fahrzeugen, etc., die z.B. zu Emissionen von Luftschadstoffen und Klimagasen führen. Nicht in der Arbeitshilfe abgedeckt sind weitere indirekte Effekte, z.B. auf Ökosysteme. Der Fokus liegt auf den indirekten Luftschadstoff- und Klimagasemissionen.

Für die erwähnten sechs Kategorien ist die quantitative und monetäre Bewertung der Umweltschäden (bzw. externen Kosten) etabliert. Diese Wirkungskategorien und deren Monetarisierung sind auch Teil der UBA-Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten (UBA, IER, 2013), welche eine zentrale Grundlage für diese Arbeitshilfe darstellt. In der obigen Abbildung 5 sind jene Umweltbelastungen und -wirkungen aufgeführt, die in der vorliegenden Arbeitshilfe im Detail behandelt werden.

Zusätzlich gibt es weitere Umweltwirkungen (Nutzen oder Kosten), die nicht Teil dieser Arbeitshilfe sind<sup>10</sup>, weil die Grundlagen für die monetäre Bewertung (noch) nicht genügend gut

---

<sup>9</sup> POP: Persistent organic pollutants.

<sup>10</sup> Die Beschreibung und Abschätzung weiterer Umweltwirkungen kann im Rahmen der Durchführung einer umfassenden GFA erforderlich sein, die vorliegende Arbeitshilfe (inkl. Excel-Werkzeug) deckt diese Wirkungen jedoch nicht ab.

sind oder weil die Wirkungen keine große Relevanz haben. Entsprechend können diese Wirkungen mit der vorliegenden Arbeitshilfe inkl. Excel-Werkzeug nicht berechnet werden. Solche weiteren Umweltwirkungen sind u.a.:

- Schäden durch Erschütterungen
- Beeinträchtigung durch visuelle Einflüsse oder Licht (Lichtverschmutzung)
- Umweltschäden in besonders sensiblen Gebieten  
(z.B. Berggebiete, Tourismusregionen: Lärm, Landschaftsschäden, Luftverschmutzung, etc.)
- Risiken durch Bereitstellung von Energie  
(z.B. Großrisiken bei Kernenergie oder Tiefsee-Ölbohrungen)
- Beeinträchtigung von Gewässer durch  
hydromorphologische Veränderungen und Wärmeeinträge aus Kraftwerken<sup>11</sup>
- Erholungsnutzen von Grünflächen /  
Parks in der Stadt sowie Erholungsgebieten generell

Spezifische Schäden an einzelnen Ökosystemen (Wald, Böden, Meere und andere Gewässer) sind soweit relevant und möglich teilweise in den Kategorien Ökosystembeeinträchtigungen und Luftschadstoffemissionen abgedeckt<sup>12</sup>. Ein Teil dieser Schäden ist kaum zu quantifizieren und / oder kann nicht monetarisiert werden.

Keine eigene Kategorie im Bereich der Umweltkosten und -nutzen bilden in dieser Arbeitshilfe die *Abfälle* und das *Abwasser*. Die Kosten, die durch Siedlungsabfälle und Siedlungsabwasser entstehen, werden heute in Deutschland über entsprechende Entsorgungsgebühren verursachergerecht auf die Nutzer abgewälzt. Diese Gebühren decken grundsätzlich alle auftretenden Folgekosten. Damit fallen hier keine externen Umweltkosten an. Die Entsorgungskosten können allerdings als betriebswirtschaftliche Folgekosten relevant sein und wären entsprechend bei der Quantifizierung der wirtschaftlichen Wirkungen (siehe Kapitel 3.2 und 4.2) zu berücksichtigen. Gewisse Schadstoffe können bei der Abwasserreinigung oder der Abfallverbrennung nicht eliminiert werden und gelangen so in die Umwelt. Dies betrifft insbesondere toxische Stoffe wie Schwermetalle oder langlebige organische Verbindungen. Die dadurch verursachten Folgekosten sind soweit heute bekannt in der oben erwähnten Kategorie „Emission toxischer Stoffe“ abgedeckt.

In den folgenden Teilkapiteln werden die einzelnen Umweltbelastungen und deren Wirkungsketten genauer dargestellt. Eine Reihe von Fragen soll es den Nutzern zudem ermöglichen herauszufinden, ob eine Umweltbelastung für ein konkretes Gesetz bzw. eine politische Maßnahme relevant ist und somit in der Folgenabschätzung berücksichtigt werden muss.

---

<sup>11</sup> Bei den Gewässern gibt es eine Reihe von Beeinträchtigungen, die zwar relevant und anerkannt sind, für die es aber keine verlässlichen Methoden zur Quantifizierung der Umweltkosten gibt. Deshalb sind sie in dieser Arbeitshilfe nicht abgedeckt. Teil der Arbeitshilfe sind lediglich die Schäden infolge Eintrags toxischer Stoffe (Kap. 3.1.5).

<sup>12</sup> Abgedeckt sind z.B. Biodiversitätsverluste bei Landökosystemen infolge Luftschadstoffemissionen oder Schäden infolge ausgewählter Schadstoffeinträge ins Meer. Bisher kaum verlässliche Monetarierungen gibt es aber für andere Wirkungen, z.B. auf Waldökosysteme.

### 3.1.1 Luftschadstoffemissionen

Mit Hilfe der folgenden Fragen soll identifiziert werden, ob die Kategorie „Luftschadstoffemissionen“ für das betrachtete Gesetz relevant ist oder nicht. Falls eine der folgenden Fragen mit „Ja“ beantwortet werden kann, ist die Kategorie relevant und die entsprechenden Nutzen und Kosten können anschließend im Schritt 3 (Kap. 4) abgeschätzt werden. Die grafische Darstellung der Wirkungszusammenhänge im Bereich Luftschadstoffemissionen (Abbildung 6) soll ebenfalls bei der Prüfung der Relevanz helfen.

#### **Identifikationsfragen:**

*a. Führt das Gesetz (bzw. die Maßnahme) zu einer Erhöhung oder Verminderung von Luftschadstoffemissionen?*

*(insb. folgende Schadstoffe: Feinstaub-Partikel PM, Stickoxide NO<sub>x</sub>, Schwefeldioxide SO<sub>2</sub>, Ammoniak NH<sub>3</sub>, flüchtige Kohlenwasserstoffe NMVOC)*

*b. Führt das Gesetz zu einer Veränderung der Luftqualität? Ist zu erwarten, dass aufgrund des Gesetzes die Schäden infolge schlechter Luftqualität zu- oder abnehmen?*

#### **Vertiefungsfragen:**

*1. Führt das Gesetz zu einer Veränderung des Verkehrsaufkommens, entweder durch Verminderung oder Erhöhung der Verkehrsmenge oder durch eine Verlagerung von Verkehr auf andere Verkehrsträger (z.B. von der Straße auf die Schiene)?*

*2. Führt das Gesetz zu einer veränderten Zusammensetzung der Fahrzeugflotte im Land-, Luft- oder Schiffsverkehr? Denkbar sind z.B. leichtere, schwerere, verbrauchsärmere oder leistungsstärkere Fahrzeuge; Motoren einer anderen Euro-Klasse; Fahrzeuge mit einer anderen Kraftstoff- oder Antriebsart.*

*3. Führt das Gesetz zu einer Veränderung (Erhöhung, Verminderung) des Stromverbrauchs von Haushalten, Unternehmen oder der öffentlichen Hand? Oder verändert sich als Folge des Gesetzes der von den Konsumenten genutzte oder der von Energieunternehmen produzierte Strom-Mix (z.B. von Kohlestrom zu Solarstrom)?*

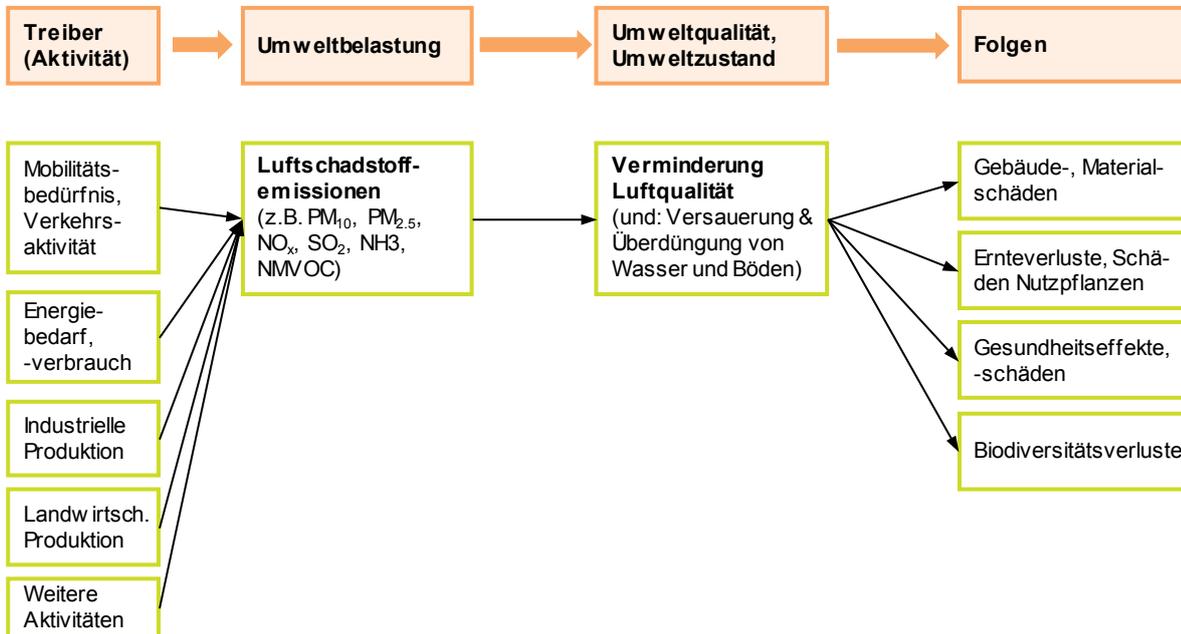
*4. Führt das Gesetz zu einer Veränderung des Wärmeenergieverbrauchs von Haushalten, Unternehmen oder der öffentlichen Hand? Oder verändert sich die Zusammensetzung der Energieträger zur Wärmeproduktion (z.B. Erdöl statt Erdgas)?*

*5. Führt das Gesetz zu einer Veränderung des Verbrauchs von Brenn- oder Kraftstoffen (Kohle, Erdöl, Erdgas, Holz, Benzin, Diesel)?*

*6. Fallen aufgrund des Gesetzes Emissionen von Luftschadstoffen räumlich anders an, z.B. in besiedelten Gebieten (in Städten, Dörfern) statt außerhalb des Siedlungsgebiets?*

Die folgende Abbildung zeigt die Wirkungszusammenhänge zwischen Treiber (Aktivität), Umweltbelastung, Umweltqualität und Folgen im Bereich der Luftschadstoffemissionen.

Abbildung 6: Umweltfolgen durch Luftschadstoffemissionen (Wirkungsmodell)



Luftschadstoffe können für Mensch und Umwelt zu verschiedenartigen Schädigungen oder Beeinträchtigungen führen. Nachstehende Wirkungen oder Folgen sind in der wissenschaftlichen Literatur etabliert und können für die Ermittlung externer Kosten quantifiziert werden:

- **Gesundheitsschäden:** Das Einatmen von Luftschadstoffen wie Feinstaub-Partikeln (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) Stickoxiden (NO<sub>x</sub>), etc. führt zu einem erhöhten Risiko für Atemwegserkrankungen (z.B. Bronchitis, Asthma, Lungenkrebs) und Herz-Kreislaufkrankheiten. Die Gesundheitsschäden führen zu medizinischen Behandlungskosten, Produktionsausfällen bei der Arbeit (durch Krankheitstage) und teilweise gar zu Todesfällen.
- **Gebäude- / Materialschäden:** Luftschadstoffe können auf zwei Arten Schäden an Gebäuden und anderen Materialien verursachen: a) Verschmutzung von Gebäudeoberflächen durch Partikel und Staub. b) Schädigung von Fassaden und Materialien durch Korrosionsprozesse, die durch säurebildende Substanzen verursacht werden (z.B. Stickoxide NO<sub>x</sub> oder Schwefeldioxyde SO<sub>2</sub>).
- **Verluste bei Nutzpflanzen (Ernteschäden):** Ozon als sekundärer Luftschadstoff (gebildet durch die Emission von flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffen VOC sowie Stickoxiden NO<sub>x</sub>) sowie säurebildende Substanzen (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>) können Schäden an Nutzpflanzen verursachen. Eine erhöhte Konzentration dieser Luftschadstoffe führt demnach zu geringeren Ernteerträgen bei Nutzpflanzen.
- **Biodiversitätsverluste:** Luftschadstoffe können zu Schäden an Ökosystemen führen. Die wichtigsten Schadenswirkungen sind einerseits die Versauerung von Böden, Niederschlägen und Gewässern (z.B. durch NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>) und andererseits die Eutrophierung / Überdüngung von Ökosystemen (z.B. durch NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>). Die Schäden an Ökosystemen können zu einem Rückgang der Biodiversität (Fauna, Flora) führen. Zur monetären Bewertung von Biodiversitätsverlusten durch Luftschadstoffe liegen seit einigen Jahren ebenfalls Informationen vor.

Anmerkung: Die Abschätzung der Biodiversitätsverluste infolge Luftschadstoffemissionen erfolgt in dieser Arbeitshilfe in der Wirkungskategorie „Luftschadstoffemissionen“ und nicht im Kapitel „Beeinträchtigung von Ökosystemen“.

#### **Illustrationsbeispiel Winterreifenpflicht**

Die Einführung einer flächendeckenden Winterreifenpflicht führt voraussichtlich zu einer Zunahme der Luftschadstoffemissionen. Die Identifikationsfrage a. kann mit „Ja“ beantwortet werden. Dass dem so ist, wird spätestens auf Basis der Vertiefungsfrage 5 klar: Durch die Pflicht, während der Wintermonate nur PKW mit Winterreifen zu fahren, werden mehr PKW-Fahrer über eine längere Zeit mit Winterreifen unterwegs sein, d.h. einen größeren Teil ihrer Jahresverkehrsleistung mit Winterreifen absolvieren. Weil ein Auto mit Winterreifen einen etwas höheren Kraftstoffverbrauch hat, nimmt der Kraftstoffverbrauch mit dieser Regelung insgesamt zu. Ein erhöhter Kraftstoffverbrauch führt wiederum zu höheren Luftschadstoffemissionen.

### **3.1.2 Treibhausgasemissionen**

Mit Hilfe der folgenden Fragen soll identifiziert werden, ob die Kategorie „Treibhausgasemissionen“ für das betrachtete Gesetz relevant ist oder nicht. Falls eine der folgenden Fragen mit „Ja“ beantwortet werden kann, ist die Kategorie relevant und die entsprechenden Nutzen und Kosten können anschließend im Schritt 3 (Kap.4.1) abgeschätzt werden. Neben den Fragen soll auch eine grafische Darstellung der Wirkungszusammenhänge im Bereich Treibhausgasemissionen (Abbildung 7) bei der Prüfung der Relevanz helfen.

#### **Identifikationsfragen:**

*a. Führt das Gesetz (bzw. die Maßnahme) zu einer **Erhöhung oder Verminderung von Treibhausgasemissionen**?*

*(insb. folgende Treibhausgase: Kohlendioxid CO<sub>2</sub>, Methan CH<sub>4</sub>, Lachgas N<sub>2</sub>O, fluorierte Gase wie HFC, PFC oder SF<sub>6</sub>)*

*b. Hat das Gesetz **Folgen für das Klima**, d.h. führt es zu einer Verstärkung oder Verminderung des Klimawandels? Ist zu erwarten, dass aufgrund des Gesetzes die Schäden infolge des Klimawandels zu- oder abnehmen?*

#### **Vertiefungsfragen:**

*1. Führt das Gesetz zu einer Veränderung des **Verkehrsaufkommens**, entweder durch Verminderung oder Erhöhung der Verkehrsmenge oder durch eine Verlagerung von Verkehr auf andere Verkehrsträger (z.B. von der Straße auf die Schiene)?*

*2. Führt das Gesetz zu einer veränderten **Zusammensetzung der Fahrzeugflotte** im Land-, Luft- oder Schiffsverkehr? Denkbar sind z.B. leichtere, schwerere, verbrauchsärmere oder leistungsstärkere Fahrzeuge; Motoren einer anderen Euro-Klasse; Fahrzeuge mit einer anderen Kraftstoff- oder Antriebsart.*

*3. Führt das Gesetz zu einer Veränderung (Erhöhung, Verminderung) des **Stromverbrauchs** von Haushalten, Unternehmen oder der öffentlichen Hand? Oder verändert sich als Folge des*

Gesetzes der von den Konsumenten genutzte oder der von Energieunternehmen produzierte Strom-Mix (z.B. von Kohlestrom zu Solarstrom)?

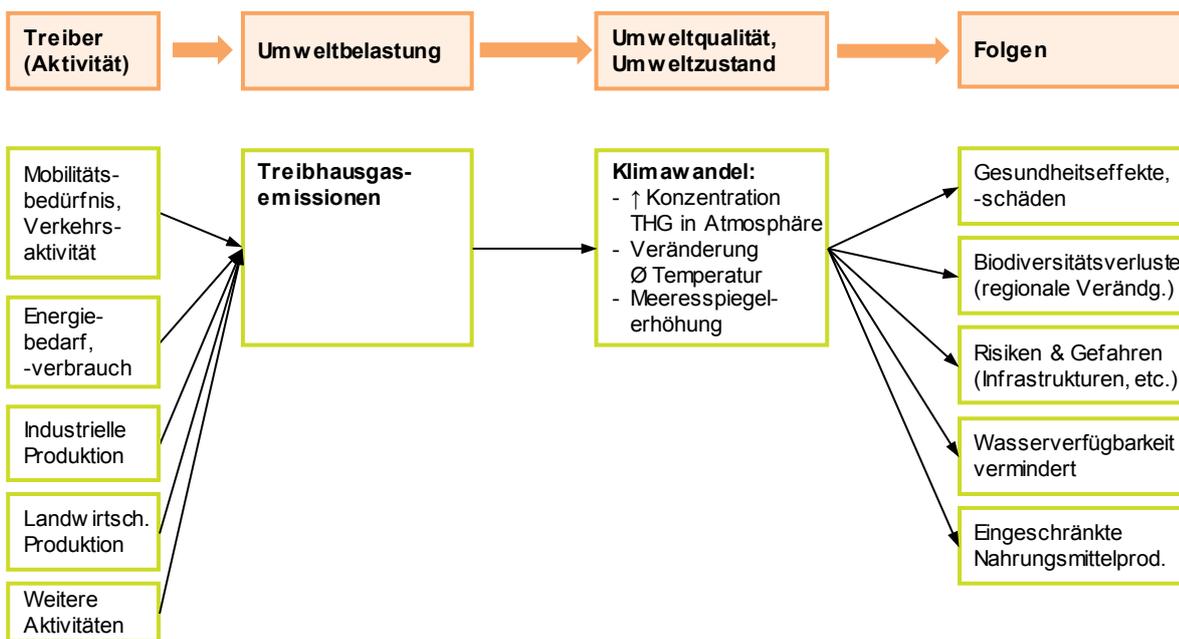
4. Führt das Gesetz zu einer Veränderung des **Wärmeenergieverbrauchs** von Haushalten, Unternehmen oder der öffentlichen Hand? Oder verändert sich die Zusammensetzung der Energieträger zur Wärmeproduktion (z.B. Erdöl statt Erdgas)?

5. Führt das Gesetz zu einer Veränderung des **Verbrauchs von Brenn- oder Kraftstoffen** (Kohle, Erdöl, Erdgas, Holz, Benzin, Diesel)?

6. Führt das Gesetz zu einer **Landnutzungsänderung** von Ökosystemen (z.B. Wiedervernässung von trockengelegten Mooren) oder einer Veränderung der **landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsform** (z.B. Umwandlung konventionelle in biologische Landwirtschaft) mit Folgen für den CO<sub>2</sub>-Haushalt?

Die folgende Abbildung zeigt die Wirkungszusammenhänge zwischen Treiber (Aktivität), Umweltbelastung, Umweltqualität und Folgen im Bereich der Treibhausgasemissionen.

Abbildung 7: Umweltfolgen durch Treibhausgasemissionen (Wirkungsmodell)



Die Emission von Treibhausgasen führt zu einer Veränderung des Klimas (Klimawandel). Die Folgen des Klimawandels sind vielfältig und längst nicht alle im Detail untersucht. Gesichert sind jedoch unter anderem die folgenden Effekte:

- Anstieg des Meeresspiegels infolge globaler Temperaturerhöhung;

- Beeinträchtigung der Nahrungsmittelproduktion durch Extremwetterereignisse (Dürren, Starkniederschläge, Wirbelstürme, Zunahme von Schädlingen, etc.); z.T. auch Ertragszunahme durch moderaten Temperaturanstieg;
- Gesundheitsschäden: direkte Wirkungen durch extreme Wetterereignisse, die das Risiko von Herz-Kreislaufkrankungen oder Asthma erhöhen (z.B. Hitze) oder aber zu Unfällen oder Wasserverunreinigungen führen können;
- Schäden an Ökosystemen und Verminderung der biologischen Vielfalt.

#### **Illustrationsbeispiel Winterreifenpflicht**

Die Winterreifenpflicht führt wie oben bei den Luftschadstoffemissionen erläutert zu einer Zunahme des Kraftstoffverbrauchs (Vertiefungsfrage 5). Dies führt wiederum zu einer Erhöhung der Treibhausgasemissionen (Identifikationsfrage a.).

### **3.1.3 Lärmemissionen**

Mit Hilfe der folgenden Fragen soll identifiziert werden, ob die Kategorie „Lärmemissionen“ für das betrachtete Gesetz relevant ist oder nicht. Falls eine der folgenden Fragen mit „Ja“ beantwortet werden kann, ist die Kategorie relevant und die entsprechenden Nutzen und Kosten können anschließend im Schritt 3 (Kap. 4.1) abgeschätzt werden. Neben den Fragen soll auch eine grafische Darstellung der Wirkungszusammenhänge im Bereich Lärmemissionen (Abbildung 8) bei der Prüfung der Relevanz helfen.

#### **Identifikationsfragen:**

- Führt das Gesetz (bzw. die Maßnahme) zu einer Erhöhung oder Verminderung von Lärmemissionen?*
- Führt das Gesetz zu einer Veränderung der Anzahl von Lärm betroffener Personen? Ist zu erwarten, dass aufgrund des Gesetzes die Schäden infolge übermäßiger Lärmbelastung zu- oder abnehmen?*

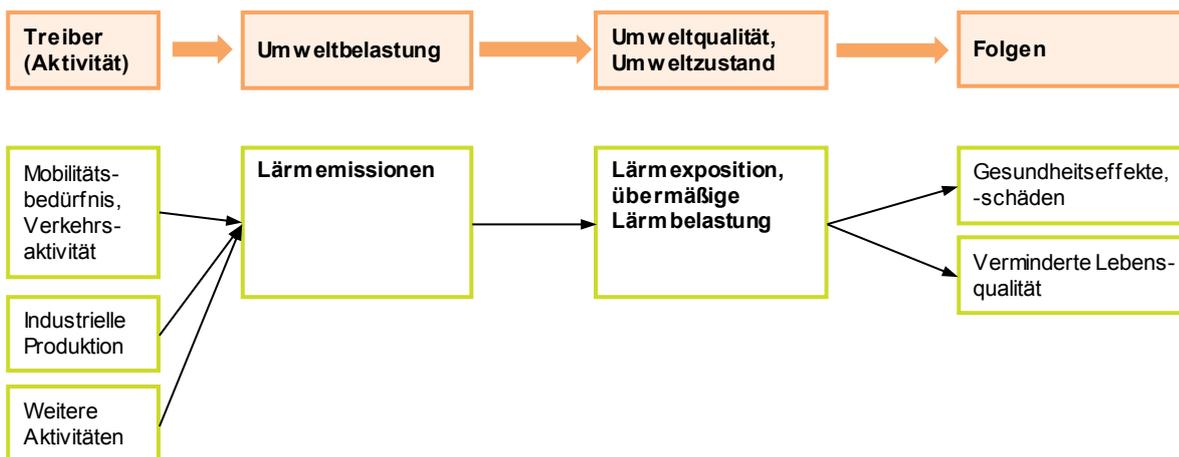
#### **Vertiefungsfragen:**

- Führt das Gesetz zu einer Veränderung des Verkehrsaufkommens, entweder durch Verminderung oder Erhöhung der Verkehrsmenge oder durch eine Verlagerung von Verkehr auf andere Verkehrsträger (z.B. von der Straße auf die Schiene)?*
- Führt das Gesetz zu einer veränderten Zusammensetzung der Fahrzeugflotte im Land-, Luft- oder Schiffsverkehr, d.h. dem vermehrten Einsatz von leisen (lärmarmen) oder lauten Fahrzeugen, Motoren, Rädern oder Reifen?*
- Führt das Gesetz dazu, dass sich der Verkehr zeitlich (z.B. tagsüber statt nachts) oder räumlich (z.B. mehr auf Autobahnen und weniger innerhalb des Siedlungsgebiets) anders verteilt?*
- Führt das Gesetz dazu, dass mit Lärmemissionen verbundene industrielle Produktion zu- oder abnimmt?*
- Führt das Gesetz dazu, dass andere lärmverursachende Aktivitäten zu-, abnehmen?*

6. Fallen aufgrund des Gesetzes **Lärmemissionen räumlich oder zeitlich anders an**, z.B. in besiedelten Gebieten (in Städten, Dörfern) statt außerhalb des Siedlungsgebiets oder nachts statt tagsüber?

Die folgende Abbildung zeigt die Wirkungszusammenhänge zwischen Treiber (Aktivität), Umweltbelastung, Umweltqualität und Folgen im Bereich der Lärmemissionen.

Abbildung 8: Umweltfolgen durch Lärmemissionen (Wirkungsmodell)



Lärmexposition kann bei Betroffenen zu Gesundheitsschäden sowie verminderter Lebensqualität, d.h. physischen und / oder psychischen Beeinträchtigungen führen. Bei Nachtlärm können z.B. Schlafstörungen eine Folge sein. Als Langzeitfolge kann Lärm zu Schäden der physischen Gesundheit (z.B. Herz-Kreislauferkrankungen wie Herzinfarkt) führen. Die Gesundheitsschäden führen zu medizinischen Behandlungskosten, Produktionsausfällen (durch Krankheitstage) und teilweise sogar zu Todesfällen. Diese Kosten können quantifiziert werden. Neben den Gesundheitsschäden kann Lärm zu einer allgemeinen Belästigungswirkung und somit einer Verminderung der Lebensqualität führen. Ein Indikator dafür sind z.B. geringere Mietpreise in lärmexponierten Wohnlagen.

**Illustrationsbeispiel Winterreifenpflicht**  
 Die Winterreifenpflicht führt zu einem häufigeren Einsatz von Reifen, die aufgrund ihres größeren Profils in sehr geringem Ausmaß zusätzlichen Lärm verursachen (Vertiefungsfrage 2). Aus diesem Grund führt die Winterreifenpflicht zu einer ganz leichten Erhöhung der Lärmemissionen. Die Wirkung dürfte allerdings sehr gering sein und eine quantitative Schätzung der Wirkung schwierig. Auf eine Quantifizierung wird daher verzichtet.

### 3.1.4 Beeinträchtigung von Ökosystemen

Mit Hilfe der folgenden Fragen soll identifiziert werden, ob die Beeinträchtigung von Ökosystemen für das betrachtete Gesetz relevant ist oder nicht. Falls eine der folgenden Fragen mit „Ja“ beantwortet werden kann, ist die Kategorie relevant und die entsprechenden Nutzen und Kosten können anschließend im Schritt 3 (Kap. 4.1) abgeschätzt werden. Neben den Fragen soll auch eine grafische Darstellung der Wirkungszusammenhänge im Bereich Ökosystembeeinträchtigungen (Abbildung 9) bei der Prüfung der Relevanz helfen.

**Identifikationsfragen:**

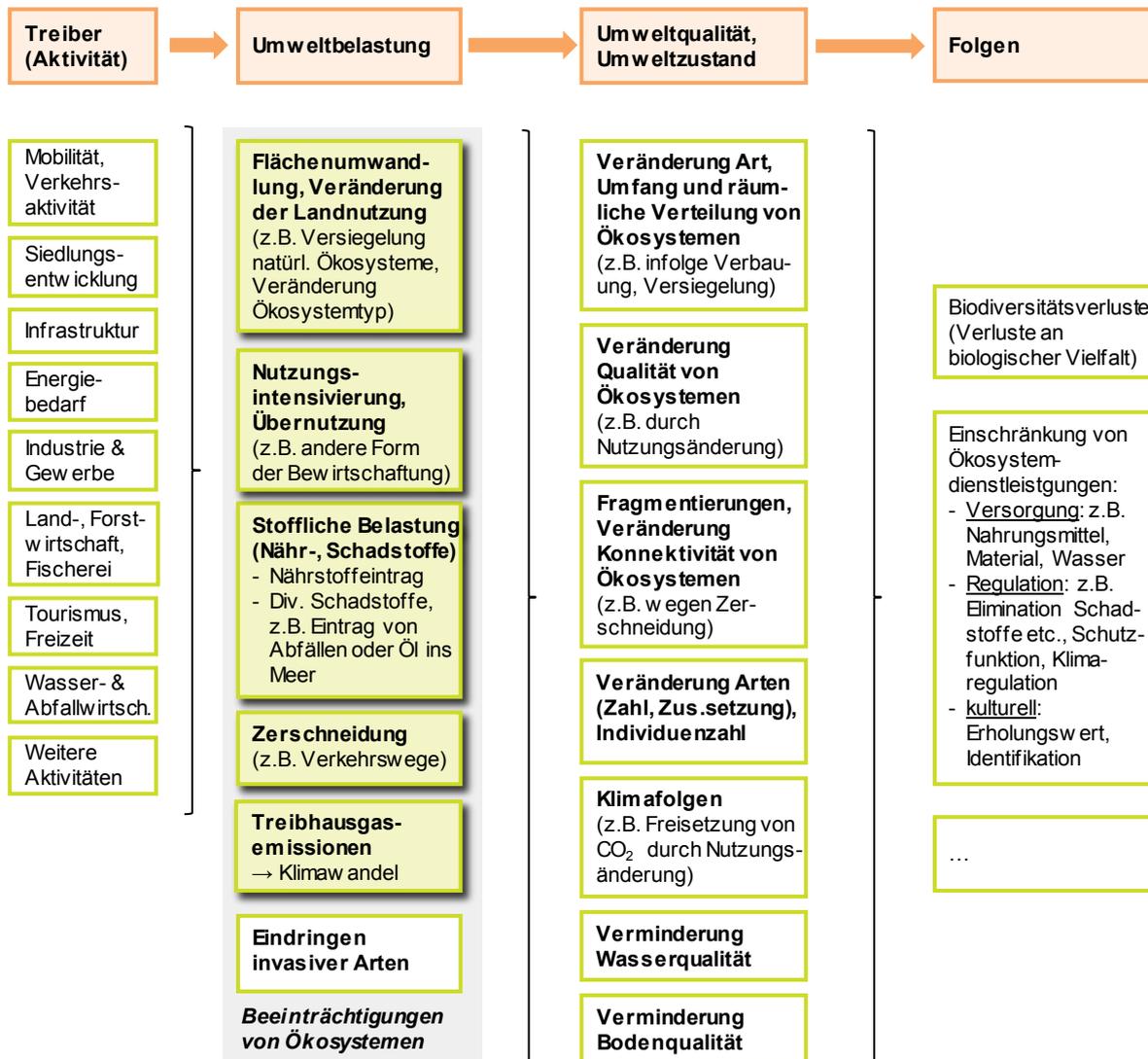
- a. *Führt das Gesetz (bzw. die Maßnahme) zu einer verstärkten oder verringerten Beeinträchtigung von natürlichen Ökosystemen oder Landschaften?*
- b. *Hat das Gesetz Folgen für die Biodiversität, d.h. führt es zu einer Zu- oder Abnahme der Artenvielfalt, Ökosystemvielfalt oder genetischen Vielfalt?*
- c. *Führt das Gesetz zu einer Veränderung der Ökosystemdienstleistungen, d.h. ist zu erwarten, dass Ökosystemleistungen wie Wasserversorgung, Nahrungsmittelproduktion, Klimaregulation oder Erholungswert beeinträchtigt (oder verbessert) werden?*

**Vertiefungsfragen:**

1. *Führt das Gesetz zur Verbauung / Versiegelung natürlicher Flächen, Landschaften bzw. Ökosystemen, z.B. durch den Bau neuer Gebäude oder Infrastrukturen?*
2. *Führt das Gesetz zu einer Flächenumwandlung oder einer veränderten Landnutzung, d.h. einer Veränderung des Ökosystemtyps: z.B. ungenutzte Moorlandschaft neu als Weideland genutzt.*
3. *Führt das Gesetz zu einer Nutzungsintensivierung oder Übernutzung durch Veränderung der land- / forstwirtschaftlichen Bewirtschaftungsform (z.B. intensive statt extensive Bewirtschaftung, biologische statt konventionelle Landwirtschaft).*
4. *Führt das Gesetz zum Verschwinden oder zur Entstehung ökologisch wichtiger Ökosystemtypen (z.B. Hecken, extensiv genutztes Grünland)?*
5. *Führt das Gesetz zu einer Zerschneidung (Fragmentierung) natürlicher Ökosysteme?*
6. *Führt das Gesetz zum Bau zusätzlicher Verkehrsinfrastrukturen (oder dem Rückbau) oder zu einer so starken Zunahme der Verkehrsmenge, dass neue Infrastrukturen nötig werden?*
7. *Führt das Gesetz zu einer Zu- oder Abnahme der Emission von Nährstoffen (v.a. Stickstoffverbindungen)?*
8. *Führt das Gesetz zu einer Zu- oder Abnahme des Eintrags von Schadstoffen ins Meer, z.B. von Abfall, Erdölprodukten, Nährstoffen?*

Die folgende Abbildung zeigt die Wirkungszusammenhänge zwischen Treiber (Aktivität), Umweltbelastung, Umweltqualität und Folgen der Beeinträchtigung von Ökosystemen.

Abbildung 9: Umweltfolgen durch Beeinträchtigung von Ökosystemen (Wirkungsmodell)



Beeinträchtigungen von Ökosystemen (naturnahen, ebenso wie genutzten) können unterschiedlicher Art sein. In der vorliegenden Arbeitshilfe werden folgende *Belastungen* unterschieden:

- Flächenumwandlung, Veränderung der Landnutzung: Verbauung (Versiegelung) natürlicher Flächen, Veränderung des Ökosystemtyps.
- Nutzungsintensivierung, Übernutzung: Veränderung der Art der Bewirtschaftung (z.B. in der Landwirtschaft, Forstwirtschaft oder Fischerei).
- Stoffliche Belastungen:
  - Emission von Nährstoffen (eutrophierend wirkende Stoffe, v.a. Stickstoff)<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> Anmerkung: Die Abschätzung der Biodiversitätsverluste infolge Luftschadstoffemissionen (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) erfolgt in dieser Arbeitshilfe in der Wirkungskategorie „Luftschadstoffemissionen“ (Kapitel 3.1.1) und nicht in der vorliegenden Kategorie „Beeinträchtigung von Ökosystemen“.

- Eintrag von Schadstoffen ins Meer: marine Abfälle, Kontamination durch Erdöl, eutrophierende (nährstoffhaltige) Schadstoffe
- Zerschneidung von Ökosystemen, z.B. durch Verkehrsinfrastrukturen
- Die Emission von Treibhausgasen und der daraus resultierende Klimawandel kann ebenfalls eine Belastung für Ökosysteme darstellen. Diese Belastung und deren Folgen werden in der Arbeitshilfe im Rahmen jener Wirkungskategorie abgeschätzt.
- Eindringen invasiver Arten: standortfremde Pflanzen- und Tierarten können ebenfalls eine Belastung von Ökosystemen darstellen und z.B. einheimische Arten verdrängen. Diese Belastungsart ist in der vorliegenden Arbeitshilfe aufgrund mangelnder Quantifizierbarkeit nicht abgedeckt.

Es ist zu bedenken, dass die genannten Beeinträchtigungen von Ökosystemen auch indirekt durch höheren Ressourcenverbrauch und eine Zunahme an Transporten erzeugt werden können. Solche indirekten Effekte sind dann zu erwarten, wenn die Maßnahme zu Substitutionseffekten bei der Verwendung des Volkseinkommens führt, hin zu Produkten, die mit höherem Ressourcenverbrauch und höherem Transportaufkommen verbunden sind. Solche indirekten Effekte werden grundsätzlich im Kapitel 4.2 behandelt<sup>14</sup>.

Die oben erwähnten Beeinträchtigungen von Ökosystemen können in verschiedenen Bereichen zu einer Verminderung (Veränderung) der *Umweltqualität* führen:

- Veränderung von Art, Umfang (z.B. Fläche) und räumlicher Verteilung von Ökosystemen, z.B. infolge Verbauung / Versiegelung natürlicher Flächen.
- Qualitätsänderung von Ökosystemen (z.B. durch Landnutzungsänderung oder Schadstoffemissionen).
- Fragmentierung von Ökosystemen: Veränderung der Austauschbeziehungen, Konnektivität von Ökosystemen, z.B. infolge Zerschneidung.
- Veränderung der Arten, Artenzusammensetzung, Individuenzahl.
- Beeinträchtigung des Klimas / Klimawandel (z.B. durch Freisetzung von CO<sub>2</sub> durch Landnutzungsänderung).
- Verminderung der Wasser- oder Bodenqualität.

Alle erwähnten Umweltbelastungen und Veränderungen der Umweltqualität können zu einem Verlust an Biodiversität, d.h. einem Verlust an Artenvielfalt, Ökosystemvielfalt oder genetischer Vielfalt führen. Eine weitere direkte Folge sind Einschränkungen der Ökosystemdienstleistungen (z.B. durch verminderte Möglichkeit der Nahrungsmittel- oder Wasserentnahme infolge Schadstoffeinträgen oder Einschränkung der Erholungsfunktion durch Verbauung).

Ein Verlust an Biodiversität kann langfristig wiederum die Versorgungs- und Regulationsqualität sowie die kulturelle Qualität eines Ökosystems generell vermindern oder gar unmöglich machen. Auf diese Weise kann auch die Verminderung der Biodiversität indirekt dazu führen, dass ein Ökosystem seine ursprünglichen Funktionen / Ökosystemdienstleistungen nicht mehr erfüllen kann.

---

<sup>14</sup> Die Quantifizierung der indirekten Wirkungen im Bereich Ökosysteme muss allerdings mit Hilfe der Kostensätze der vorliegenden Wirkungskategorie (Beeinträchtigung von Ökosystemen) erfolgen, soweit Eingabevariablen für indirekte Effekte überhaupt ermittelt werden können.

### **Illustrationsbeispiel Winterreifenpflicht**

Der Einfluss der Winterreifenpflicht auf die Ökosysteme dürfte sehr gering sein. Die einzigen relevanten Wirkungen auf die Ökosystemqualität erfolgen indirekt über die Emission von Luftschadstoffen, und werden in jenem Kapitel abgedeckt.

### **3.1.5 Emission toxischer Stoffe**

Mit Hilfe der folgenden Fragen soll identifiziert werden, ob die Kategorie „Emission toxischer Stoffe“ für das betrachtete Gesetz relevant ist oder nicht. Falls eine der folgenden Fragen mit „Ja“ beantwortet werden kann, ist die Kategorie relevant und die entsprechenden Nutzen und Kosten können anschließend im Schritt 3 (Kap. 4.1) abgeschätzt werden. Neben den Fragen soll auch eine grafische Darstellung der Wirkungszusammenhänge im Bereich Emission toxischer Stoffe (Abbildung 10) bei der Prüfung der Relevanz helfen.

#### **Identifikationsfragen:**

*a. Führt das Gesetz (bzw. die Maßnahme) zu einer **Erhöhung oder Verminderung der Emissionen toxischer Schadstoffe?***

*(insb. folgende Schadstoffe: Schwermetalle wie Arsen, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber, Blei. Langlebige organische Schadstoffe (POPs) wie Dioxine, Furane, PCBs, div. Pflanzenschutzmittel)*

*b. Führt das Gesetz zu einer **Veränderung der Luft, Wasser- oder Bodenqualität** infolge toxischer Emissionen? Ist zu erwarten, dass aufgrund des Gesetzes die Schäden durch die Emission toxischer Stoffe zu- oder abnehmen?*

#### **Vertiefungsfragen:**

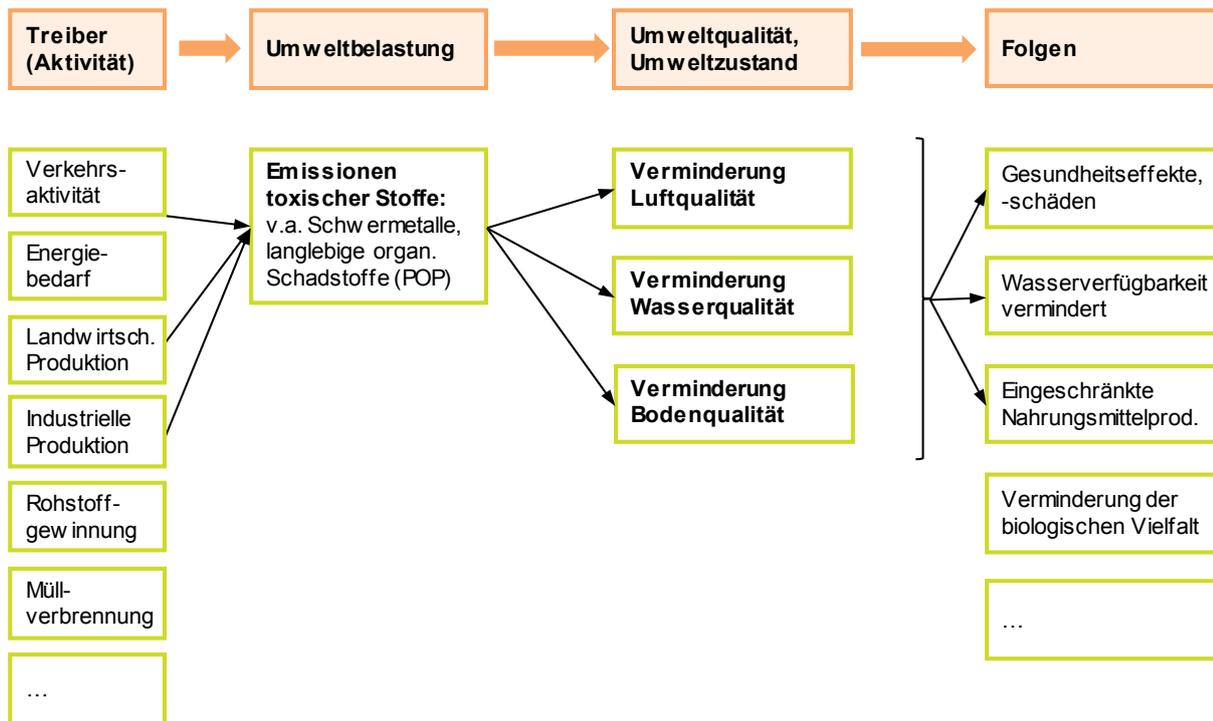
*1. Führt das Gesetz zu einer Zu- oder Abnahme von **Gesundheitsschäden** infolge der veränderten Emissionsmenge toxischer Stoffe?*

*2. Führt das Gesetz zu einer Veränderung der **(Trink-) Wasserverfügbarkeit**, durch eine Veränderung der Emission toxischer Stoffe?*

*3. Führt das Gesetz zu einer Veränderung der **Nahrungsmittelverfügbarkeit** bzw. der Möglichkeit **Nahrungsmittel zu produzieren**, infolge veränderter Emissionen toxischer Stoffe?*

Die folgende Abbildung zeigt die Wirkungszusammenhänge zwischen Treiber (Aktivität), Umweltbelastung, Umweltqualität und Folgen der Emissionen toxischer Stoffe.

Abbildung 10: Umweltfolgen durch Emission toxischer Stoffe (Wirkungsmodell)



Die Emission toxischer Stoffe kann zu einer verminderten Qualität von Luft, Wasser oder Böden führen. Die Hauptfolge dieser Verschmutzungen sind negative Gesundheitseffekte. Die möglichen Gesundheitsschäden sind je nach Schadstoff sehr unterschiedlich. Nachgewiesen sind z.B. Krebs (bei Arsen, Cadmium, PCB, etc.) oder Anämie (Blei) sowie viele andere Krankheiten. Neben den Gesundheitsschäden sind auch die verminderte Wasserverfügbarkeit und die eingeschränkte Nahrungsmittelproduktion mögliche negative Folgen. Bei der Monetarisierung stehen bis heute die Gesundheitsschäden im Vordergrund.

**Illustrationsbeispiel Winterreifenpflicht**

Die Emission toxischer Stoffe verändert sich als Folge der Winterreifenpflicht. Durch den verstärkten Reifenabrieb dürfte eine etwas höhere Menge an Reifenabrieb in die Umwelt gelangen. Im Reifen befinden sich u.a. die Schwermetalle Blei, Zink, Chrom, Nickel, Kupfer und Cadmium. Damit führt der erhöhte Reifenabrieb auch zu einer leichten Zunahme der Emissionsmenge toxischer Schwermetalle (Identifikationsfrage a.). Die Emissionszunahme dürfte allerdings gering sein und damit die zu erwartenden Kosten eher wenig relevant.

**3.1.6 Indirekte Effekte durch vor- und nachgelagerte Prozesse**

Umweltschäden entstehen nicht nur direkt vor Ort (d.h. dort wo Energie produziert wird, Verkehr entsteht oder Chemikalien verbraucht werden), sondern auch bei vor- und nachgelagerten Prozessen im Verlaufe des Lebenszyklus' sowie durch Substitutionseffekte bei der Verwendung des Volkseinkommens (z.B. Erhöhung der Ausgaben für Reifen und dadurch Minderung der Ausgaben für andere Produkte). Solche *indirekten Umwelteffekte* treten insbesondere dann auf, wenn sich die Produktionsmenge von Gütern, die Energienachfrage oder die Verkehrsnachfrage verändert. Herstellung, Unterhalt und Entsorgung von Gütern und

Infrastrukturen sind immer auch mit Umweltbelastungen verbunden (z.B. CO<sub>2</sub>-Emissionen oder Luftschadstoffemissionen). Diese „grauen“ Umwelteffekte aus vor- oder nachgelagerten Prozessen und durch Substitutionsprozesse sind oft nicht direkt quantifizierbar, können aber z.B. mit Informationen aus Ökobilanz-Datenbanken bzw. Ökobilanz-Inventaren (auch „Life Cycle Inventories“ genannt) ermittelt werden<sup>15</sup>.

Grundsätzlich können zwei Bereiche von vor- und nachgelagerten Prozessen unterschieden werden, bei denen negative Umwelteffekte und als Folge davon externe Kosten entstehen:

- Energiebereitstellung und -verteilung: Bei der Gewinnung, Aufbereitung und dem Transport von Brenn- und Kraftstoffen sowie bei der Stromproduktion entstehen Schadstoffemissionen. Diese Emissionen führen zu externen Umweltkosten, v.a. zu Gesundheits- und anderen Kosten durch Luftschadstoffe sowie Kosten infolge einer Klimaveränderung.
- Bau, Unterhalt und Entsorgung von Infrastrukturen, Anlagen, Kraftwerken, Fahrzeugen und anderen Gütern: Auch die Herstellung, Wartung und Entsorgung von Gütern und Infrastrukturen ist energie-, material- und landintensiv und führt somit zu externen Kosten.

Bei der Ermittlung von Umweltschäden und externen Kosten bei vor- und nachgelagerten Prozessen einschließlich Substitutionswirkungen werden keine anderen Schadensarten als die in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Umweltwirkungen betrachtet. Allerdings werden zusätzlich auch die Schäden betrachtet, die nicht vor Ort entstehen, sondern im weiteren Lebenszyklus. Im Vordergrund stehen vor allem Schäden infolge Emissionen von Luftschadstoffen und Treibhausgasen. Die meisten Studien, in denen vor- und nachgelagerte Prozesse quantifiziert werden, ermitteln die Kosten infolge Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen<sup>16</sup>.

Mit Hilfe der folgenden Fragen soll identifiziert werden, ob „indirekte Effekte durch vor- und nachgelagerte Prozesse“ für das betrachtete Gesetz relevant sind oder nicht. Falls eine der folgenden Fragen mit „Ja“ beantwortet werden kann, ist die Kategorie relevant und die entsprechenden Nutzen und Kosten können anschließend im Schritt 3 (Kap.4.1) abgeschätzt werden.

---

<sup>15</sup> z.B. die Plattform „Netzwerk für Lebenszyklusdaten“: <http://www.lci-network.de> oder die Datenbank GEMIS <http://www.iinas.org/gemis-download-de.html>

<sup>16</sup> Im Rahmen der Arbeitshilfe bzw. des Excel-Werkzeugs können grundsätzlich auch andere indirekte Effekte berechnet werden (z.B. zusätzliche Flächenversiegelung). Dazu müssen aber entsprechende Daten als Eingabegrößen ermittelt werden.

**Identifikationsfrage:**

a. Führt das Gesetz (bzw. die Maßnahme) zu einer **Erhöhung oder Verminderung von indirekten Umweltbelastungen**, v.a. Luftschadstoff- oder Treibhausgasemissionen?

Relevant sind insbesondere Emissionen, die im Laufe des Lebenszyklus' bei vor- oder nachgelagerten Prozessen (Bau, Unterhalt, Entsorgung, Energieproduktion und -verteilung) anfallen.

**Vertiefungsfragen:**

1. Führt das Gesetz zu einer Veränderung des **Verkehrsaufkommens**, bzw. des **Kraftstoffverbrauchs**, entweder durch Verminderung oder Erhöhung der Verkehrsmenge oder durch eine Verlagerung von Verkehr auf andere Verkehrsträger (z.B. von der Straße auf die Schiene)?

2. Führt das Gesetz zu einer Veränderung (Erhöhung, Verminderung) des **Stromverbrauchs** von Haushalten, Unternehmen oder der öffentlichen Hand? Oder verändert sich als Folge des Gesetzes der von den Konsumenten genutzte oder der von Energieunternehmen produzierte Strom-Mix (z.B. von Kohlestrom zu Solarstrom)?

3. Führt das Gesetz zu einer Veränderung des **Wärmeenergieverbrauchs** von Haushalten, Unternehmen oder der öffentlichen Hand? Oder verändert sich die Zusammensetzung der Energieträger zur Wärmeproduktion (z.B. Erdöl statt Erdgas)?

4. Führt das Gesetz zum **Bau neuer Infrastrukturen oder Gebäude** (Verkehrswege, Produktionsstätten, Immobilien, Kraftwerke etc.)?

5. Führt das Gesetz zu einer **Zu- oder Abnahme des Ressourcenverbrauchs** (Boden / Flächenversiegelung, landwirtschaftliche Produktion etc.)?

6. Führt das Gesetz zu einer **Zu- oder Abnahme der Produktionsmenge von Gütern**, die mit einem relativ hohen Ressourcenverbrauch und Transportaufkommen verbunden sind (z.B. industrielle Produkte, landwirtschaftliche Produkte, etc.)?

### ***Illustrationsbeispiel Winterreifenpflicht***

Der obligatorische Einsatz von Winterreifen führt zu zwei relevanten vor- und nachgelagerten Effekten einschließlich Substitutionswirkungen:

- Erhöhung des Kraftstoffverbrauchs (Vertiefungsfrage 1): führt zu diversen Umweltwirkungen bei der Produktion und beim Transport des Kraftstoffs. Bei der Quantifizierung stehen v.a. die zusätzlichen Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen im Vordergrund.
- Erhöhung des Absatzes von PKW-Reifen und damit Zunahme der Produktionsmenge von Reifen (Vertiefungsfrage 6): führt zu diversen Umweltwirkungen bei der Produktion, beim Transport und der Entsorgung von Reifen. Dieser Effekt dürfte schwierig zu quantifizieren sein.

Die jeweiligen Umweltbelastungen dürften im Vergleich zu anderen Produktmengen gleichen Wertes überdurchschnittlich hoch sein, d.h. die Substitution des Konsums dürfte zu einer Erhöhung der Umweltkosten führen. Eine exakte Quantifizierung der Substitutionseffekte dürfte allerdings nur schwer möglich sein. Hilfsweise könnte man den Effekt mittels Input-Output-Tabellen abschätzen, indem man z.B. die durchschnittlichen Emissionen und den Ressourcenverbrauch der jeweiligen Sektoren mit den durchschnittlichen Emissionen und dem Ressourcenverbrauch der Gesamtwirtschaft vergleicht. Die indirekten Effekte durch vor- und nachgelagerte Prozesse infolge des zusätzlichen Kraftstoffverbrauchs können dagegen mit dem Excel-Werkzeug leicht berechnet werden.

Neben den in dieser Arbeitshilfe vertieften sechs Umweltwirkungen gibt es eine Reihe weiterer Umweltwirkungen, die hier nicht weiter beschrieben werden, da sie eine geringere Relevanz haben oder aber weil eine Quantifizierung dieser Folgen nicht verlässlich möglich ist. Diese Wirkungen sind zu Beginn des Kapitels 3.1 kurz aufgelistet.

### 3.2 Wirtschaftliche Wirkungen

Wirtschaftliche Folgen entstehen nach dem Verständnis des Leitfadens immer dann, wenn sich durch eine politische Maßnahme die Ausgabenhöhe oder -struktur von Staat, Bürgern oder Unternehmen verändert. Die Ermittlung der Veränderung dieser Ausgabenstruktur ist daher der erste Schritt im Rahmen der Analyse der wirtschaftlichen Folgen. Die folgenden Fragen sollen helfen zu beurteilen, ob mit wirtschaftlichen Folgen gerechnet werden muss. Falls eine der Fragen mit "Ja" beantwortet wird, kann die Arbeitshilfe dafür genutzt werden, die Wirkungen zu schätzen.

#### **Identifikationsfragen:**

- a. *Hat das Gesetz (bzw. die Maßnahme) Auswirkungen auf die **Produktionskosten** von Wirtschaftsunternehmen (fixe und variable Kosten inklusive Verwaltungskosten)*
- b. *Hat das Gesetz (bzw. die Maßnahme) Auswirkungen auf die **Lebenshaltungskosten** oder Ausgabenstruktur von Bürgern?*
- c. *Hat das Gesetz (bzw. die Maßnahme) Auswirkungen auf die **Ausgaben** oder **Einnahmen** staatlicher Stellen?*

#### **Vertiefungsfragen:**

1. *Schreibt das Gesetz (bzw. die Maßnahme) neue **Produktions- oder Produktstandards** vor (mit Wirkung auf die Produktionskosten)?*
2. *Hat das Gesetz (bzw. die Maßnahme) Auswirkungen auf die Höhe oder Struktur von **direkten oder indirekten staatlichen Abgaben oder Steuern** (und beeinflusst dadurch Produktionskosten und / oder Nachfragepreise)?*
3. ***Verbietet oder gebietet** das Gesetz (bzw. die Maßnahme) den **Kauf oder Verkauf** von spezifischen Produkten (und verlagert damit Nachfrage in andere Wirtschaftssektoren)?*
4. *Kann das Gesetz (bzw. die Maßnahme) zu einer **Verringerung oder Steigerung des Konsums** gewisser Produktgruppen oder Dienstleistungen führen (wie zum Beispiel die Verringerung des primären Energieverbrauchs)?*
5. *Kann das Gesetz (bzw. die Maßnahme) zu einem **Aufbau, Abbau oder Verlagerung von Beschäftigung** und Wertschöpfung führen (z.B. Verlagerung von einer Branche zu einer anderen)?*

Wirtschaftliche und Beschäftigungseffekte spielen im Politikprozess oft eine sehr dominante Rolle, gleichwohl beschränkt sich die Analyse häufig auf die unmittelbaren Kosten oder die unmittelbaren Investitionen, die ausgelöst werden. In einer arbeitsteiligen Wirtschaft kann ein solches Vorgehen die Wirkung von Maßnahmen in erheblichem Maße über- oder unterschätzen.

Die folgende Analyse ermöglicht es, über diese Standarddaten hinaus eine robustere Einschätzung der wirtschaftlichen Effekte zu generieren, indem die folgenden sekundären Effekte von Umweltmaßnahmen berücksichtigt werden:

- **Zusätzliche (oder verminderte) Ausgaben** von Bürgern und Unternehmen: Wenn Umweltmaßnahmen zusätzliche Ausgaben von Bürgern oder Unternehmen anstoßen, dann werden die Bürger und Unternehmen in der Regel ihre Ausgaben für andere Güter und

Dienstleistungen anpassen und damit verminderte Umsätze in anderen Branchen verursachen. Genauso verhält es sich, wenn Bürger oder Unternehmen durch politische Maßnahmen weniger Ausgaben haben (z. B. Einsparungen von Strom- oder Heizkosten). In dem Fall stehen ihnen zusätzliche Mittel zur Verfügung, die sie für andere Güter oder Dienstleistungen verwenden werden.

- **Importquoten:** Es gibt grundlegende Unterschiede bei der internationalen Einbindung der Wirtschaftszweige. Dienstleistungen werden zum überwiegenden Teil im Inland hergestellt, während zum Beispiel Erdölprodukte größtenteils importiert werden. Daher kann auch eine reine Verschiebung von Nachfrage zwischen verschiedenen Branchen durchaus einen (positiven) Effekt auf die inländische Produktion haben, wenn importintensive Güter durch heimisch produzierte Güter ersetzt werden.
- **Vorleistungen:** Eine Veränderung der Nachfrage in einem Wirtschaftszweig kann zu Veränderungen der Nachfrage in einem anderen Wirtschaftszweig führen, dessen Produkte als Vorleistungen genutzt werden.

Mit Hilfe dieser Analyse kann ein wesentlich realistischeres Bild der wirtschaftlichen Effekte einer Maßnahme gezeichnet werden. Dabei ist zu beachten, dass diese Analyse nicht die dynamischen Anpassungen, die im Zeitverlauf in einer Volkswirtschaft vor sich gehen, modellieren kann.

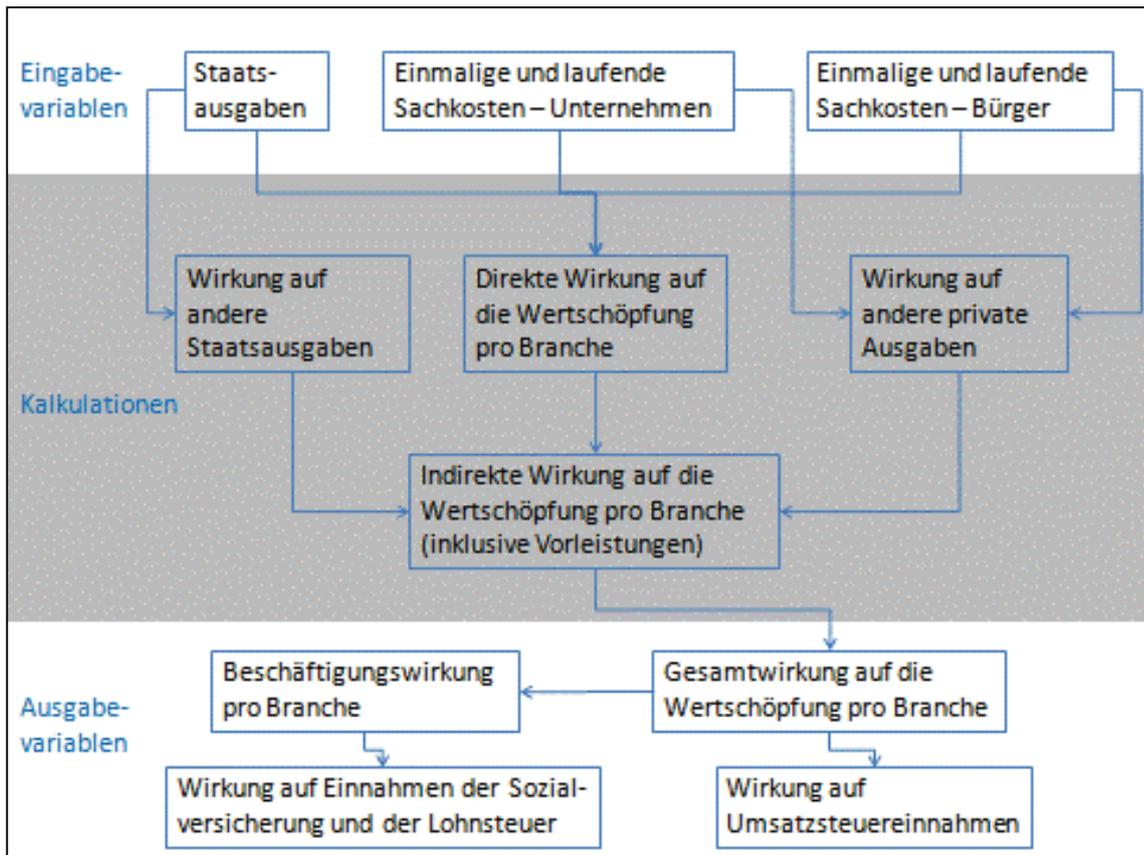
Alle berechneten sekundären Effekte hängen dabei von der primären Wirkung der Maßnahme auf die Ausgabenhöhe oder Ausgabenstruktur von Staat, Unternehmen und Bürgern ab. Von diesen Veränderungen ausgehend ermöglicht die Arbeitshilfe eine Schätzung der sekundären Effekte und legt dabei die in Abbildung 11 dargestellten Kausalbeziehungen zu Grunde.

Die Kausalbeziehungen und ihre Berechnung werden im Detail in Kapitel 4.2 erläutert. Die Abbildung 11 dient nur zur Orientierung. Wichtig sind vor allem die indirekten wirtschaftlichen Folgen für verschiedene Wirtschaftsbranchen die durch den Kauf von Vorleistungen, durch unterschiedliche Importquoten und durch Verlagerung von Ausgaben entstehen. Zusätzlich errechnet das Werkzeug noch alternative Kenngrößen wie die Beschäftigungswirkung, und die Wirkung auf Steuer- und Sozialversicherungseinnahmen.

Die Berechnung potenzieller indirekter Effekte erfolgt auf der Basis von Input-Output-Tabellen. Diese Tabellen drücken aus, inwiefern verschiedene Wirtschaftsbranchen Vorprodukte von anderen Branchen nutzen und wie die unterschiedlichen Branchen damit voneinander abhängig sind.

Die Input-Output-Tabellen drücken damit jedoch nur einen statischen Zustand der Interdependenzen zwischen Branchen aus. Grundlegende Änderungen der Wirtschaftsweise werden jedoch auch grundlegende Änderungen dieser Interdependenzen verursachen und daher sind die Ergebnisse besser geeignet, kurzfristige spezifische Änderungen für einzelne Branchen abzuschätzen. Bei langfristigen und viele Branchen betreffenden Änderungen (allgemeiner Strukturwandel) eignet sich das Verfahren weniger gut für eine Abschätzung der Folgen.

Abbildung 11: Wirkungsmodell der wirtschaftlichen Effekte



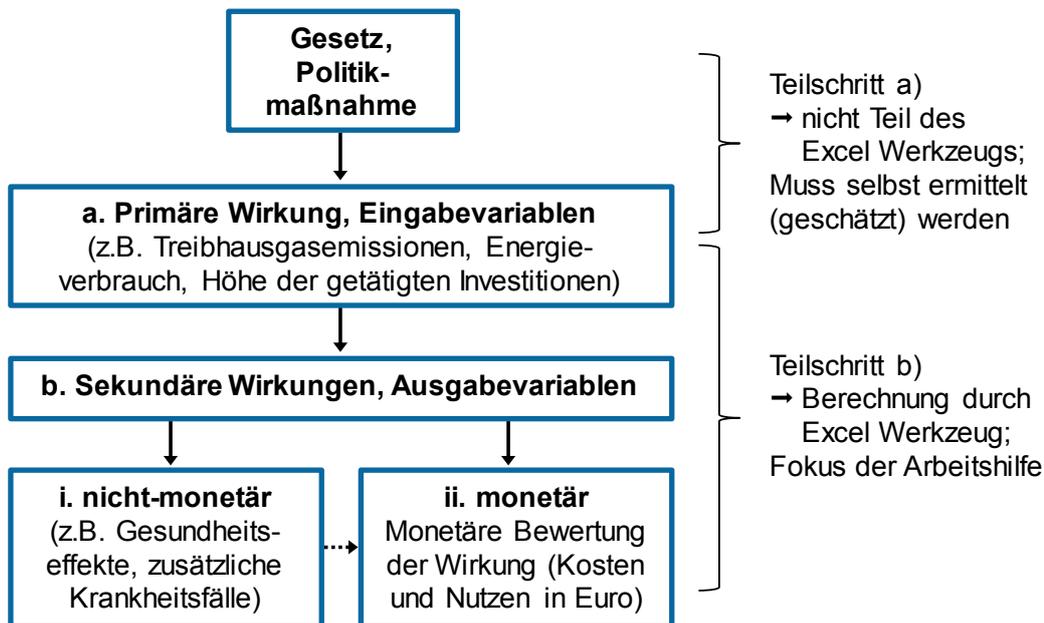
## 4 Schritt 3: Abschätzung der Wirkungen der Maßnahme

Im Schritt 3 sollen die Wirkungen eines Gesetzes oder einer Maßnahme abgeschätzt werden. Dabei gilt es zu beachten, dass die Arbeitshilfe einen Teil, jedoch nicht alle Schritte zur Schätzung der Wirkungen von Politikmaßnahmen, abdecken kann. Bearbeiter von Gesetzesfolgeabschätzungen müssen im ersten Schritt die Primärwirkung, also die erste Reaktion der Normadressaten auf die Maßnahme, selbständig analysieren und quantifizieren (zum Beispiel auf Verkehrsaufkommen, Beeinträchtigung von Ökosystemen, Investitionsvolumen).

Aufgrund der großen Breite möglicher Gesetze kann dieser Teilschritt nicht systematisiert werden: Für die Abschätzung der Primärwirkung kann es keine allgemeine Arbeitshilfe geben, da die genauen administrativen Details der Maßnahme bekannt sein müssen und evaluiert werden muss, wie die spezifischen Normadressaten auf die Maßnahme reagieren würden. Die vorliegende Arbeitshilfe enthält daher für die Schätzung der Primärwirkungen nur einige generelle Hinweise.

Die Arbeitshilfe bietet jedoch eine umfassende Unterstützung, die errechneten Primärwirkungen (quantifiziert mit Hilfe von Eingabevariablen) zu nutzen, um nachgelagerte, sekundäre Wirkungen (Ausgabevariablen) zu errechnen und diese zu monetarisieren. In Abbildung 12 ist diese Aufteilung dargestellt. Eine wichtige Unterstützung für die Schätzung der Wirkungen im Arbeitsschritt 3 stellt zudem das Excel-Werkzeug dar, das ebenfalls Teil der vorliegenden Arbeitshilfe ist.

Abbildung 12: Ablaufschritte zur Berechnung der Wirkungen



### Ermittlung Eingabevariablen (Primärwirkung)

Das Vorhandensein einer oder mehrerer **Eingabevariablen** ist eine zwingende Voraussetzung für die Berechnung der quantitativen Folgen sowie der monetären Umweltnutzen bzw. -kosten. Sind solche Eingabevariablen vorhanden, können die Wirkungen mit Hilfe des Excel-Werkzeugs quantitativ abgeschätzt, d.h. die Nutzen oder Kosten berechnet werden. Ein standardisiertes Vorgehen zur Ermittlung der Eingabevariablen (Primärwirkung) ist nicht Teil dieses Leitfadens. In der Folge sind aber die wichtigsten Grundlagen genannt, aus denen die Eingabevariablen

(veränderte Umweltbelastungen, Aktivitäten, wirtschaftliche Primärwirkung) abgeleitet werden können:

- **Ziele im Gesetz:** Bei Gesetzen mit klaren quantitativen Zielen (z.B. Emissionsreduktion um x % oder Verbot einer Substanz Y) können diese quantitativen Angaben ein wichtiger, direkter Input für die Berechnung sein.
- **Im Gesetz erwähnte Maßnahmen:** Bei Gesetzen, die den Fokus auf neue Maßnahmen oder Instrumente (z.B. Förderung Erneuerbare Energien, LKW-Maut) legen, muss die Wirkung zuerst abgeschätzt werden. Falls die Maßnahmen definiert sind, ist eine Abschätzung der primären Wirkung möglich. Andernfalls muss mit realistischen Szenarien gearbeitet werden. Zentral für die Abschätzung der primären Wirkung sind Annahmen zur Nachfragereaktion (z.B. Veränderung Verkehrsmenge, Energienachfrage, Produktionsmenge, Produktionsweise) infolge einer Maßnahme. Abschätzungen zur Nachfragereaktion sind auch für die Ermittlung wirtschaftlicher Wirkungen nötig, d.h. können gegebenenfalls von diesen übernommen werden<sup>17</sup>. - Bei Gesetzen, die sehr abstrakt sind oder lediglich Prozesse oder Rahmenbedingungen regeln, ist eine direkte Abschätzung der Wirkungen äußerst schwierig. In diesem Fall muss auf eine der im Folgenden aufgeführten Grundlagen zurückgegriffen werden.

Bei Gesetzen, die den Fokus auf neue Maßnahmen oder Instrumente (z.B. Förderung Erneuerbare Energien, LKW-Maut) legen, muss die Wirkung zuerst abgeschätzt werden. Falls die Maßnahmen definiert sind, ist eine Abschätzung der primären Wirkung möglich. Andernfalls muss mit realistischen Szenarien gearbeitet werden. Zentral für die Abschätzung der primären Wirkung sind Annahmen zur Nachfragereaktion (z.B. Veränderung Verkehrsmenge, Energienachfrage, Produktionsmenge, Produktionsweise) infolge einer Maßnahme. Abschätzungen zur Nachfragereaktion sind auch für die Ermittlung wirtschaftlicher Wirkungen nötig, d.h. können gegebenenfalls von diesen übernommen werden.<sup>18</sup> - Bei Gesetzen, die sehr abstrakt sind oder lediglich Prozesse oder Rahmenbedingungen regeln, ist eine direkte Abschätzung der Wirkungen äußerst schwierig. In diesem Fall muss auf eine der im Folgenden aufgeführten Grundlagen zurückgegriffen werden:

- **Begründung des Gesetzes:** In den Begründungen zu einem Gesetz sind oftmals Angaben zu erwarteten Wirkungen enthalten. Diese Angaben können verwendet werden. Oftmals stehen die wirtschaftlichen Wirkungen im Vordergrund. Diese Zahlen wie z.B. der ermittelte Erfüllungsaufwand oder Budgetwirkungsrechnungen können jedoch häufig als Eingabevariablen verwendet werden. Außerdem können mit Hilfe von Abschätzungen zu Nachfragereaktionen auch Veränderungen von „Drivers“ wie Energie- oder Verkehrsbedarf abgeschätzt werden.
- **Separate Analysen oder Studien:** Im Rahmen der Erarbeitung eines Gesetzes werden oftmals separate Studien zur Abschätzung der Wirkung des Gesetzes durchgeführt (z.B.

---

<sup>17</sup> Es kann aus diesem Grund auch sinnvoll sein, die wirtschaftlichen Wirkungen vor den Umweltwirkungen abzuschätzen. Dies ist fallweise zu entscheiden. Generell ist eine parallele Bearbeitung der Umweltwirkungen sowie der wirtschaftlichen Wirkungen wenig nützlich.

<sup>18</sup> Es kann aus diesem Grund auch sinnvoll sein, die wirtschaftlichen Wirkungen vor den Umweltwirkungen abzuschätzen. Dies ist fallweise zu entscheiden. Generell ist eine parallele Bearbeitung der Umweltwirkungen sowie der wirtschaftlichen Wirkungen wenig nützlich.

beim Erneuerbare-Energien-Gesetz). Aus diesen Analysen können quantitative Informationen als Eingabevariablen für die Berechnung herangezogen werden.

Wenn oben genannte Informationen fehlen, können Eingabevariablen folgendermaßen ermittelt werden:

- Abschätzung durch Fachexperten, z.B. des UBA, des BfN oder anderer Institutionen (im Bsp. Winterreifenpflicht z.B. der ADAC).
- Expertengespräch(e)
- Ökobilanz-Datenbanken, Ökobilanz-Inventare (z.B. lci-network.de, GEMIS)
- eigene Schätzung

Falls grobe Schätzungen nötig sind, kann die Quantifizierung mit Bandbreiten erfolgen. Dabei bietet eine Sensitivitätsanalyse ein gutes Instrument für den Umgang mit unsicheren Eingabevariablen. Weitere Informationen zur Sensitivitätsanalyse finden sich im Kapitel 5.1.

Für die Wirkungsabschätzung besteht im Weiteren ein enger Bezug zwischen den wirtschaftlichen Wirkungen und den Umweltwirkungen. So spielen Überlegungen zu möglichen Nachfrage- oder Investitionsreaktionen bei beiden Bereichen eine wichtige Rolle. Führt ein Gesetz zum Beispiel zu einer Preiserhöhung (z.B. Ökosteuer o.ä.) oder Preissenkung (z.B. Subventionierung eines Produkts) oder einer veränderten Produktionsmenge eines Gutes (z.B. weniger Energieverbrauch dank Effizienzmaßnahmen), hat dies eine Nachfragereaktion von Privaten oder Unternehmen zur Folge. Eine Abschätzung solcher Nachfragereaktionen ist für die Ermittlung der wirtschaftlichen Wirkungen (z.B. höhere Wertschöpfung) zentral. Idealerweise kann für die Berechnung der Umweltwirkungen deshalb auf Schätzungen zur Nachfragereaktion zurückgegriffen werden, die im Wirtschaftsmodul (oder bereits in der Gesetzesbegründung) ermittelt worden sind. Aus einer veränderten Nachfrage nach einem Gut (z.B. Energie, Verkehr, Infrastruktur) können die Umweltwirkungen direkt abgeleitet werden.

## 4.1 Umweltwirkungen

Das folgende Kapitel erläutert die Vorgehensweise zur Schätzung der Umweltwirkungen. Gemeinsam mit dem Excel-Werkzeug soll dieses Kapitel ermöglichen, eine quantitative Schätzung der Umweltwirkungen eines Gesetzes vorzunehmen. Ein spezieller Fokus liegt auf der Ermittlung und Darstellung der Umweltwirkungen in monetären Einheiten (d.h. Euro). Durch die Monetarisierung von Umweltwirkungen lassen sich die ermittelten Nutzen oder Kosten umweltrelevanter Gesetze anderen monetären Größen (z.B. Erfüllungsaufwand, wirtschaftliche Wirkungen) gegenüberstellen. Neben den monetär bewerteten Umweltwirkungen sollen auch ausgewählte andere Wirkungen quantifiziert werden können (z.B. Krankheitsfälle).

Wie bereits erwähnt deckt die Arbeitshilfe nicht alle möglichen Umweltwirkungen ab, sondern beschränkt sich auf die besonders relevanten und gut quantifizierbaren Wirkungen. Die Gliederung der Umweltwirkungen erfolgt wie in Kapitel 3.1 entlang der verschiedenen Umweltbelastungen. Die einzelnen Umweltbelastungen mit ihren Treibern und Folgen sind bereits in Kapitel 3.1 im Detail (inklusive einfachen Wirkungsmodellen) dargestellt worden. Die folgende Tabelle fasst noch einmal zusammen, welche Umweltbelastungen in der vorliegenden Arbeitshilfe abgedeckt sind. Die Liste beinhaltet alle Wirkungen, die im Rahmen der Arbeitshilfe mit vertretbarem Aufwand valide quantifizierbar und monetarisierbar sind.

Tabelle 1: Übersicht berücksichtigter Umweltwirkungen

Umweltbelastung	Berücksichtigte Wirkungen (Folgen)
<b>1. Luftschadstoff-emissionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesundheitsschäden</li> <li>- Gebäude- und Materialschäden</li> <li>- Verluste bei Nutzpflanzen (Ernteverluste)</li> <li>- Biodiversitätsverluste (durch Luftschadstoffemissionen)</li> </ul>
<b>2. Treibhausgas-emissionen</b>	<p>THG-Emissionen führen zu Klimaveränderungen, die diverse Schäden zur Folge haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anstieg des Meeresspiegels</li> <li>- Beeinträchtigung Nahrungsmittelproduktion und Wasserverfügbarkeit</li> <li>- Gesundheits- und Infrastrukturschäden durch Extremwetterereignisse</li> <li>- Schäden an Ökosystemen und Verminderung der biologischen Vielfalt</li> </ul> <p>Die Quantifizierung erfolgt schließlich über die Vermeidungskosten (siehe Methodenkonvention UBA)</p>
<b>3. Lärmemissionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesundheitsschäden</li> <li>- verminderte Lebensqualität (allgemeine „Belästigung“)</li> </ul>
<b>4. Beeinträchtigung von Ökosystemen (Landschaften)</b>	<p>Biodiversitätsverluste und verminderte Ökosystemdienstleistungen durch folgende Belastungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächenumwandlung, Landnutzungsänderung, Verbauung natürlicher Flächen</li> <li>- Nutzungsintensivierung</li> <li>- Stoffliche Belastung (Nähr- und Schadstoffe):                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nährstoffeintrag (Stickstoff)</li> <li>- Eintrag von Schadstoffen ins Meer</li> </ul> </li> <li>- Zerschneidung von Ökosystemen</li> </ul>
<b>5. Emission toxischer Stoffe</b>	<p>Primär Gesundheitsschäden durch verminderte Wasser-, Boden und Luftqualität. Im Fokus sind Emissionen folgender toxischer Stoffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- langlebige organische Verbindungen (v.a. Herbizide, Insektizide etc.)</li> <li>- Schwermetalle</li> </ul>
<b>6. Indirekt: vor- und nachgelagerte Prozesse</b>	<p>Umweltschäden bei Vor- / Nachprozessen im Laufe des Lebenszyklus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiebereitstellung und -verteilung</li> <li>- Bau, Unterhalt &amp; Entsorgung von Infrastrukturen, Anlagen, Fahrzeugen und anderen Gütern bzw. Produkten</li> </ul> <p>Berücksichtigt werden v.a. die Schäden durch Luftschadstoff- und THG-Emissionen bei vor- und nachgelagerten Prozessen.</p>

Die Umweltwirkungen (Folgen) werden soweit möglich quantifiziert und monetarisiert. Die Eingabevariablen für die Schätzung der Wirkungen können entweder quantitative Angaben zu den Umweltbelastungen (z.B. Emissionsmenge) oder den Aktivitäten (Treiber, z.B. Verkehrsmenge) sein.

In den folgenden Teilkapiteln wird das Vorgehen zur Schätzung der Wirkung genauer beschrieben. Der Leitfaden beschreibt für jede Umweltbelastung die folgenden Aspekte:

- Eingabevariablen für die Berechnung
- Erläuterung Rechenweg, Quantifizierungsmethodik
- Ausgabevariablen

#### **4.1.1 Eingabevariablen für die Berechnung**

Im Folgenden wird für jede Umweltbelastung gezeigt, welche Eingabevariablen für die Berechnung der Nutzen oder Kosten umweltpolitischer Maßnahmen nötig sind. Der Einstiegspunkt (Eingabevariable) für die quantitative Schätzung der Wirkung ist je nach Datenverfügbarkeit auf zwei verschiedenen Ebenen möglich.

1. Eine Eingabevariable kann zum einen eine quantitative Angabe zur **Umweltbelastung** sein, z.B. die Menge an Luftschadstoffemissionen.
2. Alternativ kann aber auch eine quantitative Angabe zu einer **Aktivität** (bzw. Treibergröße) im Bereich Energie oder Verkehr als Eingabevariable verwendet werden, z.B. der zusätzliche Energieverbrauch oder eine Veränderung der Verkehrsmenge.

Die folgende Abbildung zeigt gelb eingefärbt, welche Eingabevariablen für die Schätzung der Umweltwirkungen möglich sind. Im Detail sind diese Eingabevariablen in den folgenden Tabellen für jede Umweltbelastungskategorie einzeln dargestellt. Die Wahl dieser Eingabevariablen als Einstiegspunkt für die Schätzung der Wirkungen beruht auf der Verfügbarkeit von entsprechenden Daten (Kostensätzen).

Abbildung 13: Überblick der in dieser Arbeitshilfe abgedeckten Umweltwirkungen.



Anmerkung: Gelb eingefärbt sind die möglichen Eingabevariablen, d.h. die Einstiegspunkte für die Schätzung der Wirkungen<sup>19</sup>.

Das Vorhandensein einer oder mehrerer Eingabevariablen ist eine zwingende Voraussetzung für die Berechnung der quantitativen Folgen sowie der monetären Umweltnutzen bzw. -kosten. Sind solche Eingabevariablen vorhanden, können die Wirkungen mit Hilfe des Excel-Werkzeugs quantitativ abgeschätzt werden.

Die folgenden sechs Tabellen zeigen die möglichen Eingabevariablen für die Quantifizierung der Schäden der entsprechenden Umweltbelastungen. Für die Wirkungsabschätzung müssen jeweils entweder die Umweltbelastung (v.a. Emissionsmengen) oder Angaben zur Aktivität (Energie- oder Verkehrsmenge) bekannt sein bzw. ermittelt werden. Wurde also im Arbeitsschritt 2 (Kap. 3.1) eine Umweltbelastung als eine relevante Kategorie identifiziert, können deren Folgen mit

<sup>19</sup> Für die Ermittlung der Umweltbelastungen (z.B. Emissionen) aus anderen Aktivitäten als Verkehr und Energie kann z.B. auf Informationen aus Ökoinventar-Datenbanken (LCA-Daten) zurückgegriffen werden.

Hilfe dieser Eingabevariablen quantifiziert werden. Für die Quantifizierung kann das Excel-Werkzeug beigezogen werden. Es berechnet aus den Eingabevariablen die sekundären Wirkungen, d.h. die monetären und nicht-monetären Nutzen und Kosten.

### Luftschadstoffemissionen

Die folgende Tabelle zeigt die möglichen Eingabevariablen für die Schätzung der Wirkungen infolge Luftschadstoffemissionen. Eingabevariablen können Angaben zur Umweltbelastung (Emissionsmengen) oder zur Verkehrs- oder Energieaktivität sein.

Tabelle 2: Eingabevariablen für Schätzung der Wirkungen von Luftschadstoffemissionen

Umweltbelastung bzw. Aktivität / Treiber		Eingabevariablen
Umweltbelastung	Luftschadstoffemissionen	<p>Ausgestoßene oder eingesparte Menge Luftschadstoffe (in Tonnen):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Feinstaub (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>)</li> <li>- Stickoxide (NO<sub>x</sub>)</li> <li>- Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)</li> <li>- Flüchtige Kohlenwasserstoffe (NMVOC)</li> <li>- Ammoniak (NH<sub>3</sub>)</li> </ul> <p>Falls Angaben zur Emissionsquelle (Kraftwerk, Industrie, Feuerung, Verkehr) sowie dem Ort der Emissionen (Innerorts, Außerorts) verfügbar sind, können die Berechnungen noch exakter durchgeführt werden (Verwendung spezifischer Kostensätze).</p>
Aktivität (Treiber)	Energie-menge	<p>Energieverbrauch (bzw. eingesparte Energiemenge), differenziert nach Energieträger:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stromverbrauch (z.B. kWh<sub>el</sub>): total oder differenziert nach Primärenergieträger (Kohle, Erdgas, Öl, Holz, Photovoltaik, etc.)</li> <li>- Wärmeverbrauch (z.B. kWh<sub>Endenergie</sub> oder Liter bzw. Tonnen je Energieträger): total oder differenziert nach Energieträger (Kohle, Erdgas, Öl, etc.) sowie evtl. nach Einsatzbereich (Haushalt, Industrie)</li> </ul>
	Verkehrsmenge, Kraftstoffmenge	<p>Folgende Eingabevariablen für die Verkehrsbelastung sind möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kraftstoffverbrauch (in Liter oder Tonnen): Menge an Kraftstoff nach Art (Benzin, Diesel)</li> <li>- Fahrzeug-km: total oder differenziert nach Fahrzeugkategorie, Raum (Innerorts, Außerorts, Autobahn) sowie Energieträger (Diesel, Benzin, elektrisch) → Straßen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehr</li> <li>- Personen-km oder Tonnen-km: total oder differenziert nach Fahrzeugkategorie, Raum (Innerorts, Außerorts, Autobahn) sowie Energieträger (Diesel, Benzin, elektrisch)</li> </ul>

### Treibhausgasemissionen

Die folgende Tabelle zeigt die möglichen Eingabevariablen für die Schätzung der Wirkungen infolge Treibhausgasemissionen. Eingabevariablen können Angaben zur Umweltbelastung (Emissionsmengen) *oder* zur Verkehrs- oder Energieaktivität sein.

Tabelle 3: Eingabevariablen für Schätzung der Wirkungen von Treibhausgasemissionen

Umweltbelastung bzw. Aktivität / Treiber		Eingabevariablen
Umweltbelastung	Treibhausgasemissionen	<p>Ausgestoßene oder eingesparte Menge Treibhausgase (in Tonnen):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Treibhausgase total, in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten – oder</li> <li>- Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O), F-Gase</li> </ul>
Aktivität (Treiber)	Energie- menge	<p>Energieverbrauch (bzw. eingesparte Energiemenge), differenziert nach Energieträger:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stromverbrauch (z.B. kWh<sub>el</sub>): total oder differenziert nach Primärenergieträger (Kohle, Erdgas, Öl, Holz, Photovoltaik, etc.)</li> <li>- Wärmeverbrauch (z.B. kWh<sub>Endenergie</sub> oder Liter bzw. Tonnen je Energieträger): total oder differenziert nach Energieträger (Kohle, Erdgas, Öl, etc.) sowie evtl. nach Einsatzbereich (Haushalt, Industrie)</li> </ul>
	Verkehrsmenge, Kraftstoffmenge	<p>Folgende Eingabevariablen für die Verkehrsbelastung sind möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kraftstoffverbrauch (in Liter oder Tonnen): Menge an Kraftstoff nach Art (Benzin, Diesel)</li> <li>- Fahrzeug-km: total oder differenziert nach Fahrzeugkategorie sowie Energieträger (Diesel, Benzin, elektrisch) → Straßen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehr</li> <li>- Personen-km oder Tonnen-km: total oder differenziert nach Fahrzeugkategorie sowie Energieträger (Diesel, Benzin, elektrisch)</li> </ul>

Weitere Treiber für die Veränderung der Treibhausgasemissionen sind veränderte Anbaumethoden / Bewirtschaftungsformen in der Landwirtschaft (z.B. Umwandlung konventioneller in biologische Landwirtschaft) sowie generell Landnutzungsänderungen von Ökosystemen. Die Abschätzung der Wirkung dieser Treiber bzw. Aktivitäten folgt im Teilkapitel „Beeinträchtigung von Ökosystemen“ (siehe unten, Tabelle 5).

## Lärmemissionen

Die folgende Tabelle zeigt die möglichen Eingabevariablen für die Schätzung der Wirkungen infolge Lärmemissionen. Eingabevariablen können Angaben zur veränderten Umweltqualität (Lärmexposition) *oder* zur Verkehrsaktivität sein.

Tabelle 4: Eingabevariablen für Schätzung der Wirkungen von Lärmemissionen

Umweltbelastung bzw. Aktivität / Treiber		Eingabevariablen
Umweltqualität (Umweltbelastung)	Lärmexposition (Lärmbelastung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anzahl von Lärm betroffener Personen, z.B. pro Lärmklasse (Dezibel-Klasse), falls möglich differenziert nach Verkehrsart (Straße, Schiene, Luft)</li> </ul>
Aktivität (Treiber)	Verkehrsmenge	<p>Folgende Eingabevariablen für die Verkehrsbelastung sind möglich:</p> <p>Straße und Schiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fahrzeug-km: total oder wenn möglich differenziert nach Raum (Innerorts, Außerorts, Autobahn) und Fahrzeugkategorie</li> <li>- Personen-km oder Tonnen-km: total oder wenn möglich differenziert nach Raum (Innerorts, Außerorts, Autobahn) und Fahrzeugkategorie</li> </ul> <p>Luftverkehr:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Luftverkehr: Anzahl Start- und Landezyklen (pro Jahr)</li> </ul>

## Beeinträchtigung von Ökosystemen

Die folgende Tabelle zeigt die möglichen Eingabevariablen für die Schätzung der Wirkungen infolge Beeinträchtigung von Ökosystemen. Eingabevariablen können Angaben zur veränderten Umweltbelastung (Größe der beeinträchtigten Flächen, Emissionsmengen) oder zur Verkehrsaktivität sein.

Tabelle 5: Eingabevariablen für Schätzung der Wirkungen durch Beeinträchtigung von Ökosystemen

Umweltbelastung bzw. Aktivität / Treiber		Eingabevariablen
Umweltbelastung	Beeinträchtigung von Ökosystemen	<p>Je nach Art der Beeinträchtigung von Ökosystemen sowie nach Datenverfügbarkeit sind folgende Eingabevariablen möglich:</p> <p><i>a. Flächenumwandlung, Verbauung natürlicher Flächen, Versiegelung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Größe der versiegelten (verbauten) Ökosystemfläche in m<sup>2</sup></li> </ul> <p><i>b. Landnutzungsänderung, Nutzungsintensivierung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Größe der Ökosystemfläche, deren Bewirtschaftungs- bzw. Nutzungsform oder Nutzungsintensität verändert wird / wurde (Fläche in m<sup>2</sup>). Zudem: Art der Nutzung vorher und nachher (z.B. extensives Grünland → Ackerland)</li> </ul> <p><i>c. Nährstoffeintrag:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausgestoßene oder eingesparte Menge an Stickstoff (N) (in Tonnen)</li> </ul> <p><i>d. Schadstoffeintrag ins Meer:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nährstoffbelastung: Stickstoffmenge, die jährlich ins Meer gelangt (in t Stickstoff (N))</li> <li>- Abfallmenge in Tonnen, die ins Meer gelangt</li> <li>- Ölmenge, die ins Meer gelangt (z.B. in Tonnen)</li> </ul> <p><i>e. Zerschneidung der Landschaft (durch Verkehrswege):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Länge (Größe) von Verkehrsinfrastrukturen: km Straße (nach Straßentyp: Autobahn, Hauptstraße, Nebenstraße), km Schiene oder km<sup>2</sup> Flugplatzfläche. Alternativ kann die Wirkung der Schäden durch Versiegelung und Zerschneidung infolge des Verkehrs auch aus der Verkehrsmenge abgeschätzt werden (s. unten).</li> </ul>
Aktivität (Treiber)	Verkehrsmenge	<p>Die Beeinträchtigung für Ökosysteme durch Verkehr kann zum Teil (Versiegelung und Zerschneidung) auch mittels Angaben zur Verkehrsmenge abgeschätzt werden. Folgende Eingabevariablen sind möglich (nur Daten für Straßen-, Schienenverkehr verfügbar):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fahrzeug-km: differenziert nach Fahrzeugkategorie (PKW, LKW, ...)</li> <li>- Personen-km oder Tonnen-km: differenziert n. Fahrzeugkategorie</li> </ul>

### Emission toxischer Stoffe

Die folgende Tabelle zeigt die möglichen Eingabevariablen für die Schätzung der Wirkungen infolge der Emission toxischer Stoffe. Eingabevariablen sind Angaben zur Umweltbelastung, d.h. Emissionsmengen.

Tabelle 6: Eingabevariablen für Schätzung der Wirkungen von toxischen Emissionen

Umweltbelastung bzw. Aktivität / Treiber		Eingabevariablen
Umweltbelastung	Emissionen toxischer Schadstoffe	<p>Ausgestoßene oder eingesparte Menge an toxischen Schadstoffen (in Tonnen oder Kilogramm):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwermetalle:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arsen</li> <li>- Cadmium</li> <li>- Chrom</li> <li>- Nickel</li> <li>- Quecksilber</li> <li>- Blei</li> </ul> </li> <li>- Langlebige organische Schadstoffe (POPs), u.a.:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dioxine</li> <li>- Furane</li> <li>- PCBs</li> <li>- Pflanzenschutzmittel (Herbizide), Insektizide</li> </ul> </li> </ul>

### Indirekte Effekte durch vor- und nachgelagerte Prozesse

Die folgende Tabelle zeigt die möglichen Eingabevariablen für die Schätzung der Wirkungen infolge vor- und nachgelagerter Prozesse. Eingabevariablen können Angaben zur Emission von Luftschadstoffen oder Treibhausgasen (wie in den entsprechenden Kapiteln beschrieben) oder zur Verkehrs- oder Energieaktivität sein.

Tabelle 7: Eingabevariablen für Schätzung der Wirkungen durch vor- und nachgelagerte Prozesse

Umweltbelastung bzw. Aktivität / Treiber		Eingabevariablen
Umweltbelastung	Emissionsmenge	<p>Die indirekte Wirkung durch vor- und nachgelagerte Prozesse können direkt über die folgenden Eingabevariablen errechnet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ausgestoßene oder eingesparte Menge Treibhausgase (z.B. CO<sub>2</sub>-Äquivalente)</li> <li>- ausgestoßene oder eingesparte Menge Luftschadstoffe (Feinstaub, Stickoxide, Schwefeldioxid etc.)</li> </ul> <p>Solche Daten zu den Emissionsmengen im Laufe eines Lebenszyklus von Gütern / Produkten können z.B. aus Ökobilanz-Datenbanken („Life Cycle Inventories“) ermittelt werden.</p>
Aktivität (Treiber)	Energie- menge	<p>Energieverbrauch (bzw. eingesparte Energiemenge), differenziert nach Energieträger:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stromverbrauch (z.B. kWh<sub>el</sub>): total oder differenziert nach Primärenergieträger (Kohle, Erdgas, Öl, Holz, Photovoltaik, etc.)</li> <li>- Wärmeverbrauch (z.B. kWh<sub>Endenergie</sub> oder Liter bzw. Tonnen je Energieträger): total oder differenziert nach Energieträger (Kohle, Erdgas, Öl, etc.)</li> </ul>
	Verkehrsmenge, Kraftstoffmenge	<p>Folgende Eingabevariablen für die Verkehrsbelastung sind möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kraftstoffverbrauch (in Liter oder Tonnen): Menge an Kraftstoff nach Art (Benzin, Diesel)</li> <li>- Fahrzeug-km: total oder differenziert nach Fahrzeugkategorie sowie Energieträger (Diesel, Benzin, elektrisch)</li> <li>- Personen-km oder Tonnen-km: total oder differenziert nach Fahrzeugkategorie sowie Energieträger (Diesel, Benzin, elektrisch)</li> </ul>

Neben den in obiger Tabelle erwähnten Aktivitäten (Energiebedarf bzw. Verkehrsaktivität) gibt es eine Vielzahl weiterer Aktivitäten, die zu Umweltschäden bei vor- und nachgelagerten Prozessen führen. Nur für die in der Tabelle genannten Aktivitäten sind einfache Kostensätze in der vorliegenden Arbeitshilfe (Excel-Werkzeug) verfügbar. Für andere Aktivitäten kann aber auf Informationen aus Ökobilanz-Datenbanken zurückgegriffen werden, aus denen z.B. die Emissionen von Luftschadstoffen sowie Treibhausgasen aus dem Lebenszyklus eines Produkts verfügbar sind. So können beispielsweise alle relevanten Umweltwirkungen aus der Produktion und Entsorgung von Plastiktüten ermittelt werden (inkl. negativen Effekten durch Abholzung von Wäldern).

### **Illustrationsbeispiel Winterreifenpflicht**

Im Beispiel der Winterreifenpflicht kann der zusätzliche Kraftstoffverbrauch als Einstieg für die Berechnung (d.h. als Eingabevariable) benutzt werden. Aus Studien ist bekannt, wie hoch der zusätzliche Verbrauch von Winterreifen gegenüber Sommerreifen ist. Die Angaben schwanken zwischen 0,1 bis 0,3 Liter zusätzlichem Treibstoffverbrauch pro 100 Kilometer. Für die vorliegenden (beispielhaften) Abschätzungen wird mit einem Zusatzverbrauch von 0,1 Liter pro 100 km gerechnet. Mit Angaben oder Schätzungen zum Anteil der neu zusätzlich mit Winterreifen ausgerüsteten Fahrzeuge und deren Einsatzdauer und -distanz kann die Zunahme des Kraftstoffverbrauchs in Deutschland als wichtige Primärwirkung abgeschätzt werden. Im Leitfadens Erfüllungsaufwand (Bundesregierung 2011) wird geschätzt, dass von der neuen Regelung rund 10 % aller KFZ betroffen sind, d.h. 5,6 Mio. Fahrzeuge. Geht man von einer mittleren Fahrleistung von 15.000 km pro Fahrzeug und Jahr aus und schätzt, dass davon etwa 40 % neu mit Winterreifen gefahren werden (d.h. 6.000 km / Jahr), werden durch die neue Norm 33,6 Mrd. Fahrzeugkilometer zusätzlich mit Winterreifen zurückgelegt. Dies hat einen zusätzlichen Kraftstoffverbrauch von 33,6 Mio. Liter pro Jahr zur Folge (Annahme: 70 % Benzin, 30 % Diesel).

Diese Abschätzung zum zusätzlichen Kraftstoffverbrauch kann für die Berechnung der Umweltwirkungen als Eingabevariable verwendet werden. Mit Hilfe des Excel-Werkzeugs können daraus die zusätzlichen Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen infolge des zusätzlichen Treibstoffverbrauchs (inkl. den indirekten Emissionen aus vorgelagerten Prozessen zur Herstellung und Transport des Kraftstoffs) berechnet und anschließend die damit verbundenen Kosten (durch Gesundheits- und Umweltschäden) abgeschätzt werden.

Die zusätzlichen Emissionen toxischer Stoffe als Folge des verstärkten Reifenabriebs sind nur bedingt abzuschätzen. Aus Grundlagenstudien (z.B. Handbuch Emissionsfaktoren für den Straßenverkehr) sind Angaben zu den mittleren Schwermetallemissionen aus Reifenabrieb bekannt (z.B. knapp 0,1 mg Cadmium, 0,4 mg Blei und 200 mg Zink pro 100 Fahrzeugkilometern). Geht man davon aus, dass beim Fahren mit Winterreifen der Abrieb um 50 % zunimmt (Annahme, wäre durch Grundlagenstudien oder Fachexperten zu prüfen), kann die gesamte durch die Regelung verursachte zusätzliche Emissionsmenge abgeschätzt werden. Die so abgeschätzte zusätzliche Menge an toxischen Emissionen ist jedoch relativ gering (z.B. rund 10 kg Cadmium, 50-100 kg Blei und 35 t Zink pro Jahr), können jedoch als Eingabevariablen für die Abschätzung der Umweltkosten verwendet werden. Die Relevanz dieser Kosten dürfte gegenüber den Kosten aus Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen aber sehr gering sein (siehe Kap. 4.1.3)

*Hinweis: Bei den hier durchgeführten Abschätzungen handelt sich um beispielhafte Rechnungen mit z.T. groben Annahmen. Ziel ist nicht die exakte Herleitung von Daten für das Beispiel Winterreifenpflicht, sondern die Illustration der Vorgehensweise im Rahmen der Arbeitshilfe.*

#### **4.1.2 Erläuterung Rechenwege (von Eingabe- zu Ausgabevariablen)**

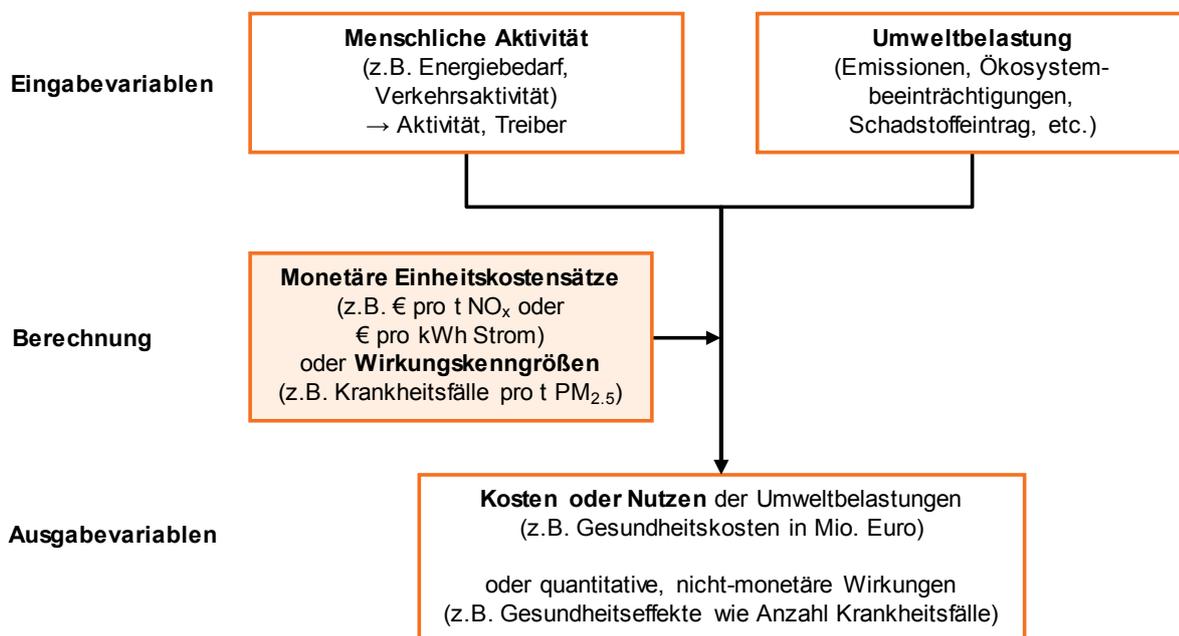
Die Berechnung der sekundären Wirkungen kann mit Hilfe des Excel-Werkzeugs vorgenommen werden: Werden die verfügbaren Eingabevariablen im Excel-Werkzeug eingegeben, liefert das Werkzeug eine quantitative Schätzung der Umweltwirkungen, insbesondere der monetären Nutzen bzw. Kosten<sup>20</sup>. Somit ist keine Kenntnis der Rechenwege nötig. In der Folge ist als

<sup>20</sup> Selbstverständlich können die Anwender der Arbeitshilfe die Berechnungen der Umweltwirkungen auch ohne Excel-Werkzeug durchführen, basierend auf den Kostensätzen im Anhang.

Hintergrundinformation dennoch kurz die allgemeine Methodik zur Berechnung monetärer Umweltkosten dargestellt. Zudem ist für jede Umweltbelastung angegeben, auf welchen Datenquellen und Grundlagen die Kostensätze zur Berechnung basieren.

In der vorliegenden Arbeitshilfe erfolgt die Berechnung der monetären Umweltwirkungen durch Multiplikation der Eingabevariablen (entweder Aktivität oder Umweltbelastung) mit monetären Einheitskostensätzen. Diese Einheitskostensätze sind im Excel-Werkzeug für die Berechnungen hinterlegt. Beispiele solcher Kostensätze sind in der Tabelle 9 zu finden (für die Berechnung der Kosten infolge Luftverschmutzung). Mit diesem Vorgehen können die Nutzen oder Kosten der Umweltbelastung bzw. Aktivität einfach berechnet werden (siehe Abbildung 14).

Abbildung 14: Darstellung des Rechenwegs: von der Eingabe- zur Ausgabevariablen (bzw. von der Umweltbelastung oder Aktivität zu den Nutzen / Kosten)



Die Kostensätze als zentrale Grundlage für die Berechnungen stammen aus bestehenden, etablierten Forschungsarbeiten und Empfehlungen zur Berechnung von Umweltkosten. Für die Herleitung und Berechnung dieser Kostensätze benutzen die Forschungsstudien in der Regel mehrstufige Wirkungsmodelle, mit denen von der Umweltbelastung über die veränderte Umweltqualität die Schäden berechnet werden. Eine zentrale Rolle für die Ermittlung der Schäden (Folgen) spielen Dosis-Wirkungs-Zusammenhänge. Schließlich werden in den Studien die quantitativen Schäden mit Hilfe von monetären Bewertungssätzen in Nutzen und Kosten (d.h. Euro-Werte) umgerechnet. In einigen Fällen, in denen die direkte Berechnung der Schadenskosten nicht möglich ist, erfolgt die Berechnung der Kosten von Umweltbelastungen über die Reparatur- oder Vermeidungskosten.

Die wichtigste Grundlage für die vorliegende Arbeitshilfe bildet die aktualisierte Methodenkonvention zur Schätzung von Umweltkosten, die das Umweltbundesamt Deutschlands basierend auf den aktuellsten Forschungserkenntnissen vorgenommen hat. Die Methodenkonvention enthält Empfehlungen für die Berechnung von Umweltnutzen und -kosten und entspricht dem Stand der Praxis. Auch alle weiteren verwendeten Quellen für Kostensätze und Kenngrößen im Bereich der Umweltwirkungen widerspiegeln den heutigen Stand der

Wissenschaft. Die folgende Tabelle zeigt die relevantesten Berechnungsgrundlagen je Umweltwirkung.

Tabelle 8: Grundlagen für Berechnung von Umweltnutzen und –kosten

Umweltbelastung	Datenquellen, Grundlagen für Kostensätze zur Berechnung
<b>1. Luftschadstoffemissionen</b>	Methodenkonvention UBA (UBA, IER 2013) <sup>22</sup>
<b>2. Treibhausgasemissionen</b>	Methodenkonvention UBA (UBA, IER 2013)
<b>3. Lärmemissionen</b>	Methodenkonvention UBA (UBA, IER 2013)  (zudem: EU-Handbuch zur Berechnung ext. Verkehrskosten (INFRAS et al. 2008) und EU-Forschungsprojekt HEATCO)
<b>4. Beeinträchtigung von Ökosystemen (Landschaften)</b>	Grundlagen / Quellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächenversiegelung: EU-Forschungsprojekt NEEDS 2006</li> <li>- Landnutzungsänderung<sup>21</sup>: Schweppe-Kraft 1998, NEEDS 2006</li> <li>- Emission von Nährstoffen: Methodenkonvention UBA / IER 2013 basierend auf NEEDS 2006, zudem BfN-Studien LAWA, FAL 2007 und BfN, ZALF 2010</li> <li>- Schadstoffeinträge ins Meer: Arbeiten zur Meeresschutz-Rahmenrichtlinie MSRL (Interwies et al. 2012)</li> <li>- Zerschneidung und Versiegelung durch Verkehr: Studien Externe Verkehrskosten Schweiz (ARE, Ecoplan, INFRAS 2008)</li> </ul>
<b>5. Emission toxischer Stoffe</b>	Methodenkonvention UBA: Sachstandspapier des IER (IER 2012, unveröffentlicht), auf Basis NEEDS 2008 und EXIOPOL 2011.
<b>6. Indirekt: vor- und nachgelagerte Prozesse</b>	Methodenkonvention UBA (UBA, IER 2013)

Die folgende Tabelle zeigt illustrativ einige Kostensätze für die Berechnung der Nutzen oder Kosten im Falle von zusätzlichen oder verminderten Luftschadstoffemissionen. Sämtliche für die Berechnungen relevanten Kostensätze sind im **Excel-Werkzeug** sowie in **Tabellen im Anhang dieser Arbeitshilfe** zu finden. Mit Hilfe dieser Kostensätze kann die Berechnung einfach durchgeführt werden.

Die Zahlen in der folgenden Tabelle sowie im Anhang basieren auf der UBA Methodenkonvention 2.0, die im Jahr 2013 publiziert wurde (UBA, IER 2013). Die Kostensätze werden vom UBA laufend aktualisiert. Für die Berechnung sollte jeweils immer die neuste Version der Methodenkonvention verwendet werden.<sup>22</sup>

<sup>21</sup> Landnutzungsänderungen können auch zu einer Veränderung der CO<sub>2</sub>-Bilanz führen. Einen Hinweis zur Abschätzung dieser Wirkung findet sich im Anhang.

<sup>22</sup> Kürzlich wurden die Kostensätze der UBA Methodenkonvention nochmals überarbeitet (Februar 2014). Diese neusten Kostensätze wurden noch nicht in den vorliegenden Leitfaden eingearbeitet.

Tabelle 9: Kostensätze der Luftverschmutzung in Deutschland - Datengrundlage: UBA Methodenkonvention 2013 (UBA, IER 2013).

Schadstoff	Räumliche Differenzierung	Kostensatz in € <sub>2010</sub> pro Tonne Emission		
		Verkehr	Energie	
			Kraftwerke	Kleinfeuerung
PM2.5 (Feinstaub ≤ 2.5 µm)	Innerorts (Mittelwert)	364.100	30.600	127.200
	Außerorts	122.800		58.500
PM10 (Feinstaub ≤ 10 µm)	Innerorts (Mittelwert)	33.700	21.800	92.500
	Außerorts	11.000		41.800
NO <sub>x</sub> (Stickoxide)	-	15.400	12.300	15.400
SO <sub>2</sub> (Schwefeldioxid)	-	13.200	12.400	13.200
NM VOC (Flüchtige Kohlenwasserstoffe ohne Methan)	-	1.700	1.700	1.700
NH <sub>3</sub> (Ammoniak)	-	26.800	26.800	26.800

Anmerkung: Die PM2.5 Kostensätze beim Verkehr beziehen sich auf die Emissionen aus dem Auspuff, die PM10 Kostensätze auf die Emissionen aus Abrieb und Aufwirbelung. Anteil von PM2.5 an PM10: 70 %.

#### 4.1.3 Ausgabevariablen

Aus den beschriebenen Berechnungen resultieren primär monetäre Daten zu den Umweltwirkungen. Dies sind entweder Umweltkosten bei zusätzlichen Umweltbelastungen oder aber Umweltnutzen im Falle einer Verminderung der Umweltbelastung. Neben diesen monetären Größen können bei einigen Umweltbelastungen noch weitere, auch nicht-monetäre Folgen quantifiziert werden (siehe folgende Tabelle). Das Excel-Werkzeug liefert als Ergebnis ebenfalls die in der Tabelle aufgelisteten Ausgabevariablen.

Tabelle 10: Ausgabevariablen bei der Abschätzung von Umweltwirkungen

<b>Umweltbelastung</b>	<b>Ausgabevariablen, Ergebnisse</b>
<b>1. Luftschadstoffemissionen</b>	- Total Umweltnutzen / -kosten durch Luftschadstoffe, in EUR pro Jahr - Anzahl zusätzlicher Krankheits- und Todesfälle bzw. verlorene Lebensjahre (für Gesundheitsschäden)
<b>2. Treibhausgasemissionen</b>	- Total Umweltnutzen / -kosten durch Klimawandel, in EUR pro Jahr - Veränderung Treibhausgasemissionen (Tonnen CO <sub>2</sub> pro Jahr), falls nicht bereits Eingabevariable
<b>3. Lärmemissionen</b>	- Total Umweltnutzen / -kosten infolge Lärmbelastung, in EUR pro Jahr - Anzahl zusätzlicher Krankheits- und Todesfälle bzw. verlorene Lebensjahre (für Gesundheitsschäden)
<b>4. Beeinträchtigung von Ökosystemen (Landschaften)</b>	- Total Umweltnutzen / -kosten durch Ökosystembeeinträchtigungen (Flächenumwandlung und -versiegelung, Landnutzungsänderung, Nutzungsintensivierung, Nährstoffeintrag, Eintrag von Schadstoffen ins Meer, Zerschneidung), in EUR pro Jahr
<b>5. Emission toxischer Stoffe</b>	- Total Umweltnutzen / -kosten durch toxische Stoffe, in EUR pro Jahr
<b>6. Indirekt: vor- und nachgelagerte Prozesse</b>	- Total Umweltnutzen / -kosten durch vor- und nachgelagerte Prozesse, in EUR pro Jahr

Die auf diese Weise ermittelten monetären Umweltnutzen oder -kosten infolge eines Gesetzes können für die verschiedenen Umweltbelastungskategorien addiert werden. Die gesamten Umweltnutzen oder -kosten zeigen die jährlichen Kosten oder Nutzen für die Volkswirtschaft. Als volkswirtschaftliche Kenngrößen können diese Werte mit anderen Jahreskosten oder - Nutzen (z.B. Wertschöpfung) verglichen werden. Die Umweltnutzen oder -kosten können zudem den Bürokratiekosten bzw. dem Erfüllungsaufwand eines Gesetzes gegenübergestellt werden. Führt beispielsweise ein Gesetz zu einer Verminderung von Umweltbelastungen und als Folge davon zu einem monetären Umweltnutzen, kann dieser volkswirtschaftliche Nutzen in der politischen Diskussion als Argument für das Gesetz verwendet und potenziellen Zusatzkosten des Gesetzes (z.B. Erfüllungsaufwand) gegenübergestellt werden.

Andere quantitative, nicht-monetäre Ausgabevariablen können ebenfalls als Informationen in den politischen Prozess einfließen. Gerade Gesundheitsschäden bzw. Gesundheitsnutzen sind ein wichtiges Argument bei der Beurteilung der Vor- und Nachteile eines Gesetzes.

Die in dieser Arbeitshilfe quantifizierten Umwelteffekte decken nicht alle möglichen Wirkungen ab, u.a. weil die Monetarisierbarkeit bei einigen Wirkungskategorien eingeschränkt ist. Aus diesem Grund stellen die ausgewiesenen Umweltnutzen bzw. -kosten lediglich Untergrenzen der monetarisierten Umweltwirkungen dar.

**Illustrationsbeispiel Winterreifenpflicht**

Beim Beispiel der Winterreifenpflicht können auf Basis der empfohlenen Kostensätze und mit Hilfe der im Kapitel 4.1.1 ermittelten Eingabevariablen die folgenden Ergebnisse (Ausgabevariablen) im Bereich der Umweltwirkungen berechnet werden.<sup>23</sup> Die Berechnung kann bei Bedarf auf einfache Weise mit dem Excel-Werkzeug durchgeführt werden.

<u>Zusätzliche Umweltkosten durch:</u>	<u>Kosten in Mio. Euro pro Jahr</u>
Luftverschmutzung	4,2 Mio. €
Treibhausgasemissionen	5,7 Mio. €
Emission toxischer Stoffe	0,2 Mio. €
Indirekte Effekte durch vorgelagerte Prozesse	5,3 Mio. €
<b>Total zusätzliche Umweltkosten</b>	<b>15,4 Mio. €</b>

Die jährlichen Umweltkosten dieser Maßnahme können wie dargestellt zu einem Gesamtwert addiert werden. Dieses Total (hier gut 15 Mio. Euro pro Jahr) kann in den Diskussionsprozess rund um die Regelung einfließen und anderen Kosten (z.B. Erfüllungsaufwand) und Nutzen (z.B. eingesparte Gesundheitskosten durch Senkung des Unfallrisikos) gegenübergestellt werden.

---

<sup>23</sup> Die Berechnungen basieren auf den Kostensätzen der UBA Methodenkonvention 2.0, Version 2013. Kürzlich wurden die Kostensätze der UBA Methodenkonvention nochmals überarbeitet (Februar 2014). Diese neusten Kostensätze wurden noch nicht in den vorliegenden Leitfaden eingearbeitet.

## 4.2 Wirtschaftliche Wirkungen

Das folgende Kapitel erläutert die Vorgehensweise zur Schätzung der wirtschaftlichen Effekte. Dabei wird zuerst geschätzt, inwieweit die geplante Maßnahme die Ausgabenhöhe oder -struktur von Bürgern, Unternehmen oder der öffentlichen Hand beeinflussen wird (Eingabevariablen für das Excel-Werkzeug).

Mit Hilfe dieser Angaben und des Excel-Werkzeugs werden dann andere wirtschaftliche Kenngrößen (Ausgabevariablen) geschätzt. Die Analyse erfolgt auf einer inländischen Basis, das heißt es werden der inländische wirtschaftliche Effekt und der inländische Arbeitsmarkteffekt geschätzt. Der Zeithorizont der Betrachtung sollte individuell je nach Dauer und Wirkung der Maßnahme bestimmt werden. Da dynamische Anpassungen in dem Modell nicht enthalten sind, werden die errechneten Werte ungenauer, je weiter im Voraus geschätzt wird.

### 4.2.1 Berechnung der Eingabevariablen

Das folgende Kapitel stellt dar, was bei der Berechnung der Eingabevariablen für das Excel-Werkzeug zu beachten ist und wie die veränderten Ausgaben von Bürgern, Unternehmen und Staat geschätzt werden können.

#### Ausgaben von Bürgern und Unternehmen

Beeinflusst eine Maßnahme die Ausgabenstruktur von Bürgern und Unternehmen, so kann dies zu weiteren wirtschaftlichen Effekten führen. Viele verschiedene staatliche Maßnahmen können unterschiedliche Folgen für die Ausgaben von Unternehmen und Bürgern haben. Die Berechnung der Wirkung auf die Ausgaben von Bürgern und Unternehmen sollte im Allgemeinen nach den Maßgaben der Bundesregierung<sup>24</sup> zur Ermittlung des Erfüllungsaufwandes erfolgen.

Die Arbeitshilfe der Bundesregierung beschreibt, wie errechnet werden kann, welche zusätzlichen oder verminderten Kosten (einmalig und laufend) Bürgern und Unternehmen durch die geplante Maßnahme entstehen. Diese Berechnung wird deshalb hier nicht im Detail erläutert. Da Bearbeiter von Gesetzesfolgeabschätzungen diese Werte ohnehin berechnen müssen, werden die errechneten Werte in der vorliegenden Arbeitshilfe als Eingabevariablen verwendet.

Bei den Berechnungen dieser Eingabevariablen sollte jedoch beachtet werden, dass viele umweltpolitische Maßnahmen direkte und indirekte Wirkungen auf die Ausgaben von Bürgern und Unternehmen haben können. Dabei sind vor allem zwei Marktanpassungen zu beachten.

- **Preiselastizität:** Verändern die geplanten Politikmaßnahmen die Angebotspreise, so werden Nachfrager darauf mit veränderten Kaufvolumen reagieren. Je nach Stärke dieser Reaktion können die Produzenten ihre Kostensteigerungen auf die Verbraucher mehr oder weniger abwälzen. Eine Analyse von Preisveränderungen und den Folgen wird für die Ermittlung des Erfüllungsaufwandes nicht durchgeführt und muss daher zusätzlich errechnet werden.
- **Verlagerung von Nachfrage:** Entscheidet der Gesetzgeber, die Marktverhältnisse auf bestimmten Produktmärkten (durch Subventionen, Steuern, Verbote oder andere

---

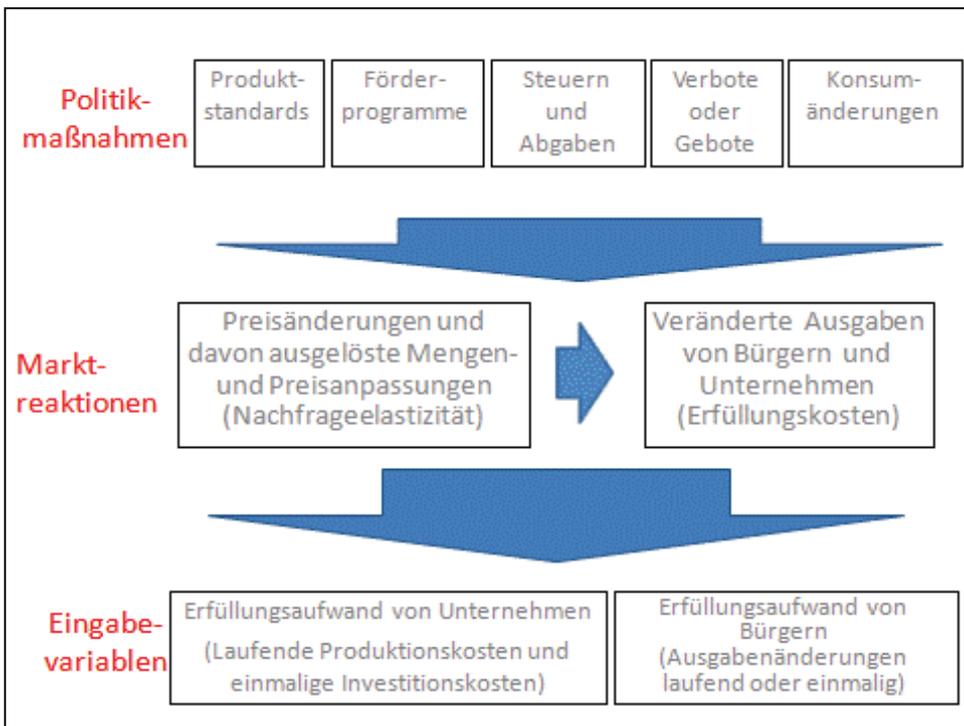
<sup>24</sup> Bundesregierung (2011): Leitfaden zur Ermittlung und Darstellung des Erfüllungsaufwandes in Regelungsvorhaben der Bundesregierung, Seite 11ff.

Maßnahmen) zu verändern, dann kann es sein, dass Nachfrager (Unternehmen oder Bürger) ihre Kaufkraft in andere Märkte verlagern.

Die Analyse dieser Marktanpassungen ist ein wichtiger Faktor, um die Ausgabenänderungen und den Erfüllungsaufwand robust zu berechnen. Dabei muss unterschieden werden zwischen direkt verursachten Ausgabenänderungen auf der einen Seite (Erfüllungsaufwand oder auch Einsparungen von Bürgern und Unternehmen durch z.B. Energiesparmaßnahmen) und indirekt durch Preisänderungen verursachte Mehr- oder Minderausgaben auf der anderen Seite.

Abbildung 15 zeigt die Logik der Wirkung verschiedener Maßnahmen auf die unterschiedlichen Kategorien des Erfüllungsaufwandes.

Abbildung 15: Wirtschaftliche Wirkungen von Politikmaßnahmen



Durch die Erarbeitung der Eingabevariablen können mit Hilfe der Arbeitshilfe weitere wirtschaftliche Maßzahlen errechnet werden. Die genaue Definition der Eingabevariablen wird in

Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Eingabevariablen für private Nachfrage

Eingabevariable	Erläuterung
<p>Wirkung der Maßnahme auf die Ausgaben von Unternehmen und Bürgern (einmalig und laufend)</p>	<p>Der Leitfaden der Bundesregierung<sup>25</sup> schreibt als Teil des Erfüllungsaufwandes die Ermittlung des fortlaufenden und des einmaligen Sachaufwandes für Unternehmen und Bürger vor (Seite 17). Dieser Sachaufwand verursacht zusätzliche Umsätze bei anderen Unternehmen, die geschätzt werden können.</p> <p>Dieser errechnete Sachaufwand kann als Eingabevariable genutzt werden. Jedoch müssen bei ausgelösten Ersatzinvestitionen die Bruttosachkosten verwendet werden, d.h. der im Leitfaden vorgeschriebene Abzug von 50 % des Aufwandes als Vorzieheffekt (Seite 25) muss rückgängig gemacht werden<sup>26</sup>.</p> <p>Zusätzlich zu dem errechneten Erfüllungsaufwand sollten auch eventuelle Einsparungen von Unternehmen (z. B. Energiesparmaßnahmen) ermittelt werden, um ein komplettes Bild der wirtschaftlichen Wirkungen zu generieren.</p> <p>Die Nachfrage in bestimmten Branchen kann sich ebenfalls verändern, wenn der Staat direkt als Nachfrager auf den Güter- und Produktmärkten auftritt (wie zum Beispiel bei der Sanierung einer öffentlichen Fläche).</p> <p>Die veränderten Ausgaben sollten auf die am meisten betroffenen Branchen verteilt werden. Das Excel-Werkzeug bietet die Möglichkeit, sich drei am stärksten betroffene Branchen auszusuchen.</p>
<p>Wirkung der Maßnahme auf Produktionskosten (einmalig und laufend)</p>	<p>Die Nachfrage in bestimmten Branchen kann auch entstehen wenn politische Vorgaben die Produktionskosten bestimmter Güter und Dienstleistungen verändern. Erneut können hier die Angaben aus der Berechnung des Erfüllungsaufwandes (Sachkosten und Personalkosten) als Eingabevariable genutzt werden.</p>
<p>Preisänderungen und Nachfrageelastizität</p>	<p>Verursacht eine Maßnahme Kostensteigerungen im Produktionsprozess der Unternehmen so ist zu bedenken, ob die Unternehmen durch Preissteigerungen einen Teil dieser Kostensteigerungen auf die Verbraucher abwälzen können. Dabei ist zu bedenken inwieweit die Preise auf den Märkten von außen vorgegeben sind (handelbare Güter) und ob die Nachfrager leicht auf andere ähnliche Produkte und Dienstleistungen umsteigen können. Mehr Informationen hierzu enthält auch die Arbeitshilfe des BMWi<sup>27</sup>.</p> <p>Die Reaktion der Nachfrager, auch Preiselastizität genannt, verursacht damit eine</p>

<sup>25</sup> Bundesregierung (2011): Leitfaden zur Ermittlung und Darstellung des Erfüllungsaufwandes in Regelungsvorhaben der Bundesregierung.

<sup>26</sup> Diese Bruttoinvestitionen erhöhen den Umsatz der Nachfragebranchen im Jahr der Investition, verringern ihn jedoch in den Folgejahren.

<sup>27</sup> Arbeitshilfe zu §44 ABS. 4 NR 1 GGO: „Kosten der Wirtschaft und Auswirkungen auf die Preise“, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 2010.

Eingabevariable	Erläuterung
	<p>Lastenverteilung zwischen Produzenten und Nachfragern. Ist eine starke Reaktion der Nachfrager zu erwarten, dann werden die Preissteigerungen gering sein und die Produzenten müssen die Kostensteigerungen selbst auffangen.</p> <p>Im Werkzeug muss die Lastenverteilung zwischen Produzenten und Nachfragern angegeben werden. Da diese Lastenverteilung unsicher ist, sollten im Werkzeug mehrere Lastenverteilungen berechnet und ein Ergebnisvergleich durchgeführt werden (Sensitivitätsanalyse).</p>

### Staatliche Einnahmen und Ausgaben

Hat die geplante Politikmaßnahme eine Wirkung auf die Staatseinnahmen oder die Staatsausgaben, so wird dies als Eingabe in das Wirkungsmodell eingeführt. Die folgenden Größen werden benötigt:

Tabelle 12: Eingabevariablen für staatliche Einnahmen und Ausgaben

Eingabevariable	Erläuterung
Wirkung der Maßnahme auf Staatseinnahmen und -ausgaben (netto)	Hier soll eingegeben werden, welche Wirkung die Maßnahme auf die Haushalte von Bund, Ländern und Kommunen hat. Dafür können normalerweise die Haushaltsberechnungen des zuständigen Finanzministeriums genutzt werden.

#### 4.2.2 Erläuterung Rechenwege (von Eingabe- zu Ausgabevariable)

Das folgende Kapitel stellt dar, wie die Eingabevariablen genutzt werden, um politikrelevante Kenngrößen zu generieren. Die wesentlichen Wirkungsbeziehungen sind in Abbildung 11 (Kapitel 3.2) dargestellt.

Die Berechnung der Kenngrößen erfolgt wie folgt:

- **Direkte Wertschöpfungswirkung per Branche:** Zusätzliche Nachfrage (z. B. durch Investitionen) in einer Branche erzeugt nur zusätzliche Wertschöpfung in Deutschland, wenn die Güter und Dienstleistungen nicht importiert werden. Mit Hilfe von branchenspezifischen Importquoten<sup>28</sup> wird die zusätzliche Wertschöpfung in deutschen Unternehmen errechnet.
- **Wirkung auf andere Staatsausgaben:** Es wird angenommen, dass 100 % des errechneten Nettoeffekts auf die Staatshaushalte zu Kürzungen oder Mehrausgaben in anderen Bereichen des Staatshaushalts führen, da langfristig gesehen öffentliche Haushalte keine Ersparnisse bilden. Da diese Staatsausgaben teilweise direkt (über Staatsnachfrage) oder indirekt (über Ausgaben von Bürgern und Unternehmen) zu veränderter Nachfrage führen,

<sup>28</sup> DESTATIS, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Input Output Tabellen, 2008, 2008, Fachserie 18 Reihe 2.

wird angenommen, dass sich diese Nachfrageveränderungen proportional zur aktuellen, durchschnittlichen Gesamtnachfrage<sup>29</sup> über die Wirtschaftszweige verteilen.

- **Wirkung auf andere Ausgaben von Bürgern und Unternehmen:** Es wird angenommen dass 89 % der zusätzlichen (oder verminderten) Ausgaben zu äquivalenten Kürzungen (Steigerungen) anderer Ausgaben führen. Private Haushalte sparten im Durchschnitt der letzten Jahre 10,8 %<sup>30</sup> ihres Einkommens und es wird angenommen, dass mit den zusätzlichen oder verminderten Einkommen ebenso vorgegangen wird. Diese Nachfrageänderungen werden auf die unterschiedlichen Branchen proportional<sup>31</sup> zur durchschnittlichen privaten Endnachfrage<sup>32</sup> aufgeteilt.
- **Vorleistungen:** Zusätzliche (oder verminderte) Umsätze haben eine direkte Wirkung auf die Zulieferer der Unternehmen. Mit Hilfe von Input Output Tabellen<sup>33</sup> werden diese indirekten Wirkungen auf die Wertschöpfung von Zulieferern geschätzt.
- **Indirekte Wertschöpfungswirkung pro Branche:** Die Wirkungen auf andere private und öffentliche Ausgaben und die Wertschöpfungseffekte über Vorleistungen werden mit Hilfe von Importquoten in indirekte Wertschöpfungswirkungen für deutsche Branchen umgerechnet.
- **Gesamte Wertschöpfungswirkung pro Branche:** Die indirekte und die direkte Wertschöpfungswirkung pro Branche werden zur gesamten Wertschöpfungswirkung pro Branche addiert.

---

<sup>29</sup> DESTATIS, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Input Output Tabellen, 2008, 2008, Fachserie 18 Reihe 2.

<sup>30</sup> DESTATIS, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Private Konsumausgaben und Verfügbares Einkommen, Tabelle 1.5, Sparquote, Durchschnitt 2008-2012

<sup>31</sup> DESTATIS, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Input Output Tabellen, 2008, 2008, Fachserie 18 Reihe 2.

<sup>32</sup> DESTATIS, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Input Output Tabellen, 2008, 2008, Fachserie 18 Reihe 2.

<sup>33</sup> DESTATIS, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Input Output Tabellen, 2008, Fachserie 18 Reihe 2.

### 4.2.3 Erläuterung der Wirkungsindikatoren (Ausgabevariablen)

Mit den oben dargestellten Analysen können verschiedene Kenngrößen entwickelt werden, die für die Gesetzesfolgenabschätzung genutzt werden können.

Tabelle 13: Ausgabevariablen

<b>Kenngröße</b>	<b>Rechenweg</b>	<b>Einheit</b>	<b>Interpretation</b>
Wertschöpfungswirkung pro Branche	Beschrieben unter Kapitel 4.2.2	€ und %	Die Wirkung auf den Umsatz pro Branche ist eine wichtige Kenngröße für die Bestimmung der Relevanz der Maßnahme für die Gesamtwirtschaft jedoch auch für die Verteilung der Effekte auf die unterschiedlichen Branchen.
Beschäftigungswirkung (pro Branche)	Die Umsatzwirkungen pro Branche werden mit Hilfe von Produktivitätskennziffern <sup>34</sup> in Beschäftigungswirkungen umgerechnet.	Anzahl Arbeitsplätze und Arbeitsentgelte	Die Analyse bringt einen Überblick über mögliche Folgen in den unterschiedlichen Branchen, die über eine selektive Sicht auf einzelne Branchen hinausgeht.
Wirkungen auf Einnahmen der Sozialversicherungen	Mit den Arbeitsplätzen pro Branche werden die Einnahmen der Sozialversicherung geschätzt.	€ und %	Wenn Maßnahmen zusätzliche Arbeitsplätze schaffen oder vernichten, dann hat dies eine direkte Wirkung auf den staatlichen Haushalt, besonders auf die Sozialversicherungen.
Wirkung auf Umsatzsteuereinnahmen und andere Produktsteuern	Mit den Umsatzwirkungen pro Branche wird die Wirkung auf die Umsatzsteuereinnahmen und die Einnahmen aus anderen Produktsteuern (z. B. Mineralölsteuern) geschätzt.	€ und %	Wenn Maßnahmen eine Wirkung auf Umsätze haben, so hat dies indirekt auch eine Wirkung auf die Umsatzsteuereinnahmen.  Diese zusätzlichen oder verminderten Steuereinnahmen können ebenfalls als Eingabevariable Budgetwirkung in das Werkzeug eingegeben werden.

<sup>34</sup> Destatis, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Inlandsproduktsberechnung, Vierteljahresergebnisse, Fachserie 18 Reihe 1.2.

### **Illustrationsbeispiel Winterreifenpflicht**

Im Beispiel der Winterreifenpflicht sind die folgenden wirtschaftlichen Wirkungen zu erwarten:

Der Erfüllungsaufwand für die Bürger wurde auf 229 Millionen Euro geschätzt<sup>35</sup>. Dabei fallen 134 Millionen Euro für den jährlichen Wechsel der Reifen an und 95 Millionen Euro für den Erwerb von Winterreifen (alle sechs Jahre und nur die Mehrkosten von Winterreifen gegenüber Sommerreifen geschätzt als 100 Euro).

Daraus ergibt sich ein jährlicher Mehraufwand von 229 Millionen Euro für Bürger, die diesen Betrag an anderer Stelle einsparen werden, womit dieses Geld als Konsumnachfrage bei allen restlichen Branchen nicht zur Verfügung steht. Auf der anderen Seite kommen die zusätzlichen Ausgaben den Reifenherstellern (und ihren Vorleistern) und den Montagedienstleistern zu Gute.

Wie im Kapitel 4.1 beschrieben werden durch die neue Regelung 33,6 Mrd. Fahrzeugkilometer zusätzlich mit Winterreifen zurückgelegt, was einen zusätzlichen Kraftstoffverbrauch von 33,6 Millionen Liter pro Jahr zur Folge hat. Bei einem angenommenen Durchschnittspreis von 2 Euro pro Liter Treibstoff müssen die Haushalte etwa 67 Millionen € mehr im Jahr für Treibstoff ausgeben.

Durch die zusätzlichen Ausgaben in den Branchen Mineralölindustrie, Fahrzeugteile und Fahrzeugreparatur. entsteht zusätzliche Wertschöpfung in Deutschland. Auf der anderen Seite müssen die Haushalte jedoch ihre Ausgaben für andere Güter drosseln und verursachen dadurch geringere Umsätze und Wertschöpfung in anderen Branchen. Insgesamt ist jedoch vor allem auf Grund der hohen inländischen Wertschöpfungsquote von Reparaturbetrieben ein leicht positiver Effekt auf die Wertschöpfung zu erwarten. Insgesamt errechnet das Werkzeug zusätzliche inländische Wertschöpfung in Höhe von 9 Millionen €. Die zusätzliche Wertschöpfung führt auch zu höheren Arbeitnehmerentgelten (25 Millionen €), zu mehr Arbeitsplätzen (500) und zu höheren Sozialversicherungseinnahmen (8 Millionen €). Auf Grund der Tatsache, dass die zusätzlichen Ausgaben für Treibstoff sehr hoch besteuert sind, können auch zusätzliche Produktsteuereinnahmen (36 Millionen €) erwartet werden.

Eine zentrale und bei der Umsetzung der Regelung hauptsächlich beabsichtigte Wirkung der Winterreifenpflicht ist die Reduktion des Unfallrisikos und damit der Unfallzahl im Straßenverkehr. Somit sinkt die Anzahl der Unfallopfer (verletzte und getötete Menschen) und als Folge davon sinken die damit verbundenen Kosten (Gesundheitskosten für Private und Staat, Produktionsausfälle für Unternehmen, immaterielle Schäden für Bürger). Die Ermittlung dieser Wirkung ist relativ komplex und sollte auf Basis detaillierter Angaben (aus Studien) zur Veränderung des Unfallrisikos dank Winterreifenpflicht ermittelt werden. Bei der Anwendung des vorliegenden Leitfadens müssten Fachexperten aus dem Bereich Straßensicherheit kontaktiert werden. Für das vorliegende Illustrationsbeispiel werden die Wirkungen auf Basis fiktiver Annahmen abgeschätzt.

---

<sup>35</sup> Bundesregierung (2011): Leitfaden zur Ermittlung und Darstellung des Erfüllungsaufwands in Regelungsvorhaben der Bundesregierung, S. 18.

Gemäß Statistischem Bundesamt (Destatis) ereigneten sich in den Jahren 2009-2011 im Durchschnitt rund 12.000 Straßenverkehrsunfälle mit Personenschäden infolge Schnee und Eis. Geht man davon aus, dass mit der neuen Regelung 25 % dieser Unfälle vermieden werden können (fiktive Annahme), sinkt die Personenunfallzahl jährlich um etwa 3.000. Sind diese Unfälle wiederum verbunden mit 90 % leicht verletzten Personen, 9.5 % schwer verletzten Personen und 0.5 % getöteten Personen (ebenfalls fiktive Annahmen), führt das zu einer Einsparung von Unfallkosten in einer Größenordnung von 160 Mio. Euro pro Jahr<sup>36</sup>. Diese eingesparten Kosten können als volkswirtschaftlicher Nutzen dieser Regelung interpretiert werden und in die Diskussion einfließen. Es sei an dieser Stelle aber nochmals darauf hingewiesen, dass es sich bei dieser Abschätzung der eingesparten Unfallkosten um eine fiktive, sehr grobe Quantifizierung handelt. Zudem sind in der Schätzung der Einfachheit halber einige Effekte nicht berücksichtigt worden, z.B. der Rückgang an Blechschäden an Kraftfahrzeugen.

---

<sup>36</sup> Die Monetarisierung erfolgt mit den im EU-Handbuch (INFRAS et al. 2008) empfohlenen Kostensätzen für die durchschnittlichen Folgekosten pro Unfallopfer für leicht Verletzte, schwer Verletzte und Todesfälle.

## 5 Schritt 4: Sensitivität und Aggregation

### 5.1 Sensitivitätsanalyse

Die quantitative Schätzung von Wirkungen basiert stets auf Annahmen und ist damit abhängig von der Stabilität dieser Annahmen. Besonders wenn zentrale Annahmen nicht empirisch verifizierbar sind, ist es notwendig eine Sensitivitätsanalyse durchzuführen.

Sensitivitätsanalysen sind Modellrechnungen, um die Wirkung der weniger robusten Annahmen auf die Ergebnisse der Analyse zu testen. Damit können Argumente getestet und manchmal entkräftet werden, die die ganze Analyse als fragwürdig darstellen, weil einzelne Annahmen nicht empirisch belegt werden können.

In der Arbeitshilfe ist eine Sensitivitätsanalyse in den folgenden Schritten vorgesehen:

1. **Auswahl der relevantesten Annahmen oder Eingabevariablen:** Zuerst müssen die wichtigsten Eingabevariablen ausgesucht werden. Eine Sensitivitätsanalyse sollte mit jeder Eingabevariable gemacht werden, die entweder empirisch nicht ausreichend belegt ist und / oder die politisch besonders intensiv diskutiert wird. Im Fall einer Strategie, in der gewisse Ziele gesetzt sind (zum Beispiel eine Reduktion der Emissionen), können mit Hilfe der Sensitivitätsanalyse die Nutzen und Kosten unterschiedlicher Ziele getestet werden.
2. **Auswahl realistischer Bandbreiten:** Im zweiten Schritt werden für jede Variable realistische Bandbreiten gewählt. Falls empirische Ergebnisse oder Schätzungen vorliegen, die jedoch weit auseinander liegen, können diese als Minimal- und Maximalwerte verwendet werden. Falls keine empirischen Ergebnisse vorliegen, sollten die Grenzen der realistischen Bandbreite möglicherweise durch Expertengespräche abgeschätzt werden. Diese Bandbreiten können in das Excel-Werkzeug eingetragen werden.
3. **Einzeltest der Annahmen:** Mit Hilfe der entwickelten realistischen Bandbreiten können dann erste Sensitivitätsanalysen durchgeführt werden. Durch Eingabe der oberen und der unteren Schranke der Bandbreite wird getestet, ob sich die Ergebnisse und vor allem die Folgerungen, die aus den Ergebnissen zu ziehen sind, durch eine Variation der Eingabevariable ändern würden. Ändert sich das Ergebnis nicht wesentlich, dann ist die Schätzung robust.
4. **Kombinationstests:** Zusätzlich zu den Einzeltests können mit der Sensitivitätsanalyse auch Kombinationen von Annahmen getestet werden. Falls Eingabevariablen in einem Verhältnis stehen (wie zum Beispiel Treibhausgasemissionen und andere Luftemissionen) können mehrere realistische Kombinationen getestet werden.

Das Excel-Werkzeug ermöglicht es, die Wirkung verschiedener Annahmen und Annahmekombinationen auf die Ergebnisse abzuschätzen. Das Excel-Werkzeug liefert allerdings keine automatische Sensitivitätsanalyse auf Knopfdruck, sondern liefert die Basis für eine Sensitivitätsanalyse, indem die Eingabevariablen variiert werden und deren Einfluss auf das Ergebnis einfach berechnet werden kann.

Mit Hilfe der Sensitivitätsanalysen können die Aussagekraft der Analysen erhöht und gleichzeitig wichtige Informationen für die Verteidigung der Analyseergebnisse gesammelt werden.

## 5.2 Aggregation und Fazit

Aus der Berechnung der einzelnen wirtschaftlichen Wirkungen und Umweltwirkungen resultiert eine Reihe von monetären und z.T. anderen quantitativen Ergebnissen. Diese Resultate können für sich einzeln oder aber zum Teil auch in aggregierter Form dargestellt werden. Die Möglichkeiten zur Aggregation und Vergleichbarkeit der verschiedenen Ergebnisse ist unterschiedlich. Eine detaillierte Übersicht zur möglichen Aggregation und Interpretation der einzelnen Wirkungen (Nutzen, Kosten) folgt untenstehend in der Tabelle 14. Im Folgenden sind die Möglichkeiten und Grenzen zur Aggregation kurz beschrieben.

- Die monetären Umweltnutzen und -kosten verschiedener Umweltbelastungskategorien können aggregiert und miteinander verglichen werden. Alle Ergebnisse liegen als monetäre Jahreswerte vor. In der Regel sollte die Addition der Wirkungen verschiedener Umweltbelastungen zu keinen Überschneidungen führen. Dennoch sollten bei jedem konkreten Gesetz die Möglichkeit von Doppelzählungen oder Synergieeffekten untersucht werden.
- Die Monetarisierung von Umwelteffekten ist - zumindest bei den hier dargestellten Effekten - mittlerweile etabliert. Zusätzlich zu den monetarisierten Werten werden jedoch auch nicht-monetäre, quantitative Umweltwirkungen ausgewiesen (z.B. eingesparte Krankheitsfälle), die für die Kommunikation wichtig sein können.
- Bei den wirtschaftlichen Wirkungen ist zu unterscheiden zwischen echten Auswirkungen auf die Wirtschaft (direkte Wertschöpfungseffekte) und Transfers (Verschiebungen zwischen verschiedenen Nutzergruppen). Mehrkosten für die Wirtschaft erzeugen beispielsweise mehr Wertschöpfung, führen aber auch zu höheren Preisen, die auf die Endverbraucher überwältzt werden.
- Eine Aggregation der monetären Umweltwirkungen und der wirtschaftlichen Wirkungen ist nur mit Einschränkungen möglich. Besonders beim Vergleich zwischen Wertschöpfungseffekten und Umweltnutzen ist Vorsicht geboten. Eine Aggregation (bzw. Saldierung) ist nur möglich, wenn echte Mehrkosten für die Wirtschaft mit dem monetären Umweltnutzen verglichen werden. Die damit verbundenen Wertschöpfungseffekte sind nur das wirtschaftliche Spiegelbild der Mehrkosten. Sie würden ohne Regulierung in einem anderem Wirtschaftssektor (Vollbeschäftigung vorausgesetzt) erzielt werden.
- Nicht sinnvoll und zulässig ist der Vergleich von jährlichen Umweltnutzen und -kosten mit Angaben zu Gesamtinvestitionen (z.B. Investitionen infolge einer Filterpflicht in der Industrie). Generell ist eine Vergleichbarkeit oder Aggregation von Zahlen nur dann möglich, wenn die Ergebnisse für den gleichen Zeitraum (z.B. Jahreswerte)<sup>37</sup> und für die gleiche regionale Abgrenzung vorliegen.

---

<sup>37</sup> Bemerkung: Beim Erfüllungsaufwand werden nur Jahreskosten ausgewiesen.

Tabelle 14: Möglichkeiten und Grenzen der Aggregation einzelner Wirkungen (Nutzen, Kosten)

Nutzen, Kosten	Mögliche Aggregation, ökonomische Interpretation
<b>Umweltnutzen und Umweltkosten (monetär) aller Umweltwirkungen</b> (EUR pro Jahr)	Die verschiedenen monetären Umweltwirkungen (Nutzen und Kosten) können zu einem Gesamtwert addiert werden. Der Gesamteffekt entspricht je nach Vorzeichen den volkswirtschaftlichen Umweltnutzen bzw. Umweltkosten einer Maßnahme. Diese Nutzen bzw. Kosten fallen nicht alle direkt monetär an, sind aber für die Volkswirtschaft relevant und damit in Kosten-Nutzen-Überlegungen einzubeziehen.
<b>Nicht-monetäre Umwelteffekte</b> (z.B. Anzahl Krankheitsfälle)	Die nicht monetären Umwelteffekte (Gesundheitsschäden wie Krankheitsfälle oder Emissionsmengen) können als Zusatzinformationen ausgewiesen werden und in eine qualitative Bewertung eines Gesetzes einfließen.
<b>Wertschöpfungswirkung (total oder pro Branche)</b> (z.B. in EUR pro Jahr)	<p>Falls verschiedene Wertschöpfungswirkungen ermittelt werden (z.B. Wirkung (positiv / negativ) auf verschiedene Branchen), können diese Effekte zu einer gesamten Wertschöpfungswirkung für die Volkswirtschaft aggregiert werden. Für die Diskussion und Bewertung eines Gesetzes ist das Ausweisen solcher Nettoeffekte auf die Wertschöpfung relevant und zielführend. Das Ergebnis (Veränderung Wertschöpfung pro Jahr) kann überdies dem BIP gegenübergestellt werden. Es muss jedoch beachtet werden, ob wirklich alle Branchen in der Analyse betrachtet wurden und keine Doppelzählungen (z.B. Vorleistungen) stattfinden.</p> <p>Die Wertschöpfungswirkung kann der gesamten monetären Umweltwirkung (s. oberste Zeile) gegenübergestellt werden. Aus volkswirtschaftlicher Sicht sollten aber externe Umwelteffekte mit Wertschöpfungseffekten nicht addiert werden, da die Wertschöpfungseffekte oft nicht die volkswirtschaftlichen Mehrkosten (unter Berücksichtigung von Alternativen) widerspiegeln. Dazu wäre ein gesamtwirtschaftliches Modell notwendig, das auch die Entzugseffekte in anderen Branchen nachbildet.</p>
<b>Beschäftigungswirkung (total oder pro Branche)</b> (z.B. in Vollzeitäquivalenten oder Arbeitnehmerentgelte)	Die Beschäftigungswirkungen (positiv / negativ) verschiedener Branchen können addiert werden. Eine Aggregation mit anderen Nutzen und Kosten ist jedoch nicht möglich. Insbesondere eine Addition der Arbeitnehmerentgelte mit den Wertschöpfungseffekten ist nicht möglich, da die Arbeitnehmerentgelte einen wichtigen Teil der Wertschöpfung darstellen.
<b>Wirkung auf Einnahmen aus Sozialversicherungen, Wirkung auf Umsatzsteuereinnahmen</b> (z.B. in EUR pro Jahr)	<p>Die Wirkungen auf Einnahmen aus Sozialversicherungen sowie auf Umsatzsteuereinnahmen stellen beides Wirkungen auf den Staatshaushalt dar und können für sich genommen addiert werden. Eine Verrechnung mit anderen oben erwähnten Nutzen und Kosten ist jedoch aus ökonomischer Sicht nicht zulässig, da es sich um Transfers handelt.</p> <p>Generell ist darauf zu achten, dass Ausgabenänderungen wie sie z.B. bei dem Erfüllungsaufwand ausgewiesen werden, nicht mit Transfereffekten (z.B. Steuer-, Einkommenseffekte) addiert werden dürfen.</p>
<b>Erfüllungsaufwand</b>	Der Erfüllungsaufwand kann nicht direkt mit den anderen Nutzen oder Kosten aggregiert werden, es sei denn er wird auch als Wertschöpfungs- oder Beschäftigungseffekt ausgewiesen.

Insgesamt können die einzelnen Ergebnisse also nicht wie in einer klassischen Kosten-Nutzen-Analyse zu einem Gesamtwert addiert werden. Die einzelnen Kosten oder Nutzen können aber allesamt als Argumente eine wichtige Grundlage für die politische Diskussion darstellen. Insbesondere können die auf Basis der vorliegenden Arbeitshilfe ermittelten Nutzen und Kosten

in den Bereichen Umwelt und Wirtschaft als quantitative Grundlagen in die Gesetzesfolgenabschätzung einfließen, vor allem für die quantitative Prüfung und Bewertung der Gesetze und Maßnahmen sowie die Beurteilung von verschiedenen Optionen und Regelungsalternativen. Auch wenn die Arbeitshilfe kein abschließendes Nutzen-Kosten-Ergebnis liefert, wird den Anwendern dennoch empfohlen, auf Basis der erarbeiteten Ergebnisse ein erstes Fazit zur untersuchten Regelung abzuleiten.

### **Illustrationsbeispiel Winterreifenpflicht**

Im Beispiel der Winterreifenpflicht können auf Basis der vorliegenden Arbeitshilfe verschiedene Nutzen und Kosten dieser Maßnahme ermittelt und ausgewiesen werden:

- **Umweltkosten:** Die gesamten Umweltkosten (durch direkte und vorgelagerte Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen sowie die Emission toxischer Stoffe) können addiert werden. In diesem Fall handelt es sich bei sämtlichen Umweltwirkungen um negative Effekte, also um Kosten. Wie in Kapitel 4.1 dargestellt betragen die durch diese Regelung verursachten gesamten Umweltkosten gut 15 Mio. Euro pro Jahr.
- **Unfallkosten bzw. -nutzen:** Die aufgrund des geringeren Unfallrisikos verminderten Kosten (v.a. Gesundheitskosten) können als Nutzen des Gesetzes ausgewiesen werden. Eine fiktive Abschätzung ergibt Einsparungen von 160 Mio. € pro Jahr. Die entsprechenden jährlich eingesparten externen Kosten (d.h. der volkswirtschaftliche Nutzen) können den Umweltkosten gegenübergestellt werden, d.h. eine Aggregation mit den Umweltkosten ist möglich.
- **Wertschöpfungseffekt:** Insgesamt wird die Winterreifenpflicht zu jährlichen Mehrausgaben der Bürger von 296 Millionen € führen (229 Mio. € für Erwerb und Montage der Reifen (entspricht dem Erfüllungsaufwand), 67 Mio. € für zusätzlichen Treibstoffverbrauch). Diesem Erfüllungsaufwand steht eine leichte Zunahme der Wertschöpfung in der Wirtschaft gegenüber. Durch die Mehrausgaben der Bürger entstehen höhere Umsätze in den drei Branchen Kraftwagen und Kraftwagenteile (Kauf von Winterreifen), Handelsleistungen mit KFZ (Montage Winterreifen) und Mineralölzeugnisse (höherer Treibstoffverbrauch). Auf der anderen Seite führen diese höheren Ausgaben zu niedrigeren Umsätzen in allen anderen Branchen, da die Haushalte die Mehrausgaben an anderer Stelle sparen müssen. Insgesamt (netto) ist der Wertschöpfungseffekt jedoch positiv und es können etwa 9 Millionen € pro Jahr zusätzliche Wertschöpfung in Deutschland erwartet werden. Es entstehen auch zusätzliche Produktsteuereinnahmen, Sozialversicherungseinnahmen, Arbeitsentgelte und Arbeitsplätze.

Eine Aggregation von Umwelt- und Unfallwirkungen mit den Wertschöpfungseffekten ist wenig sinnvoll und nicht zu empfehlen. Es lässt sich aber sagen, dass den berechenbaren Umwelt- und Sicherheitswirkungen von netto ca. 145 Mio. € pro Jahr zwar berechenbare Mehrausgaben von gegen 300 Mio. € gegenüberstehen, diese jedoch insgesamt zu einer kleinen zusätzlichen Wertschöpfung von 9 Mio. € pro Jahr führen und damit vor allem Einkommen umverteilen.

<i>Zusätzliche Umweltkosten durch:</i>	<i>pro Jahr</i>
Luftverschmutzung	4,2 Mio. €
Treibhausgasemissionen	5,7 Mio. €
Emission toxischer Stoffe	0,2 Mio. €
<u>Indirekte Effekte durch vorgelagerte Prozesse</u>	<u>5,3 Mio. €</u>
Total zusätzliche Umweltkosten	15,4 Mio. €
 <i>Wirtschaftliche Wirkungen:</i>	 <i>pro Jahr</i>
Wertschöpfung	9 Mio. €
Arbeitsentgelte	25 Mio. €
Anzahl der Arbeitsplätze	500
Sozialversicherungseinnahmen	8 Mio. €
Produktsteuereinnahmen	36 Mio. €
Gesundheitskosten (vermindertes Unfallrisiko)	160 <sup>38</sup> Mio. €

---

<sup>38</sup> Diese Angabe wurde nicht mit dem Werkzeug errechnet und ist nur illustrativ.

## 6 Literaturverzeichnis

- ARE, Econcept 2004: Externe Kosten des Verkehrs im Bereich Natur und Landschaft - Monetarisierung der Verluste und Fragmentierung von Habitaten; Econcept und Nateco im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE); Zürich / Gelterkinden.
- ARE, Ecoplan, INFRAS 2008: Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz - Aktualisierung für das Jahr 2005 mit Bandbreiten; INFRAS und Ecoplan im Auftrags des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE); Bern / Zürich.
- BfN, ZALF 2010: Bewertung der Ökosystemdienstleistungen von HNV-Grünland (High Nature Value Grassland) (Gutachten-Vorstudie); Institut für Sozioökonomie am Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (BfN); Münchenberg / Bonn.
- Bundesregierung 2011: Leitfaden zur Ermittlung und Darstellung des Erfüllungsaufwands in Regelungsvorhaben der Bundesregierung; Bundesregierung (Geschäftsstelle Bürokratieabbau des Bundeskanzleramtes) und Nationaler Normenkontrollrat; Berlin.
- CE, INFRAS, ISI 2012: External Costs of Transport in Europe - Update Study for 2008; CE Delft, INFRAS, ISI Fraunhofer im Auftrag des Internationalen Eisenbahnverbands UIC; Delft / Zürich / Karlsruhe.
- EXIOPOL 2011: Cluster II - Externality Estimates: Extension and Development (FEEM). Online: [http://www.feem-project.net/exiopoldkaj/EXIOPOL\\_Cluster\\_II.html](http://www.feem-project.net/exiopoldkaj/EXIOPOL_Cluster_II.html)
- IER 2012: Sachstandspapiere zu diversen Umweltkostenbereichen, als Grundlage für die Erarbeitung der Methodenkonvention 2.0 des Umweltbundesamtes (UBA, IER 2013), unveröffentlicht; Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart; Stuttgart.
- INFRAS et al. 2008: Handbook on external costs of Transport; INFRAS mit CE Delft und Fraunhofer ISI im Rahmen des EU-Forschungsprojekts IMPACT (Internalisation Measures and Policies for all External Costs of Transport); Zürich/Delft/Karlsruhe.
- Interwies et al. 2012: Methodische Grundlagen für sozio-ökonomische Analysen sowie Folgenabschätzungen von Maßnahmen einschließlich Kosten-Nutzen-Analysen nach EG-Meeresstrategie-Richtlinie (MSRL), Abschlussbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3710 25 202; Interwies, E., Angeli, D., Bertram, C., Dworak, T., Friedrich, R., Görlitz, S., Hiebenthal, C., Kugler, U., Meyerhoff, J., Preiss, P., Rumohr, H., Reumann-Schwichtenberg, J. und K. Rehdanz.
- LAWA, FAL 2007: Kosteneffiziente Maßnahmenkombination nach Wasserrahmenrichtlinie zur Nitratreduktion in der Landwirtschaft; Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) und Ingenieurdienst UmweltSteuerung (INGUS) im Auftrag der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Braunschweig.
- NEEDS 2006: New energy externalities development for sustainability (NEEDS), Deliverable D4.2: Assessment of biodiversity losses; Econcept and ESU services; Zürich / Uster.
- NEEDS 2008: New energy externalities development for sustainability (NEEDS), Report on the procedure and data to generate averaged/aggregated data, Deliverable Rs3a D1.1, P. Preiss, R. Friedrich, V. Klotz, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart.

- Schwepe-Kraft 1998: Monetäre Bewertung von Biotopen; B. Schwepe-Kraft; Bundesamt für Naturschutz; Bonn-Bad Godesberg.
- TEEB 2010 Die Ökonomie von Ökosystemen und Biodiversität: Die ökonomische Bedeutung der Natur in Entscheidungsprozesse integrieren. (TEEB (2010) The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature) Ansatz, Schlussfolgerungen und Empfehlungen von TEEB - eine Synthese.
- UBA 2007: Ökonomische Bewertung von Umweltschäden - Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten; Umweltbundesamt Deutschland, Dessau.
- UBA, IER 2013: Ökonomische Bewertung von Umweltschäden - Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten (inkl. Anhang B mit Kostensätzen); Umweltbundesamt Deutschland in Zusammenarbeit mit dem Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) Universität Stuttgart, Dessau / Stuttgart.
- UBA, INFRAS 2013: Mit der Umwelt rechnen: Eine Handlungsanleitung für den Einbezug von externen Kosten in die Entscheidungsfindung Umweltbundesamt Deutschland in Zusammenarbeit mit INFRAS, Dessau / Zürich.
- UBA 2013: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2011; Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2013; Umweltbundesamt UBA; Dessau.

## Anhang

Der Anhang beinhaltet Kenngrößen und Kostensätze für die Berechnung der monetären Umweltwirkungen. Die entsprechenden Daten sind ebenfalls im Excel-Werkzeug hinterlegt.<sup>39</sup>

### 1. Luftschadstoffemissionen

Tabelle 15: Kostensätze der Luftverschmutzung in Deutschland für unbekannte Quellen.  
Datengrundlage: UBA Methodenkonvention 2013 (UBA, IER 2013).

Schadstoff	Kostensatz in € <sub>2010</sub> pro Tonne Emission
PM2.5 (Feinstaub ≤ 2.5 µm)	55.400
PMcoarse (Feinstaub von 2.5 - 10 µm)	2.900
PM10 (Feinstaub ≤ 10 µm)	39.700
NO <sub>x</sub> (Stickoxide)	15.400
SO <sub>2</sub> (Schwefeldioxid)	13.200
NM VOC (Flüchtige Kohlenwasserstoffe ohne Methan)	1.600
NH <sub>3</sub> (Ammoniak)	26.800

Tabelle 16: Kostensätze der Luftverschmutzung in Deutschland: Verkehr und Energie.  
Datengrundlage: UBA Methodenkonvention 2013 (UBA, IER 2013).

Anmerkung: Die PM2.5 Kostensätze beim Verkehr beziehen sich auf die Emissionen aus dem Auspuff, die PM10 Kostensätze auf die Emissionen aus Abrieb und Aufwirbelung. Anteil von PM2.5 an PM10: 70 %.

Schadstoff	Räumliche Differenzierung	Kostensatz in € <sub>2010</sub> pro Tonne Emission		
		Verkehr	Energie	
			Kraftwerke	Kleinf Feuerung
PM2.5 (Feinstaub ≤ 2.5 µm)	Innerorts (Mittelwert)	364.100	30.600	127.200
	Außerorts	122.800		58.500
PM10 (Feinstaub ≤ 10 µm)	Innerorts (Mittelwert)	33.700	21.800	92.500
	Außerorts	11.000		41.800
NO <sub>x</sub> (Stickoxide)	-	15.400	12.300	15.400
SO <sub>2</sub> (Schwefeldioxid)	-	13.200	12.400	13.200
NM VOC (Flüchtige Kohlenwasserstoffe ohne Methan)	-	1.700	1.700	1.700
NH <sub>3</sub> (Ammoniak)	-	26.800	26.800	26.800

<sup>39</sup> Kürzlich wurden die Kostensätze der UBA Methodenkonvention nochmals überarbeitet (Februar 2014). Diese neusten Kostensätze wurden noch nicht in den vorliegenden Leitfaden eingearbeitet.

## 2. Treibhausgasemissionen

Tabelle 17: Kostensätze für Treibhausgasemissionen in Deutschland.  
Datengrundlage: UBA Methodenkonvention 2013 (UBA, IER 2013).

Treibhausgas	Kostensatz in € <sub>2010</sub> pro Tonne Emission
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	80
Methan (CH <sub>4</sub> )	2.000
Lachgas (N <sub>2</sub> O)	23.840
Treibhausgase total (in CO <sub>2</sub> -Äquivalent)	80

## 3. Lärmemissionen

Tabelle 18: Kosten der Lärmbelastung durch Verkehr in Deutschland.  
Datengrundlage: UBA Methodenkonvention 2013 (UBA, IER 2013).

Anmerkung: Lden: Tag-Abend-Nacht-Lärmpegel (day-evening-night) 24h-Dauerschallpegel, der Abend- und Nachtlärm stärker gewichtet.).

Lärmbelastung Lden [dB(A)]	Kostensätze pro betroffener Person		
	Kostensatz Straßenverkehr (in € <sub>2010</sub> / Person)	Kostensatz Schienenverkehr (in € <sub>2010</sub> / Person)	Kostensatz Luftverkehr (in € <sub>2010</sub> / Person)
45 dB	0 (0 - 7)	0 (0 - 3)	0 (0 - 12)
50 dB	10 (10 - 23)	0 (0 - 6)	16 (19 - 35)
55 dB	51 (18 - 116)	10 (9 - 23)	78 (26 - 179)
60 dB	101 (24 - 232)	51 (14 - 116)	157 (33 - 359)
65 dB	152 (31 - 348)	101 (19 - 232)	235 (41 - 538)
70 dB	203 (40 - 463)	152 (24 - 348)	314 (48 - 718)
75 dB	337 (131 - 663)	286 (113 - 547)	477 (138 - 982)
80 dB	422 (174 - 813)	372 (155 - 696)	589 (179 - 1.195)
≥ 81 dB	439 (183 - 842)	388 (163 - 727)	612 (187 - 1.238)

#### 4. Beeinträchtigung von Ökosystemen

##### a. Flächenversiegelung, Verbauung natürlicher Flächen, Versiegelung

Tabelle 19: Kostensätze für Versiegelung in Deutschland.  
Datengrundlage: NEEDS 2006.

Anmerkung: Der Kostensatz setzt sich zusammen aus Entsiegelungskosten aus NEEDS (2006, S. 70) plus den mittleren Ökosystem-Wiederherstellungskosten aus NEEDS für den Durchschnitt Deutschlands.

Kosten der versiegelten Fläche	Kostensatz in € <sub>2010</sub> pro m <sup>2</sup> versiegelter Fläche
Gesamtkosten pro m <sup>2</sup>	28,1 € <sub>2010</sub> / m <sup>2</sup>
Jahreskosten <sup>40</sup> pro m <sup>2</sup>	0,9 € <sub>2010</sub> / m <sup>2</sup> und Jahr

##### b. Landnutzungsänderung, Nutzungsintensivierung

Tabelle 20: Kostensätze für Landnutzungsänderung und Nutzungsintensivierung in Deutschland.

Kosten für den Vollverlust eines Ökosystems bzw. einer Nutzungsform in EUR<sub>2010</sub> / m<sup>2</sup>  
Datengrundlage: Schwappe-Kraft 1998, NEEDS 2006. Die Daten aus Schwappe-Kraft 1998 entsprechen Daten aus dem so genannten Investitionsmodell, die auf 2010 sowie in EUR umgerechnet wurden.

Nutzungsform, Ökosystemtyp	Kosten für den Vollverlust eines Ökosystems (Nutzungsform)		
	Gesamtkosten in EUR <sub>2010</sub> pro m <sup>2</sup>		Jahreskosten <sup>40</sup> EUR <sub>2010</sub> / m <sup>2</sup> u. J.
	Empfohlene Werte (Basis Schwappe-Kraft 1998)	Sensitivitätswerte (Basis NEEDS 2006)	Empfohlen (Basis Schwappe-Kraft 1998)
Durchschnitt D (alle Biotoptypen)	5,1	1,2	0,16
Ackerland	0,6	0,0	0,02
Intensives Grünland	0,9	0,4	0,03
Extensiv frisches Grünland	3,2	2,2	0,10
Magerrasen, Halbtrockenrasen	9,7		0,31
Streuwiesen	22,2		0,70
Grünflächen Siedlungsbereich	2,2		0,07
Obstanlagen	2,7	4,7	0,09

<sup>40</sup> Die Jahreskosten werden aus den Gesamtkosten mit einer Annuität von 100 Jahren berechnet. Unter der Annahme, dass die Flächenumwandlung dauerhaft ist, wäre eine 'unendliche' Annuität zu verwenden. Da auch bei Flächennutzungen eine Prognose über 100 Jahren wenig Sinn macht, wird dieser lange Zeithorizont von 100 Jahren verwendet.

Nutzungsform, Ökosystemtyp	Kosten für den Vollverlust eines Ökosystems (Nutzungsform)		
	Gesamtkosten in EUR <sub>2010</sub> pro m <sup>2</sup>		Jahreskosten <sup>40</sup> EUR <sub>2010</sub> / m <sup>2</sup> u. J.
	Empfohlene Werte (Basis Schweppe- Kraft 1998)	Sensitivitätswerte (Basis NEEDS 2006)	Empfohlen (Basis Schweppe- Kraft 1998)
Reife Streuobstbestände	11,7		0,37
Rebkultur (intensiv)	15,9		0,50
Laubholzforste	5,8	3,1	0,18
Fichten- / Nadelforste	3,6	3,1	0,11
Nieder- / Mittelwälder	5,3	3,1	0,17
Naturnaher Wald inkl. Bruchwald	22,1		0,70
Auwälder	65,1		2,06
Waldränder nicht natürlich	7,1		0,22
Waldränder natürlich	16,3	9,7	0,52
Hecken Feldgehölze	19,5		0,62
Hochmoor natürlich / naturnah	234,1		7,41
Niedermoore, Sümpfe	11,7		0,37
Zwergstrauchheiden	50,1		1,59
natürl. / naturnahe alpine Biotope	27,4		0,87

*Hinweis zur Abschätzung der Klimawirkung von Landnutzungsänderungen:* Landnutzungsänderungen können auch zu einer Veränderung der Klimabilanz von Ökosystemen führen. Die damit verbundene Emissionsänderung kann mit der vorliegenden Arbeitshilfe nicht automatisch ermittelt werden. Es ist aber möglich, die entsprechenden Veränderungen der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Basis von Informationen aus dem Nationalen Treibhausgasinventar Deutschlands zuhanden der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC) abzuleiten (UBA 2013, aktuellster Bericht für das Jahr 2011). Eine Grundlage sind z.B. spezifische Emissionsfaktoren bei der Umwandlung von spezifischen Landtypen im erwähnten Bericht (z.B. Umwandlung von Wald in Ackerland siehe S. 496, Tab. 235; UBA 2013). Für die Monetarisierung können schließlich wieder die Kostensätze pro Tonne CO<sub>2</sub> verwendet werden (siehe Tabelle 17).

c. Nährstoffeintrag, Emission von Nährstoffen (Stickstoff)

Tabelle 21: Kostensätze für die Emission von Stickstoffen in Deutschland.

Datengrundlage: UBA Methodenkonvention 2013 (UBA, IER 2013) (basierend auf NEEDS 2006, Kosten pro t NH<sub>3</sub>, umgerechnet in t N).

	Kostensatz in € <sub>2010</sub> pro kg Stickstoff (N)
Kosten für die Emission von Stickstoffverbindungen	7,2 € <sub>2010</sub> / kg N

d. Schadstoffeinträge ins Meer

Tabelle 22: Kostensätze für den Eintrag von Schadstoffen ins Meer in Deutschland.

Datengrundlage: Interwies et al. 2012 (Arbeiten zur Meeresschutz-Rahmenrichtlinie, MSRL).

	Kostensatz in € <sub>2010</sub> pro Tonne
Stickstoffe / Nährstoffe, Eintrag ins Meer	840 € <sub>2010</sub> / t N
Marine Abfälle, Eintrag ins Meer	11,0 € <sub>2010</sub> / t Abfall
Öl / Erdölprodukte: Öleintrag ins Meer	Minimalwert: 750 € <sub>2010</sub> / t Öl Maximalwert: 2.880 € <sub>2010</sub> / t Öl

e. Zerschneidung der Landschaft durch Verkehrswege

Tabelle 23: Kostensätze zur Zerschneidung der Landschaft durch Verkehrswege.

Datengrundlage: CE, INFRAS, ISI (2012) und ARE, Ecoplan, INFRAS (2008).

Verkehrswegtyp	Gesamtkosten in € <sub>2010</sub> pro km (km <sup>2</sup> ) Verkehrsweg	Jährliche Kosten* in € <sub>2010</sub> pro km (bzw. km <sup>2</sup> ) Verkehrsweg
Straße: Autobahn	680.000 € / km	11.333 € / km
Straße: Hauptstraße	63.600 € / km	1.060 € / km
Straße: Nebenstraße	45.600 € / km	760 € / km
Schiene: einspurig	20.800 € / km	347 € / km
Schiene: mehrspurig	38.100 € / km	635 € / km
Luftverkehr	29,0 Mio. € / km <sup>2</sup> (= 29,0 € / m <sup>2</sup> )	483.330 € / km <sup>2</sup> (= 0,48 € / m <sup>2</sup> )

\* Annahme: Lebensdauer der Infrastruktur: 60 Jahre

## 5. Emission toxischer Stoffe

Tabelle 24: Kostensätze für Emission toxischer Stoffe in Deutschland.

Datengrundlage: Sachstandspapier des IER zur Methodenkonvention (UBA, IER 2012, unveröffentlicht).

Schadstoff	Kostensatz in € <sub>2010</sub> pro Tonne Emission	Originalquelle Kostensatz
<b><i>Schwermetalle</i></b>		
Arsen (As)	824.000 € <sub>2010</sub> / t	NEEDS (2008)
Cadmium (Cd)	129.100 € <sub>2010</sub> / t	NEEDS (2008)
Chrom (Cr)	27.370 € <sub>2010</sub> / t	NEEDS (2008)
Nickel (Ni)	4.390 € <sub>2010</sub> / t	NEEDS (2008)
Quecksilber (Hg)	3.873.900 € <sub>2010</sub> / t	NEEDS (2008)
Blei (Pb)	424.540 € <sub>2010</sub> / t	NEEDS (2008)
<b><i>Langlebige organische Schadstoffe (POP)</i></b>		
Dioxine	54.293.400 € <sub>2010</sub> / kg	NEEDS (2008)
Furane	54.293.400 € <sub>2010</sub> / kg	NEEDS (2008)
Formaldehyd	293 € <sub>2010</sub> / t	NEEDS (2008)
Pflanzenschutzmittel	110 € <sub>2010</sub> / t	EXIOPOL (2011)
Insektizide	1.100 € <sub>2010</sub> / t	EXIOPOL (2011)

## 6. Indirekte Effekte durch vor- und nachgelagerte Prozesse

Tabelle 25: Kostensätze für die Emission von Luftschadstoffen und Treibhausgasen bei vor- und nachgelagerten Prozessen.

Datengrundlage: Grundlagendaten des IER zur UBA Methodenkonvention (UBA, IER 2012, unveröffentlicht).

Schadstoff	Kostensatz in € <sub>2010</sub> pro Tonne Emission
<b><i>Luftschadstoffe</i></b>	
PM2.5 (Feinstaub ≤ 2.5 µm)	23.700
PM10 (Feinstaub ≤ 10 µm)	33.000
NO <sub>x</sub> (Stickoxide)	10.500
SO <sub>2</sub> (Schwefeldioxid)	10.100
NMVOC (Flüchtige Kohlenwasserstoffe)	1.500
NH <sub>3</sub> (Ammoniak)	19.100
Stickstoffverbindungen (N)	7.162
<b><i>Treibhausgase</i></b>	
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	80
Methan (CH <sub>4</sub> )	2.000
Lachgas (N <sub>2</sub> O)	23.840
Treibhausgase total (in CO <sub>2</sub> -Äquivalent)	80

## Kostensätze Verkehr

Tabelle 26: Umweltkosten des Verkehrs in Deutschland.

Datengrundlage: UBA Methodenkonvention (UBA, IER 2013). Daten für Flottenmix 2010.

Fahrzeugkategorie		Umweltkosten Verkehr: in Euro-Cent <sub>2010</sub> / Fahrzeug-km			
		Innerorts	Ausserorts	Autobahn	Alle Strecken (Mittelwert)
PKW	Diesel	7,7	4,3	5,0	5,8
	Benzin	5,9	3,3	4,0	4,5
Lieferwagen	Diesel	18,6	6,7	8,3	11,9
	Benzin	14,9	4,4	5,0	8,6
LKW	Diesel	44,6	18,3	18,3	27,3
Bus	Diesel	54,4	25,9	23,4	36,4
Krafträder	4-Takt	6,2	2,1	3,1	4,0
	2-Takt	6,3	2,2	3,0	4,0
Schiene Personenzug	Diesel	372	229	-	266
	Elektrisch	160	106	-	126
Schiene Güterzug	Diesel	1.034	628	-	728
	Elektrisch	282	167	-	209
Binnengüterschiff					912
Luftverkehr, Europa- / Kontinentalflug					305

Tabelle 27: Umrechnungshilfe von pkm bzw. tkm in Fahrzeug-km (Fzkm): Auslastung der Fahrzeuge.  
 Datengrundlage: UBA Methodenkonvention (UBA, IER 2013). Daten für Deutschland 2010.

Fahrzeugkategorie		Auslastung der Fahrzeuge	
		Personenverkehr (Pers. / Fz = pkm / Fzkm)	Güterverkehr (t / Fz = tkm/Fzkm)
PKW		1,47	-
Lieferwagen		-	0,80
LKW		-	10,5
Bus		17,1	-
Krafträder (4-/2-Takt)		1,1	-
Schiene Personenzug	Diesel	70	-
	Elektrisch	108	-
Schiene Güterzug	Diesel	-	822
	Elektrisch	-	597
Binnengüterschiff		-	1.023
Luftverkehr, Europa- / Kontinentalflug		84	-

## Kostensätze Energie

Tabelle 28: Umweltkosten der Stromerzeugung in Deutschland.

Datengrundlage: UBA Methodenkonvention (UBA, IER 2013). Kostensätze pro Energieeinheit.

Anmerkung: Kostensatz für Kernenergie ist kalkulatorisch festgelegt und entspricht nach UBA Methodenkonvention per Definition dem Kostensatz für Braunkohle.

<b>Energieträger bzw. Strommix</b>	<b>Umweltkosten Stromerzeugung: in Euro-Cent<sub>2010</sub> / kWh<sub>el</sub></b> Gesamtkosten (d.h. infolge direkter Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen sowie indirekter Emissionen bei Bau, Wartung und Rückbau)
<b>Strommix Deutschland</b>	
ohne Kernkraft	7,0
mit Kernkraft	7,8
Bahn (DB)	7,0
<b>Fossile Energieträger und Kernenergie</b>	
Braunkohle	10,7
Steinkohle	8,9
Erdgas	4,9
Öl	8,1
Kernenergie*	10,7
<b>Erneuerbare Energieträger</b>	
Wasserkraft	0,2
Windenergie	0,3
Photovoltaik	1,2
Geothermie	3,7
Feste Biomasse (Holz)	1,9
Flüssige Biomasse	7,2
Biogas	5,3
Klär-/Deponiegas	3,5

Tabelle 29: Umweltkosten der Wärmeerzeugung in Deutschland.  
 Datengrundlage: UBA Methodenkonvention (UBA, IER 2013). Kostensätze pro Energieeinheit.

<b>Energieträger</b>	<b>Umweltkosten Wärmeerzeugung: in Euro-Cent<sub>2010</sub> / kWh<sub>Endenergie</sub></b>  Gesamtkosten (d.h. infolge direkter Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen sowie indirekter Emissionen bei Bau, Wartung und Rückbau)
<b>Mix Wärmeerzeugung Deutschland</b>	
Haushalte	2,9
Industrie	3,9
<b>Wärmeerzeugung in Haushalten</b>	
Heizöl	3,3
Erdgas	2,3
Braunkohle	6,2
Fernwärme (mit Netzverlusten)	3,5
Stromheizung (mit Netzverlusten)	6,3
Feste Biomasse	1,7
Oberflächen-Geothermie (Wärmepumpe)	2,1
Solarthermie	1,1
<b>Wärmeerzeugung in der Industrie</b>	
Heizöl-Mix	3,6
Erdgas	2,6
Kohle (Mittelwert)	6,6
Feste Biomasse / Holz	0,6
Flüssige Biomasse	1,7
<b>Wärmeerzeugung in der Landwirtschaft</b>	
Heizöl	3,3
Erdgas	2,3
Biogas-Mix	3,2
Flüssige Biomasse	2,5