



Publikationen des  
Umweltbundesamtes

**Praktische Anwendung  
der Methodenkonvention:  
Möglichkeiten der  
Berücksichtigung externer  
Umweltkosten bei  
Wirtschaftlichkeitsrech-  
nungen von öffentlichen  
Investitionen**

Forschungsprojekt im Auftrag des  
Umweltbundesamtes  
FuE-Vorhaben  
Förderkennzeichen 203 14 127

April 2007

**Markus Maibach  
Niklas Sieber  
Roman Bertenrath  
Dieter Ewringmann  
Lars Koch  
Michael Thöne  
Peter Bickel**

**Umwelt  
Bundes  
Amt**   
Für Mensch und Umwelt

UMWELTBUNDESAMT

**PRAKTISCHE ANWENDUNG DER METHODENKONVENTION:  
MÖGLICHKEITEN DER BERÜCKSICHTIGUNG EXTERNER  
UMWELTKOSTEN BEI WIRTSCHAFTLICHKEITSRECHNUNGEN  
VON ÖFFENTLICHEN INVESTITIONEN**

Endbericht zum UFOPLAN-Vorhaben 203 14 127  
Zürich/Köln, 10. April 2007

Markus Maibach, Niklas Sieber, Roman Bertenrath, Dieter Ewringmann,  
Lars Koch, Michael Thöne, Peter Bickel

FIFO KÖLN  
FINANZWISSENSCHAFTLICHES  
FORSCHUNGSINSTITUT  
AN DER UNIVERSITÄT ZU KÖLN  
POSTFACH 420 520  
D- 50899 KÖLN  
ZÜLPICHER STR. 182  
50937 KÖLN

t. +49 (0) 221 -426979  
f. +49 (0) 221 -422352

[WWW.FIFO-KOELN.DE](http://WWW.FIFO-KOELN.DE)

INFRAS

FIFO  
Köln

INFRAS

GERECHTIGKEITSGASSE 20  
POSTFACH  
CH-8039 ZÜRICH  
t +41 44 205 95 95  
f +41 44 205 95 99  
ZUERICH@INFRAS.CH

MÜHLEMATTSTRASSE 45  
CH-3007 BERN

[WWW.INFRAS.CH](http://WWW.INFRAS.CH)

## INHALT

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>4</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>8</b>
<b>1. EINLEITUNG</b>	<b>12</b>
<b>2. ÜBERBLICK ÜBER DIE HEUTIGE PRAXIS</b>	<b>15</b>
2.1. VERKEHRSBEREICH	15
2.1.1. Deutschland	15
2.1.2. Weitere Länder	20
2.2. ÖFFENTLICHE BAUTEN UND WEITERE BEREICHE	22
2.2.1. Deutschland	22
2.2.2. Weitere Länder	27
2.3. RAHMENBEDINGUNGEN FÜR ERFOLGREICHE UMSETZUNG	29
2.4. FAZIT	32
<b>3. ANKNÜPFUNGSPUNKTE IN DEUTSCHLAND</b>	<b>35</b>
3.1. HINTERGRUND	35
3.2. ZUR ÖKONOMISCHEN RELEVANZ VON EXTERNEN KOSTEN-INFORMATIONEN IN ÖFFENTLICHEN ENTSCHEIDUNGSPROZESSEN	36
3.3. ANKNÜPFUNGSPUNKTE FÜR DIE IMPLEMENTIERUNG VON EXTERNE-KOSTEN- BERECHNUNGEN IM DEUTSCHEN RECHT	36
3.3.1. Das Haushaltsrecht	36
3.3.2. Anknüpfungspunkte im Rahmen der GGO	42
3.3.3. Richtlinien zur Vergabe öffentlicher Aufträge	45
3.3.4. Einsatzmöglichkeit im Rahmen der Förderpolitik der EU-Strukturfonds	48
3.4. ANSATZPUNKTE ZUR INTEGRATION EXTERNER KOSTEN IN BESTEHENDE ABLÄUFE	50
<b>4. KONKRETE ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN</b>	<b>51</b>
4.1. ANWENDUNGSBEREICHE	51
4.2. KOSTENSÄTZE	55
4.2.1. Grundsätzliches	55
4.2.2. Verkehrsbereich	56
4.2.3. Energiebereich	60
4.2.4. Gebäudebereich	63
4.2.5. Vergleich der Kostensätze	63

4.3.	ABLAUF DER WIRTSCHAFTLICHKEITSANALYSE	67
5.	<b>VERTIEFUNGSBEISPIEL: ENERGIESPARMABNAHMEN IM GEBÄUDEBEREICH</b>	<b>71</b>
6.	<b>FOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN</b>	<b>76</b>
	<b>ANNEX 1: FAKTENBLÄTTER ZU DEN PRAXISBEISPIELEN</b>	<b>80</b>
	<b>ANNEX 2: EMPFEHLUNG ÜBER DIE WIRTSCHAFTLICHKEITSRECHNUNG (WIRE) IM IMMOBILIENMANAGEMENT DER SCHWEIZ</b>	<b>94</b>
	<b>ANNEX 3: HERLEITUNG VON KOSTENSÄTZEN ZUR BEWERTUNG VON LUFTSCHADSTOFFEMISSIONEN UND LÄRM</b>	<b>98</b>
1.	EXTERNE UMWELTKOSTEN DURCH LUFTSCHADSTOFFEMISSIONEN	98
2.	LÄRMKOSTEN	103
	<b>GLOSSAR</b>	<b>104</b>
	<b>LITERATUR</b>	<b>106</b>

## ZUSAMMENFASSUNG

### Ausgangslage und Ziele

Umweltbelastungen verursachen Kosten, z.B. in Form von Reparaturkosten, Gesundheitskosten und Langfristrisiken. Diese Folgekosten werden in der Regel bei Investitionsentscheidungen nicht berücksichtigt, was zu verzerrten Variantenvergleichen führen kann. Gleichzeitig wird der Nutzen von spezifischen Umweltmaßnahmen unterschätzt. Vor diesem Hintergrund hat das Umweltbundesamt das Forschungsprojekt „Erarbeitung von Maßstäben für die Bewertung umweltrelevanter externer Kosten und Entwicklung von Vorschlägen zur Nutzung der Schätzungen“ lanciert. Das Projekt „Praktische Anwendung der Methodenkonvention: Möglichkeiten der Berücksichtigung externer Kosten bei Wirtschaftlichkeitsrechnungen von öffentlichen Investitionen“ ist Teil dieses Forschungsvorhabens und baut auf den Ergebnissen der bereits erarbeiteten Methodenkonvention auf. Das Projekt soll – basierend auf einem Überblick über Verfahren zur Berücksichtigung umweltrelevanter Wirkungen bei Wirtschaftlichkeitsprüfungen öffentlicher Investitionen im In- und Ausland – Möglichkeiten für die Anwendung in Deutschland aufzeigen und anhand von konkreten Einsatzbereichen konkretisieren. Daraus sollen Vorschläge für die weitere Umsetzung erarbeitet werden.

### Bestehende Erfahrungen

Die Analyse der verschiedenen Fallbeispiele und Erfolgsfaktoren in Deutschland und weiteren Ländern zeigt folgendes:

- › Standardisierte Wirtschaftlichkeitsrechnungen mit Berücksichtigung von Umweltkosten konzentrieren sich auf die Evaluation von größeren Verkehrsinvestitionen und von Energieanlagen in Gebäuden. Deutschland hat eine langjährige Kultur im Verkehrsbereich und kann bezüglich Umsetzung von Normen sogar als führend in Europa bezeichnet werden. Im Gebäudebereich hingegen ist keine Praxis mit Wirtschaftlichkeitsrechnungen vorhanden, die die Umweltkosten in quantitativer Form berücksichtigen. Interessant sind diesbezüglich die Anwendungsformen in Österreich und der Schweiz.
- › In der Regel sind die Wirtschaftlichkeitsrechnungen Teil von umfassenden Evaluationsverfahren. Die Umwelt fließt deshalb einerseits in Form von Kostensätzen (Schattenpreisen), andererseits in Form von expliziten weiteren Verfahren (Als Kriterium bei Nutzwertanalysen, Zweckmäßigkeitprüfungen, Umweltverträglichkeitsprüfung auf Projektebene, strategische Umweltverträglichkeitsprüfung) ein.

- › Wichtige Erfolgsfaktoren für die Umsetzung sind Standardisierung, Einfachheit und geringe Differenzierung, um den Zusatzaufwand gering zu halten. Die Anwendung einer Wirtschaftlichkeitsrechnung kann zudem auch als Vermarktungsargument betrachtet werden, um Akzeptanz für eine kurzfristig eventuell teurere, dafür nachhaltigere Lösung zu schaffen.

### **Anknüpfungspunkte für Deutschland**

Die im Folgenden vorgeschlagenen Anwendungsbereiche knüpfen an der heutigen Praxis an. Im Vordergrund steht eine einfache und überschaubare Methodik zum Einbezug von monetarisierten Umwelteffekten in bestehende Wirtschaftlichkeitsrechnungen für folgende Bereiche:

- › Kosten-Nutzen-Analysen im Verkehrsbereich mit einer Aktualisierung und Differenzierung der Kostensätze gemäß neuem Stand des Wissens. Dieser Bereich ist in Deutschland bereits weit entwickelt.
- › Weniger verbreitet ist dagegen ein Flottenmanagement der Fuhrparks öffentlicher Haushalte. Angesichts der Größe kommunaler Fuhrparks könnte die Einbeziehung externer Kosten zu erheblichen Einsparungen von Umwelteffekten beitragen.
- › Im Bereich von energiepolitischen Entscheidungen ermöglicht der Einbezug der Umweltkosten einen transparenten Vergleich unterschiedlicher Stromerzeugungsoptionen.
- › Im Bereich der Gebäudewirtschaft ergibt sich aus der Sicht der Verfasser das größte Potential, in Zukunft externe Umweltkosten zu internalisieren. Dabei handelt es sich einerseits um Neubauten (z.B. Evaluation von Heizsystemen oder Energiesparmaßnahmen) und um Sanierungen bestehender Gebäude durch Energieeinsparmaßnahmen, Verbesserung der Energieeffizienz oder Errichtung hauseigener Energieproduktion.

### **Kostensätze**

- › Die in diesem Bericht dargestellten Kostensätze sind Ergebnisse aus umfangreichen Modellrechnungen und eignen sich für den Einsatz in Wirtschaftlichkeitsrechnungen. Im Zentrum stehen die Belastungen von Luftschadstoffen, Lärm und Klimagasen.
- › Die Kostensätze können als Kosten pro Einheit Umweltbelastung oder direkt umgerechnet als Kosten pro Leistungseinheit Energie oder Verkehr ausgedrückt werden. Bei der Umrechnung sind vereinfachende Annahmen (Bildung von Mittelwerten) von großer Bedeutung.

- › Die Werte können größtenteils als robust bezeichnet werden. Auf einzelne Unsicherheitsbereiche ist aber hinzuweisen. So ist der Wert für ein Menschenleben (Value of statistical life) mit Unsicherheiten behaftet. Bei der Abschätzung von Klimakosten sind verschiedene Ansätze und Betrachtungsweisen möglich: Empfohlen wird ein Wert von 70 € pro Tonne CO<sub>2</sub>. Ein unterer Wert von 20 € pro Tonne CO<sub>2</sub> kann sich in für eine kurzfristige Betrachtungsweise (z.B. Investitionen mit Lebensdauer von ca. 5-10 Jahren) eignen. Ein oberer Wert von 280 € pro Tonne CO<sub>2</sub> berücksichtigt vor allem die möglichen längerfristigen Schäden und Risiken. Ein weiterer Unsicherheitsfaktor ist die Bewertung der Umweltkosten von Nuklearenergie, da die Abschätzung der Folgerisiken sehr schwierig ist. In dieser Studie wird deshalb zu den direkt berechenbaren Folgekosten ein Risikozuschlag eingeführt, der sich an den Alternativen zu Nuklearenergie orientiert (Braunkohle).
- › Die Kostensätze beziehen sich auf die heutige Situation (heutiges Belastungsniveau, aktuelle Verhältnisse in Deutschland). Es erscheint sinnvoll, die Kostensätze periodisch zu überprüfen und zu dynamisieren. Zentral ist dies dort, wo wichtige technische Entwicklungen stattfinden (z.B. Einbau von Partikelfiltern).

### Empfehlungen

Auf Basis dieser Erkenntnisse empfehlen wir folgendes:

1. Bildung eines **Arbeitskreises** Umweltkosten auf Bundesebene: In diesem Arbeitskreis soll unter Leitung des UBA mit Vertreter/innen aus BMU, BMVBS, BMF, BBR, BMBF, einzelner Länder in den Bereichen Verkehr und Energie, einzelnen motivierten Interessensvertretern (ICLEI, Agenda 21), evtl. auch Sachverständigenrat Umwelt, ein laufender Austausch erfolgen und die Anwendungsmöglichkeiten vertieft werden, um Multiplikatorwirkungen zu erzeugen.
2. **Handlungsanleitung** für den Einbezug von Umweltkosten im Allgemeinen: In Form einer Broschüre soll das Thema ‚mit der Umwelt rechnen‘ verbreitet werden. Diese Broschüre soll vor allem motivierend wirken und verschiedene Anwendungsmöglichkeiten und ‚Best Practice‘ für verschiedene Bereiche aufzeigen (Leitung UBA, Patronat Arbeitskreis).
3. Vertiefung im **Verkehrsbereich**: Eine bald mögliche Aufdatierung der standardisierten Bewertungsverfahren für Wirtschaftlichkeitsrechnungen von Infrastrukturanlagen (EWS, Standardisierte Bewertung im ÖV) ist angesichts der neuen Erkenntnisse für Umweltkosten zweckmäßig. Ansprechpartner ist das BMVBS sowie der FGSV.

4. Vertiefung **ökologische Beschaffung**: Anzustreben ist eine Ergänzung des bestehenden Handbuchs zur ökologischen Beschaffung mit den Ansätzen zur Wirtschaftlichkeitsrechnungen.
5. Vertiefung im **Gebäudebereich**: Zunächst ist es sinnvoll, den Leitfaden für Nachhaltiges Bauen mit den Informationen zur Wirtschaftlichkeitsrechnungen zu ergänzen. Anzustreben wäre die Entwicklung eines Beurteilungstools (z.B. auf Excel-Basis) für den Gebäudebereich (öffentliche Bauten auf der Ebene des Bundes, der Länder und Gemeinden) und die Prüfung an einem konkreten Projekt (z.B. mit einer Pilotgemeinde), dies in Analogie zur Praxis im Ausland (Schweiz, Österreich).

Im Rahmen eines ersten Workshops im November 2006 hat das UBA mit Vertreter/innen verschiedener Bundesministerien die Methodenkonvention und deren Anwendung diskutiert. Der Workshop zielte darauf, die praktische Nutzung der Methodenkonvention auf nationaler Ebene aufzuzeigen und Unterstützung anderer Ressorts für die Vorschläge des UBA zu gewinnen.

Übereinstimmung herrschte darüber, dass die Einbeziehung externer Umweltkosten bei öffentlichen Investitionsentscheidungen eine wichtige zusätzliche Entscheidungsgrundlage bieten kann. Andere Bewertungsverfahren (z.B. die Umweltverträglichkeitsprüfung) sollen dadurch aber nicht in Frage gestellt werden.

Die Vorschläge wurden im Wesentlichen unterstützt. Die Erarbeitung einer gut kommunizierbaren Handlungsanleitung hat dabei Priorität. Bei der Umsetzung ist auch das Gespräch (z.B. im Rahmen von gezielten Workshops) mit Entscheidungsträgern und Experten in den Kommunen zu suchen.



## SUMMARY

### **Starting points and objectives of the study**

Environmental pollution imposes costs on the economy, e.g. for repairs, health and other long-term damages. Usually, these follow-up costs are not taken into account in public investment decisions. Thus, cost comparisons are biased. At the same time, the benefits of specific environmental measures will be undervalued. Against this background, the Federal Environmental Agency (UBA) initiated an umbrella research project on the development of criteria and standards for the estimation of environmental external costs. The project “Practical Use of the Methodological Convention – Approaches to Incorporate External Costs in the Appraisal of Public Investment Decisions” is a part of this endeavour and builds upon this new methodological convention. First, we give an overview of techniques used internationally to make allowances for environmental impacts when calculating the cost-effectiveness of public investment decisions. Taking these experiences into consideration, we then propose and test specific approaches to utilise the methodological convention in public investment decisions in Germany.

### **Integration of environmental impacts – past experiences**

The analysis of various examples of good practise and of factors of success in Germany and other countries leads us to the following conclusions:

- › Standardised economic appraisals of investment projects which integrate environmental costs are concentrated in two areas: in large transport projects and in energy installations in the building sector. As regards traffic infrastructures, Germany has a long tradition of including these costs. When it comes to setting standards for the transport sector, Germany can even be considered to lead the field in Europe. Quite the opposite is true for the building sector: Germany has so far no experiences in using quantitative estimations of environmental costs. Here, Austrian and Swiss experiences lead the way.
- › In general, economic appraisals are part of more comprehensive evaluations. Environmental aspects enter the analysis either in the form of standardised cost figures (shadow costs), or they are part of an explicitly additional procedure (e.g. socio economic cost-benefit analysis, environmental impact assessment).
- › Successful utilisation of environmental cost schedules crucially depends on standardisation, simplicity and a low degree of differentiation, thus keeping the additional effort small.

### **Initial areas of application in Germany**

We propose several areas for initial application of enlarged cost benefit analysis considering monetized environmental effects. We concentrate on simple and straightforward ways of integrating environmental costs into existing routines in the following fields:

- › Cost-benefit-analyses for traffic infrastructures. Here, we update and differentiate the established cost figures according to the state of the art. In this field, the application of environmental costs is already common practice in Germany.
- › The consideration of external costs in fleet management decisions, in contrast, is rather uncommon in the public sector. Here, with a view to the large size of vehicle fleets especially at the local level, the utilisation of external costs could result in major reductions of environmental damages.
- › Energy policy decisions could profoundly profit from environmental cost figures, since they allow for transparent comparisons of different technologies in electricity-production.
- › Yet, in our view, the largest potential for the internalisation of environmental externalities with the help of standardised cost figures lies in building and facility management. With the methods developed, heating and comprehensive energy systems for new or existing buildings can be evaluated much easier and quicker.

### **Cost figures**

- › The figures for environmental cost presented in this report are based on the most recent existing studies and extensive own research in this field. They have been transformed into 'ready to use'-data sets for economic appraisals and practical evaluation studies. We concentrate, though not exclusively, on air pollutants, noise and greenhouse gases.
- › The cost figures can be expressed as costs per unit of the respective environmental damage, or they can be used as costs per unit of output activity in the energy and transport sector. The conversion among these different units must make use of mean values and other simplifications.
- › By and large, the data employed can be considered as robust. Yet, in certain fields ambiguities remain: Firstly, the value of statistical life is plagued with uncertainties. Secondly, different approaches are viable for the calculation of climate costs: The recommend value is € 70 per tonne CO<sub>2</sub>. A lower value of € 20 per tonne CO<sub>2</sub> could be useful for short-run projects (e.g. investments with a service life of 5-10 years). The upper value of € 280 per tonne CO<sub>2</sub> also makes allowances for potential long-term damages and environmental risks. Finally, the calculation of external costs for nuclear energy is a tricky issue because

follow-up and long-term risks basically are unclear. In this study, we use an indirect approach to calculate the unidentified risks of nuclear energy: The risk premium of nuclear is determined by the closest comparator in energy production, which is - in this perspective - lignite.

- › The cost figures refer to the present situation in Germany. Naturally, it would be useful to reappraise the data regularly. This becomes especially important, where substantial technical developments take place (e.g. wide usage of diesel particulate filters).

### Recommendations

On the basis of these findings, we recommend the following measures:

1. Establish a **working group on environmental costs** on the federal level. Chaired by UBA, this group should comprise representatives from the Federal Ministries of Environment, for Transport and Building, of Finance, and for R&D. In addition, representatives from the Federal Office for Building and Regional Planning (BBR), from ministries responsible for energy and transport on the state level, from interested stakeholders (e.g. ICLEI, Agenda 21) and from the Advisory Council on the Environment should also be invited. The working group should act as a forum of permanent exchange of good practise, and it should move forward in deepening and furthering the application of external cost schedules.
2. Prepare a **handbook** on the integration of environmental costs. A booklet on 'Calculating with the Environment' would serve to popularise the issue. The main focus of the brochure should be on motivating the would-be users by illustrating the different fields of application and best practices.
3. Further steps in the **transport sector**: The standardised methods for the economic appraisal of infrastructure investments must be updated to reflect contemporary knowledge on environmental costs.
4. Further steps in green **public procurement**: The existing handbook on green public procurement should be complemented with examples of environmental economic appraisals.
5. Further steps in the **building and facility management**: Firstly, it makes sense to amend the existing handbook on sustainable building with information on the integration of external costs in standard economic appraisals. Then, a simple calculation tool for public building on the federal, state and local level, e.g. an Excel-spreadsheet, would

be very helpful, especially when it has been pre-tested in a pilot project. Here, the practice in Austria and Switzerland can serve as a model.

The methodological convention on the calculation of external costs and this study on the potential fields of application were discussed in a first workshop with representatives from different federal ministries and other stakeholders from the public sector in November 2006. The participants agreed that the integration of external environmental costs can improve the decision-making process in public procurement and investment significantly. Yet, other methods of environmental appraisal – e.g. environmental impact assessments – should not be put into question.

Essentially, the workshop participants supported the recommendations made in this study. The main emphasis was laid on preparing an accessible and easy-to-use handbook. The completion of this booklet would benefit from discussions with policy-makers and experts also on the local level.

## 1. EINLEITUNG

### Neue Erkenntnisse zu Externalitäten im Umweltbereich

In den letzten Jahren hat es erhebliche Forschungsanstrengungen für die Weiterentwicklung der Schätzung externer Kosten gegeben. Prominente Beispiele auf europäischer Ebene sind das Forschungsprogramm der EU Kommission zu externen Kosten der Energieerzeugung (ExternE) und des Verkehrs (UNITE) sowie aktuelle Arbeiten von INFRAS und IWW zu externen Kosten des Verkehrs. Weitere neuere Studien aus der Schweiz vertiefen die externen Kosten für Luftverschmutzung (Gesundheit, Gebäudeschäden), Kosten für Natur und Landschaft sowie weitere Umweltkosten (Wald, Boden, Gewässer), schwergewichtig für den Verkehrsbereich.

### Einbezug externer Kosten in Planung und Politik

Resultate externer Kosten können folgendermaßen genutzt werden:

- › Einbezug in Wirtschaftlichkeitsrechnungen für Investitionsentscheidungen (Schattenpreise für Umweltwirkungen, Energiepreiszuschläge). In vielen Ländern wurden entsprechende Richtwerte entwickelt. In Deutschland gibt es Vorschläge für Wirtschaftlichkeitsrechnungen für Verkehrsinvestitionen (EWS, Standardisierte Bewertung im ÖV). Die Schweiz und Österreich kennen für die Beurteilung öffentlicher Investitionen im Gebäudebereich das System der Energiepreiszuschläge, das insbesondere dazu dient, verschiedene Energiesysteme (etwa die Systemwahl der Gebäudeheizung) aus volkswirtschaftlicher Sicht zu evaluieren.
- › Einbezug in Preis- und Steuersysteme, etwa als Grundlage für die Bemessung einer Umweltabgabe, einer Besteuerung der Energieträger oder einer Verkehrsabgabe. Am konsequentesten ist dies in der Schweiz im Verkehrsbereich umgesetzt, wo sich die Höhe der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe u.a. am Niveau der externen Kosten bemisst.

Die Nutzung dieser Ergebnisse steht jedoch noch am Anfang. Eine wichtige Voraussetzung für die Nutzung der Schätzungen externer Kosten ist die Sicherstellung der Validität und Konsistenz der Schätzergebnisse. Vor diesem Hintergrund hat das Umweltbundesamt das Forschungsprojekt „Erarbeitung von Maßstäben für die Bewertung umweltrelevanter externer Kosten und Entwicklung von Vorschlägen zur Nutzung der Schätzungen“ an das Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung (IER) vergeben. Ein erstes Ergebnis ist eine Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten (UBA 2007).

Das Projekt „Praktische Anwendung der Methodenkonvention: Möglichkeiten der Berücksichtigung externer Kosten bei Wirtschaftlichkeitsrechnungen von öffentlichen Investitionen“ ist Teil dieses Forschungsvorhabens und baut auf den bisher erarbeiteten Ergebnissen (vor allem Methodenkonvention zur Bewertung umweltrelevanter externer Kosten) auf.

### Ziele des Projektes

Das Projekt verfolgt vier Ziele:

1. **Überblick über die heutige Praxis:** Das Projekt soll einen Überblick über angewandte und vorgeschlagene Verfahren zur Berücksichtigung umweltrelevanter Wirkungen bei der Wirtschaftlichkeitsprüfung öffentlicher Investitionen geben, wobei auch Erfahrungen aus dem Ausland (z.B. Schweiz, Österreich) heranzuziehen sind.
2. **Einsatzmöglichkeiten:** Das Projekt soll vor dem Hintergrund der haushaltsrechtlichen Rahmenbedingungen<sup>1</sup> die Möglichkeiten zur Berücksichtigung umweltrelevanter Kosten bei der Wirtschaftlichkeitsbewertung öffentlicher Investitionen beleuchten.
3. **Konkreter Vorschlag:** Das Projekt soll einen konkreten Vorschlag zur Einbeziehung externer Kosten bei der Wirtschaftlichkeitsbewertung öffentlicher Investitionen erarbeiten. Gleichzeitig sind Vorschläge für das Niveau (Streubereiche) einzelner Kostensätze zu machen.
4. **Umsetzung:** Für die Umsetzung des konkreten Vorschlags sind Handlungsanleitungen auszuarbeiten und an einzelnen Anwendungsbeispielen zu überprüfen.

### Bezug und Gliederung des Berichts

Dieser Bericht entstand im Rahmen des Forschungsprojektes „Erarbeitung von Maßstäben für die Bewertung umweltrelevanter externer Kosten und Entwicklung von Vorschlägen zur Nutzung der Schätzungen“ des Umweltforschungsplans des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Auftrag des Umweltbundesamtes (Forschungskennzeichen 203 14 127).

<sup>1</sup> Im Allgemeinen Haushaltsrecht (VV-BHO-Anhang zu § 7: Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen) ist die Kosten-Nutzen-Analyse als Instrument zur gesamtwirtschaftlichen Bewertung der Wirtschaftlichkeit beschrieben. Neben den direkten Kosten, die über Marktpreise zu ermitteln sind, sollten bei der gesamtwirtschaftlichen Bewertung auch umweltrelevante Kosten (z.B. Lärmbelästigung) einbezogen werden. Die nicht-monetarisierbaren Kosten oder Nutzen können über eine Nutzwertanalyse mit berücksichtigt werden.

Die Berichtstruktur folgt den einzelnen Projektzielen.

- › Kapitel 2 gibt einen Überblick über die heutige Praxis;
- › Kapitel 3 zeigt die Einsatzmöglichkeiten in Deutschland auf;
- › Kapitel 4 konkretisiert die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten (Verkehr, Energie, Gebäudereich) und zeigt die Kostensätze und die Bearbeitungsschritte auf;
- › Kapitel 5 illustriert die Anwendung an einem konkreten Beispiel;
- › Kapitel 6 zieht Folgerungen für die Umsetzung.

## 2. ÜBERBLICK ÜBER DIE HEUTIGE PRAXIS

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über den Stand in verschiedenen Bereichen. Der Fokus liegt auf dem Verkehrs- und Energiebereich mit Schwerpunkt Deutschland. Im Anhang sind zu den wichtigsten Verfahren Faktenblätter zusammengestellt.

### 2.1. VERKEHRBEREICH

#### 2.1.1. DEUTSCHLAND

Der Verkehrsbereich hat in Deutschland eine verhältnismäßig lange Tradition bezüglich der Internalisierung externer Umweltkosten. Dieses ist um so mehr von Bedeutung als dieser Sektor einen erheblichen Teil der öffentlichen Investitionen erhält. Im Jahr 2000 wurden in Deutschland 9,7 Mrd. € in staatliche Verkehrsbauten investiert. Anfang der 90er Jahre nach der Vereinigung betrug diese Summe sogar bis zu 12 Mrd. € jährlich.<sup>2</sup>

Im Verkehrsbereich sind die folgenden Verfahren und Methoden für die Bewertung von Investitionen relevant:

- › die Erstellung des Bundesverkehrswegeplans (BVWP),
- › die Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS),
- › die Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennverkehrs

Alle drei Verfahren beinhalten auf unterschiedliche Weise eine Internalisierung der externen Umweltkosten. Der Kern dieser Methoden beruht auf einer KNA, die neben den üblichen Kosten und Nutzen Komponenten (Investitionskosten, Kosten für Fahrzeughaltung und Betrieb, Zeitersparnisse etc) auch externe Umweltkosten mit einbezieht. Allerdings unterscheiden sich die Methodiken erheblich und machen in mancher Hinsicht einen Vergleich der Bewertungen sehr mühsam.

#### **Bundesverkehrswegeplan**

Der Bundesverkehrswegeplan (BVWP) ist die bedeutendste Investitionsmaßnahme des Bundes im Verkehrsbereich. Der BVWP ist ein Investitionsrahmenplan und Planungsinstrument, jedoch kein Finanzierungsplan oder -programm. Er wird erstellt für alle Verkehrswege im

<sup>2</sup> Ohne Grunderwerb, Quelle: Verkehr in Zahlen.



Besitz des Bundes: Bundesautobahnen und Bundesstraßen, Schienenwege und Binnenwasserstraßen. Infrastrukturen im Besitz der Länder und Kommunen werden von der BVWP nicht berührt. Dazu zählen die Landes-, Kreis- und kommunalen Straßen, die See-, Binnen- und Flughäfen, sowie Güterverkehrszentren.

Bisher wurden Bundesverkehrswegpläne in den Jahren 1973, 1977, 1979, 1985, 1992 und 2003 erstellt. Mindestens die letzten drei Pläne enthalten eine monetäre Bewertung der zu erwartenden externen Umwelteffekte der Verkehrsinvestitionen in einer KNA. Der letzte BVWP 2003 wurde vom Kabinett am 2. Juli 2003 beschlossen. Für den Zeitraum 2001 bis 2015 ist für die drei Verkehrsträger Schiene, Straße, Wasserstraße ein Finanzvolumen in der Größenordnung von 150 Mrd. € vorgesehen.

Die Methodik für die Erstellung der Pläne wurde nicht festgelegt, sondern jeder Plan baut auf seinen jeweiligen Vorgängern auf. Die KNA ist der wichtigste Bestandteil der Bewertung. In die KNA des BVWP 2003 fließen die folgenden Umwelteffekte ein:

- › Lärm innerorts: Zahlungsbereitschaft auf Basis von Weinberger 1991.
- › Lärm außerorts: Vermeidungskosten auf Basis einer UBA Studie (Jansen 2000).
- › Abgasemissionen: Schadenskosten nach Heusch Bösefeld 1996, NO<sub>x</sub>, CO, CH, SO<sub>2</sub>, Berechnung der Immissionen nach Bebauungssituation.
- › Krebserregende Luftschadstoffe: Schadenskosten nach Heusch Bösefeld 1996 für Stäube, Benzol als Leitschadstoff für polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).
- › Klimaschäden: Vermeidungskosten für 80% Reduktion bis 2050 (Ziel der Enquête Kommission Schutz der Erdatmosphäre), Basis der Schätzung: IWW 1998, FhG Karlsruhe 1991, Jochem 1997.
- › Innerörtliche Trennwirkungen: Zeitkosten für betroffene Anwohner.
- › Unfälle: Reproduktionskosten, Ressourcenausfall, Humanitäre Kosten, Verluste der Wertschöpfung (z.B. Hausarbeit), Grundlage BAST 2000.

Die BVWP 2003 enthält neben der monetären Umweltbewertung in der KNA eine Umweltrisikoaabschätzung für ausgewählte Projekte, die qualitativ bewertet wird. Darüber hinaus wird eine Raumwirksamkeitsanalyse und eine Bewertung der städtebaulichen Effekte vorgenommen. Diese drei Komponenten werden in einem Punkteverfahren mit der KNA verknüpft, wobei die KNA deutlich die Bewertung dominiert. Das Resultat ist damit eine Nutzwertanalyse mit einem starken Anteil der monetären Bewertung.

Es war der politische Wille der Bundesregierung, einen hohen Anteil des Öffentlichen Verkehrs zu erzielen. Aus diesem Grunde wurde der Modal Split von vornherein festgelegt.

Allerdings enthält der Plan weder eine Analyse, mit welchen Maßnahmen der Modal Split erreicht werden kann, noch einen Beschluss wann und wie die Umweltkosten dem Verkehr angelastet werden sollen. Darüber hinaus ist fraglich, welche der geplanten Investitionen aufgrund der Sparpläne für den Bundeshaushalt in dem Planungszeitraum überhaupt finanziert werden können. Schon zur Verabschiedung des Plans betrug die Finanzierungslücke 30%.

Da der nächste BVWP momentan nicht ansteht, sind noch keine weitergehenden Überlegungen zur Änderung der Methodik gemacht worden. Es kann davon ausgegangen werden, dass das BVWP Verfahren weiterhin so fortgeschrieben wird. Das neue Verkehrsministerium (BMVBS) erwägt eventuell eine Plan-UVP in das Verfahren einzuführen.

### **Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen**

Da der BVWP lediglich ein Investitionsrahmenplan des Bundes ist, müssen Investitionen der Länder und Kommunen mit einer anderen Methode bewertet werden. Dazu dienen die Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS), die von der Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen FGSV entwickelt wurden. Bis 1997 wurde die Richtlinie für die Anlage von Straßen (RAS-W, Teil: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen) als Bewertungsmethode verwendet. Die RAS-W wurde vom Bundesverkehrsministerium akzeptiert und den Ländern als Bewertungsmethode vorgeschlagen. Als Aktualisierung für die überholte RAS-W sollte die EWS dienen, die im Jahre 1997 von der FGSV dem Verkehrsministerium vorgelegt wurde. Bisher fehlt jedoch eine bindende Akzeptanz des Ministeriums, mit der Folge, dass offiziell die RAS-W weiterhin gilt, obwohl die EWS in der Praxis verwendet wird.

Die EWS wird in der Regel genutzt, um Variantenvergleiche oder Dringlichkeitsreihungen für Straßenbaumaßnahmen des Bundes, der Länder und der Kommunen durchzuführen. Eine Vielzahl von intelligenten Anwendungen und Programmierungen wurde von den Beratungsinstituten entwickelt und für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in der Praxis angewandt.

Bei der EWS werden die folgenden Umweltkomponenten in die KNA einbezogen:

- › Lärm: Vermeidungskosten, Zielpegel Nacht 40dB(A), Zielpegel Tag 50dB(A),
- › Schadstoffemissionen mit den Schadenskosten an Hand des Leitschadstoffs NO<sub>x</sub>,
- › Klimabelastungen mittels Vermeidungskosten,
- › Trennwirkungen mittels der Zeitkosten für Querungen von Verkehrsinfrastrukturen,

- › Unfälle: Produktionsausfälle, Invalidität, Freizeiteinbussen, medizinische Behandlungskosten, Reparaturkosten.

Die EWS entwickelte sich in Verbindung mit der detaillierteren RAS-W zum Standardwerkzeug für die wirtschaftliche Bewertung von Straßenbauprojekten in Deutschland. Auch die BVWP 2003 übernahm viele Komponenten, Werte und Verfahren der EWS. Bei der Anwendung kritisierten die Kommunen, dass die Staukosten zu gering bewertet würden. Darüber hinaus sind einige Umwelt-Komponenten mittlerweile veraltet. Die Immissionsbewertung wurde aus diesem Grunde außer Kraft gesetzt und harret einer weiteren Überarbeitung. Bei den Unfällen wird das Fehlen der Kosten für die "humanitären Unfallfolgen" kritisiert.

Unter Fachleuten und im Verkehrsministerium herrscht der Konsens, dass die EWS unbedingt einer Erneuerung bedarf. Für die externen Umweltkosten sind die folgenden Anpassungen erforderlich:

- › Anpassung an die Umgebungslärmrichtlinie der EU,
- › Emissionsfaktoren aktualisieren gemäß HBEFA A 2.1<sup>3</sup>,
- › Aktualisierung der Unfallraten und
- › Aktualisierung der Kostensätze.

Das Ministerium prüft momentan auf welche Weise eine Aktualisierung vorgenommen werden kann. Denkbar sind dabei auch Ansätze in Form einer Entwicklungsplattform, die eine kontinuierliche Überarbeitung gewährleisten.

### **Standardisierte Bewertung von Verkehrsweginvestitionen des öffentlichen Personenverkehrs**

Während die EWS nur für Investitionen in Straßen geeignet ist, hat die Standardisierte Bewertung das Ziel, Investitionen im Öffentlichen Verkehr (ÖV) zu bewerten. Das Verfahren stellt eine Anleitung zur Beurteilung der gesamtwirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit (Nutzen-Kosten-Untersuchung) und der Folgekosten (Folgekostenrechnung) von Investitionsvorhaben im ÖV dar.

Mit der Standardisierten Bewertung verfolgt der Bundesminister für Verkehr gemeinsam mit den Verkehrsministern der Länder das Ziel, die Entscheidungsgrundlagen für den Einsatz

<sup>3</sup> BUWAL (2004): Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs (HBEFA). Version 2.1.

öffentlicher Investitionsmittel nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz zu vereinheitlichen, um die Beurteilung unterschiedlicher Vorhaben nach gleichen Maßstäben zu ermöglichen. Nach der Verabschiedung durch Bund und Länder wurde mit Wirkung vom 01.01.2001 die Neufassung der Standardisierten Bewertung verbindlich eingeführt. Investitionen in die Verkehrswege des ÖPNV können nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) von Bund und Ländern gefördert werden. Die Entscheidung über den Einsatz dieser Fördermittel wird auf der Basis der Standardisierten Bewertung getroffen.

Da alle Kommunen, die Mittel aus dem GVFG erhalten wollen, die Standardisierte Bewertung anwenden müssen, wurde eine Reihe von Werkzeugen zur Berechnung der KNA entwickelt, die sich als Module in kommerzielle Verkehrsmodelle integrieren lassen. Daher gibt es eine Vielzahl an praktischen Anwendungen des Verfahrens, die aber alle auf der gleichen Methodik und den gleichen (aktualisierten) Wertansätzen beruhen.

In die Bewertung werden die folgenden Umweltkosten in die KNA einbezogen:

- › Kohlendioxid-Emissionen für MIV und ÖV.
- › Schadstoffe: Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Schwefeldioxide und Stäube werden gemeinsam bewertet.
- › Lärm wird detailliert berechnet nach Tag und Nacht und Örtlichkeit (Krankenhäuser, Schulen, Kurheime, Wohnsiedlungen, Kerngebiete, Mischgebiete, Gewerbegebiete).
- › Unfallkosten werden über Durchschnittskosten je Fahrzeug (Pkw innerorts, Pkw außerorts, Bus, Schienenfahrzeug) berechnet.

Positive Umwelteffekte für den ÖV ergeben sich aus der Verlagerung des Verkehrs vom MIV auf den ÖV. Diese schlägt sich auch in der KNA nieder.

Für die Standardisierte Bewertung werden im regelmäßigen Turnus Aktualisierungen der Kosten- und Bewertungsansätze vorgenommen. Darüber hinaus ist das Verfahrenskonzept an die nach der Bahnreform entstandenen neuen Organisationsstrukturen von Verkehrsunternehmen und Aufgabenträgern des ÖPNV sowie an das erweiterte Spektrum möglicher Anwendungsgebiete angepasst. Die Standardisierte Bewertung steht für das Jahr 2007 zur Überarbeitung an. Dabei geht es vor allem um eine Erweiterung der betriebswirtschaftlichen Folgekosten.

### Zusammenfassung Verkehrssektor in Deutschland

In den Verkehrsbereich fließt ein hoher Anteil der öffentlichen Investitionen. Für diesen Sektor gibt es eine verhältnismäßig lange Tradition der Internalisierung externer Kosten. Bewertet werden die Effekte Lärm, Abgasemissionen, Klimaschäden, Trennwirkungen und Unfälle. Es fehlen Bewertungen zur Tier- und Pflanzenwelt und zum Landschaftsbild.

Problematisch sind die uneinheitlichen Methoden und Wertansätze, die für die verschiedenen Verfahren verwendet werden. Deshalb wurde schon 1998 auf einem Symposium der Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (FGSV) gefordert, diese Verfahren zu harmonisieren, zu aktualisieren und zu verbessern.<sup>4</sup> Im Detail zu prüfen bleibt, ob die Verfahren der Methodenkonvention entsprechen und in wie weit die Wertansätze einer Überarbeitung bedürfen.

Der Zeitpunkt erscheint momentan als der richtige, denn die Standardisierte Bewertung wird im Jahr 2007 erneuert und das Verkehrsministerium prüft momentan auf welche Weise eine Aktualisierung der EWS vorgenommen werden kann. Denkbar sind dabei auch Ansätze, die eine kontinuierliche Überarbeitung gewährleisten.

#### 2.1.2. WEITERE LÄNDER

Auch im Europäischen Ausland werden Umweltkosten in die volkswirtschaftliche Analyse von Verkehrsprojekten einbezogen. In der Schweiz, in Österreich, den Niederlanden und in Großbritannien werden Verfahren bereits verwendet oder sind im fortgeschrittenen Entwicklungsstadium.

Die **Schweiz** hat im August 2006 eine Norm für Kosten-Nutzen-Analysen im Straßenverkehr verabschiedet (Norm SN 641 820 vom 1. August 2006). Diese Norm ist weitgehender als die BVWP, die EWS und die Standardisierte Bewertung. Es wird vorgeschlagen, neben den in den Deutschen Verfahren enthaltenen Umwelteffekten, auch folgende Effekte zu berücksichtigen:

- › die externen Kosten des Energieverbrauchs durch den Betrieb der Infrastruktur: Beleuchtung der Straße und Tunnelbetrieb (Beleuchtung, Belüftung),
- › die negativen Effekte der Bodenversiegelung und
- › die Beeinflussung des Landschafts- und Ortsbilds mit in die Bewertung einfließen zu lassen.

<sup>4</sup> <http://www.itas.fzk.de/deu/tadn/tadn298/klfu298a.htm>

Zudem gibt es in der Schweiz Vorschläge, die KNA mittels eines Punktesystems für Wirkungen in den Bereichen Gesellschaft, Wirtschaftlichkeit und Umwelt in eine Nutzwertanalyse zu überführen.

Daneben werden (allerdings in nicht standardisierter Form) Kostensätze zur Erfassung von Umweltauswirkungen auch bei Schienen- bzw. ÖV-Projekten eingesetzt, zum Beispiel beim Vergleich Bahn-Bus in einzelnen Kantonen.

In **Großbritannien** wird ein „New Approach to Transport Appraisal“ (NATA) seit 1998 entwickelt. In dem neuen Verfahren werden die Umweltwirkungen durch eine Umweltverträglichkeitsprüfung in die Bewertung einbezogen. Eine Integration der externen Umweltkosten in die KNA ist geplant, jedoch noch nicht umgesetzt. Neben den in den Deutschen Verfahren berücksichtigten Aspekten wollen die Engländer die folgenden Wirkungen von Verkehrsprojekten mit in das Bewertungsverfahren einbeziehen:

- › Landschaft, Stadtbild und historisches Erbe,
- › Biodiversität,
- › Wasserqualität,
- › Physische Fitness (Radfahren, zu Fuß gehen) und
- › Reise Qualität (Journey Ambience)

Auch in **Österreich** werden Umwelteffekte in der KNA für die Planung von Bundesstraßen einbezogen. Die 2003 verabschiedeten Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS) 2.22 legen Methoden und Kostensätze fest, die an die BVWP angelehnt sind. Die Werte für Lärm fallen niedriger aus als in der BVWP, für CO<sub>2</sub> liegen sie bei weniger als der Hälfte.

In den **Niederlanden** wurde 1998 auf Initiative des Ministeriums für Transport, Öffentliche Arbeiten und Wasser zusammen mit dem Ministerium für Wirtschaftliche Angelegenheiten das Onderzoeksprogramma Economische Effecten Infrastructuur (OEEI) gestartet. Es handelte sich um ein breit angelegtes Forschungsprogramm, das für alle Infrastrukturinvestitionen bestimmt war. Da die Methodik nicht nur betriebswirtschaftliche Komponenten umfasst, wurde aus der Abkürzung OEEI ein „E“ gestrichen, das für „Economische“ steht. Mit dem neuen Terminus OEI (Overzicht Effecten Infrastructuur) wird der volkswirtschaftliche Charakter der Methodik unterstrichen.

2003 beschloss das niederländische Kabinett den Endbericht des Programms als Grundlage für alle größeren Investitionsentscheidungen zu machen. Trotz dieses Beschlusses stimmte

das Niederländische Parlament bisher nicht über die Frage ab. Deshalb hat die OEI bis heute keine gesetzliche Verankerung. Obwohl die Methodik nicht obligatorisch ist, wird sie heute in der Regel für Bewertungsverfahren von Großprojekten verwendet.

Die OEI Studie besteht aus acht separaten Berichten, die sich auf die verschiedensten Fragen der Bewertung beziehen: Entscheidungsfindung, Projektwirkungen, Struktur der KNA, spezielle Forschungsfragen, Gewinne, Risikoanalyse, indirekte, externe und Verteilungseffekte. Um breite Einsatzmöglichkeiten zu sichern, bewegt sich die Studie auf allgemeinem methodischem Niveau, und ergänzt diese mit konkreten Praxisbeispielen. Konkrete Kostensätze werden nur als Beispiel aufgeführt.

Die Methodik beruht auf einer volkswirtschaftlichen KNA, die neben einer Reihe von betriebswirtschaftlichen Kriterien auch die externen Effekte in der Bewertung berücksichtigt. Die Studie setzt einen methodischen Rahmen für Evaluationen, enthält aber keine konkreten Rechenvorschriften oder Wertansätze. Seit der Veröffentlichung der OEI Studie im Jahr 2000 wurde eine Reihe von weiteren Forschungsprojekten initiiert, die u.a. konkretere Wertansätze lieferten. Das Forschungsinstitut CE in Delft, berechnete Sätze für die externen Kosten des Verkehrs auf Basis der INFRAS/IWW 2000 Studie zu den Externen Kosten des Verkehrs in Europa.<sup>5</sup>

Die **Europäische Kommission (DG TREN)** hat im Rahmen des Forschungsprojekts HEATCO ([heatco.ier.uni-stuttgart.de](http://heatco.ier.uni-stuttgart.de)) einen Leitfaden erarbeiten lassen, der die Bewertung von länderüberschreitenden Verkehrsinfrastrukturprojekten zum Ziel hat. Dort wird eine länderübergreifend anwendbare Methodik zur Abschätzung externer Kosten des Verkehrs unter Berücksichtigung des neuesten Standes des Wissens vorgeschlagen.

## 2.2. ÖFFENTLICHE BAUTEN UND WEITERE BEREICHE

### 2.2.1. DEUTSCHLAND

Grundlegender Leitfaden für umweltorientierte öffentliche Investitionen in Deutschland ist das umfangreiche Handbuch Umweltfreundliche Beschaffung, herausgegeben vom Umweltbundesamt.<sup>6</sup> Das Handbuch plädiert an den Vorbildcharakter der öffentlichen Verwaltung.

<sup>5</sup> Vermeulen et al 2004.

<sup>6</sup> Vgl. Umweltbundesamt 1999. Derzeit wird die Website [www.beschaffung-info.de](http://www.beschaffung-info.de) im Auftrag des Umweltbundesamtes vom Bundesverband für Umweltberatung (bfub) überarbeitet. Die Website soll als allgemeine Informationsplattform zur umweltfreundlichen Beschaffung entwickelt werden und das Handbuch ersetzen.

Das Handbuch beschreibt die rechtlichen Grundlagen sowie Kennzeichnungspflichten, Modellprojekte und freiwillige Maßnahmen wie Umweltmanagementsysteme, die als Orientierung für umweltorientierte öffentliche Entscheidungen dienen können. Aufbauend darauf beschreibt das Handbuch qualitativ mögliche Umweltprobleme, die aus Beschaffungsentscheidungen resultieren können und gibt umweltfreundliche Empfehlungen. Der Leitfaden umfasst alle Bereiche der öffentlichen Beschaffung von der Büroausstattung über Fahrzeug-, Hoch- und Tiefbauwesen, Wasch-, Reinigungs- und Hygienewesen bis hin zur Wärme-, Strom- und Wasserversorgung. Das Handbuch hat die Verringerung von Umweltbelastungen bei der öffentlichen Beschaffung zum Ziel. Eine Quantifizierung der wirtschaftlichen und externen Kosten verschiedener Alternativen erfolgt dabei nicht. Eine Befragung des Umweltbundesamtes aus den Jahren 2001/2002 mit einer Beteiligung von rund 61% der Bundesbehörden zeigt folgendes Bild über das Umweltmanagement von Umweltbehörden:<sup>7</sup>

- › Abfalltrennung wird nahezu überall praktiziert.
- › Über 91% haben punktuell Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs ergriffen. 36% geben an, den Energieverbrauch technisch konsequent optimiert zu haben.
- › 91% gaben an bei Beschaffungsentscheidungen auch Umweltkriterien zu berücksichtigen. 43% gaben an, dabei auch das Handbuch umweltfreundliche Beschaffung zu nutzen.
- › Knapp 60% der Behörden nutzen Maßnahmen im Bereich Mobilität/Verkehr, z.B. in Form von Jobtickets.
- › Ein Drittel der Behörden informiert die eigenen Beschäftigten zu Umweltfragen.
- › 18% haben einen Umweltbeauftragten, nur 5% haben ein Umweltmanagementsystem, Umwelterklärungen oder -berichte gibt es nur von weniger als 5% der antwortenden Behörden.

Zum nachhaltigen öffentlichen Bauen auf der Bundesebene bietet das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen einen grundlegenden Leitfaden an.<sup>8</sup> Er berücksichtigt die ökonomische, ökologische und soziale Dimension der Nachhaltigkeit. Ziel des nachhaltigen Bauens ist die Verbrauchsminimierung von Energie und Ressourcen sowie die Verringerung von Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes. Erreicht werden soll dies durch die Senkung des Energiebedarfs und des Verbrauchs an Betriebsmitteln, der Vermeidung von Transportkosten für Baustoffe, der Verlängerung der Lebensdauer, der gefahrlosen Rückführung der Stoffe in den natürlichen Stoffkreislauf sowie der weitgehenden Schonung von

<sup>7</sup> Vgl. Umweltbundesamt 2002.

<sup>8</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen 2001.



Naturräumen. Durch die frühzeitige Beachtung nachhaltiger Planungsansätze soll die Gesamtwirtschaftlichkeit (unter Berücksichtigung externer Kosten) verbessert werden. Dafür definiert der Leitfaden Planungsgrundsätze sowie Maßstäbe zur Bewertung von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten. Über Checklisten gibt er den Nutzern Entscheidungskriterien an die Hand. Er zeigt ferner auf, dass niedrigere Betriebskosten zumeist auch geringere Umweltbelastungen zur Folge haben, so dass ökonomische und ökologische Abschätzungen häufig miteinander konform gehen. Der Leitfaden richtet sich an Bundesbehörden, die diesen bei Entscheidungen bezüglich öffentlicher Bauten zu berücksichtigen haben. Er schafft eine umfassende Grundlage für nachhaltige öffentliche Bauentscheidungen. Allerdings findet auch hier keine Quantifizierung von externen Effekten zum Vergleich verschiedener Bauentscheidungen statt. Die Erfahrungen mit dem Leitfaden sind laut Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) positiv. Momentan wird der Leitfaden überarbeitet.

Laut BBR findet der Leitfaden auch auf der Landesebene Anwendung. Wenn Landesbehörden bei Entscheidungen bezüglich öffentlicher Bauten Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitskriterien berücksichtigen würden, dann in erster Linie auf Grundlage des Leitfadens nachhaltiges Bauen. Angewandt wird der Leitfaden beispielsweise vom Land Niedersachsen.

Öffentliche Bauten auf kommunaler Ebene regelt die Landesbauverordnung. Die Verordnung enthält keine ökologischen Kriterien für öffentliche Bauentscheidungen. Bezüglich der Berücksichtigung von Umweltkriterien lässt sich hierbei ein „top-down-Prozess“ beobachten bei dem beispielsweise das BBR versucht, Umweltaspekte auch auf der kommunalen Ebene zu verankern. Die bisherigen Recherchen zeigen, dass ökologische Kriterien bei Bauentscheidungen auf kommunaler Ebene bisher nur selten systematisch Berücksichtigung zu finden scheinen. Eine empirische Untersuchung zu umweltorientiertem Bauen in den Kommunen Sachsens zeigt, dass zwar Umweltkriterien in Entscheidungen berücksichtigt werden.<sup>9</sup> Diese betreffen jedoch in erster Linie Maßnahmen, mit denen auch Kosten eingespart werden können. Dies ist vor allem im Bereich der Einsparung von Energie der Fall. Ansonsten lassen sich in den Kommunen Sachsens keine weitergehenden Leitfäden zu umweltorientierten Bauen im Sinne eines Best Practice finden.

<sup>9</sup> Vgl. Günther/Klauke 2004.

Dagegen finden sich im Rahmen der Agenda 21 zum Teil in einigen Städten Aktionsprogramme, in denen Kriterien für eine nachhaltige Entwicklung auf kommunaler Ebene definiert werden. Beispielsweise definiert die Stadt Köln allgemeine Handlungsfelder und Indikatoren einer nachhaltigen Entwicklung, die jedoch sehr allgemein gehalten sind. Auch in Hamburg lassen sich umfangreiche Aktivitäten im Rahmen der Agenda 21 beobachten. Auch gab es in Hamburg Pilotprojekte nachhaltigen Bauens, in die umweltorientierte Ziele integriert wurden. Bestandteile des Konzepts sind ein geringerer Flächenverbrauch, niedriger Energieverbrauch, das erste Passivhaus im Geschosswohnungsbau, Strom- und Wärmeversorgung in Kraft-Wärme-Kopplung, Strom- und Wassersparmaßnahmen, ein ökologisches Grünflächenkonzept sowie autoarmes Wohnen und Abfallminimierung. Auch in zahlreichen anderen Städten, die hier nicht erwähnt wurden, lassen sich natürlich Agenda 21-Aktivitäten feststellen. Allerdings ließen sich bisher im Zusammenhang mit der Frage nach Best Practice-Leitfäden nachhaltiger öffentlicher Investitionen keine umfassenderen Leitfäden identifizieren.

Darüber hinaus entwickelte die Organisation ICLEI, die hauptsächlich die Umsetzung der lokalen Agenda 21 zum Ziel hat, im Rahmen der Kampagne Procura+ Standards und Richtlinien für die öffentliche Beschaffung.<sup>10</sup> Ziel des Vorhabens ist es, kosteneffektive Lösungen nachhaltiger öffentlicher Beschaffung zu forcieren. Procura+ konzentriert sich auf die Bereiche Strom aus erneuerbaren Energien, energieeffiziente Computer, biologische Lebensmittel in Kantinen, Energieeffizienz bei Heizung und Klimatisierung, gesundheitsorientierte Reinigungsdienstleistungen sowie einem qualitätsorientierten öffentlichen Personennahverkehr mit emissionsarmen Bussen. Beteiligt an diesem Projekt sind Städte weltweit, die analog zu Managementsystemen verschiedene Schritte der nachhaltigen öffentlichen Beschaffung zu planen und durchzuführen haben.

Einen Best-Practice-Transfer für Ideen zur nachhaltigen Entwicklung organisiert die Agentur für Nachhaltigkeit GmbH.<sup>11</sup> Die Datenbank enthält dabei auch öffentliche Projekte nachhaltigen Wirtschaftens. Allerdings sind die dort aufgeführten Praxisbeispiele nicht auf einen Kriterienkatalog zurückzuführen, der als Grundlage zur Berücksichtigung externer Kosten bei öffentlichen Investitionen beitragen kann.

<sup>10</sup> Vgl. ICLEI 2005.

<sup>11</sup> Vgl. Agentur für Nachhaltigkeit 2005.

Ergänzend zu diesen Recherchen bemerkte Herr Broghammer vom deutschen Energieberaternetzwerk in einem Telefonat, dass er persönlich noch nicht die Erfahrung gemacht habe, dass externe Kosten in Form kalkulierter Parameter bei Investitionsentscheidungen der öffentlichen Hand Berücksichtigung finden würden. Ein Ansatz könnte seiner Meinung nach - rein technisch - analog zum Emissionshandel erfolgen. Energieberater werden bei Investitionsentscheidungen zumeist zur Erarbeitung, Bewertung und Optimierung von Investitionsalternativen hinzugezogen. Gegenwärtig beschränken sich die Urteile der Energieberater aber zumeist auf die Erstellung von Energiebilanzen, Aussagen zur Energieeffizienz und zu den Bewirtschaftungskosten bzw. dem Energiemanagement. Gleichwohl wird in diesem Rahmen auch ein Vergleich der zu erwartenden Emissionen angestellt, jedoch nicht in dem Sinne, dass bei verschiedenen Investitionsprogrammen die vermiedenen Tonnen CO<sub>2</sub> im Vergleich zum „business as usual“ ermittelt würden.

Recherchen auf Ebene der Kommunalaufsicht zeigen, dass diese einzelne Investitionsprojekte der Kommunen nicht dahingehend prüft, inwieweit von diesen bei der Kalkulation bestimmter investiver Baumaßnahmen externe Umweltkosten einbezogen werden. Die Kommunalaufsicht tritt vielmehr nur dann auf den Plan, wenn bestimmte Kommunen keinen ausgeglichenen Haushalt vorlegen können und sodann ein Haushaltssicherungskonzept vorlegen müssen, welches von der Kommunalaufsichtsbehörde genehmigt werden muss. Hierbei nimmt die Kommunalaufsichtsbehörde dann aber keine materiellrechtliche Überprüfung der zugrunde gelegten Kalkulationsgrundlage der einzelnen Investition vor, sondern sie prüft nur das Sicherungskonzept im Ganzen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten:

Die umfassendsten Leitfäden zur Berücksichtigung von Umweltkriterien in öffentlichen Entscheidungen sind allgemein das Handbuch Umweltfreundliche Beschaffung und speziell für den Baubereich der Leitfaden nachhaltiges Bauen. Der Leitfaden bietet ein umfangreiches Kriteriengerüst für nachhaltige Bauentscheidungen. Wenngleich er keine expliziten Kostensätze für externe Effekte zugrunde legt, stellt er dennoch eine gute Grundlage zur Berücksichtigung von Umweltbelastungen bei öffentlichen Bauten dar. Die Integration erfolgt u.a. auch über die Definition von technischen Standards, die es zu berücksichtigen gilt. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass eine Integration von Umweltkriterien nicht alleine durch eine erweiterte Wirtschaftlichkeitsrechnung sondern auch durch die Definition eines technischen Standards komplementiert werden kann.

Auf der kommunalen Ebene lassen sich einige Ansätze nachhaltigen Beschaffens bzw. nachhaltigen Bauens finden. Diese sind jedoch in der Regel an wenigen eher allgemein gehaltenen Kriterien ausgerichtet. Im Vordergrund stehen Maßnahmen, bei denen Kosteneinsparungen mit der Verringerung von externen Effekten verbunden werden können. Dies betrifft insbesondere den Energiebereich. Eine quantitative Gegenüberstellung verschiedener Entscheidungsalternativen bezüglich rein wirtschaftlicher und externer Kosten findet bisher in keinem vorgefundenen Leitfaden konkretere Anwendung.

### 2.2.2. WEITERE LÄNDER

Es gibt eine Reihe von Beispielen aus dem Ausland für die Internalisierung externer Umweltkosten im Bereich der öffentlichen Bauaufträge. Als Beispiele dienen hier die Schweiz, Österreich und Kalifornien.

In der **Schweiz** gilt die „Empfehlung über die Wirtschaftlichkeitsrechnung (WIRE) im Immobilienmanagement des Bundes“ für alle Neu- und Umbauten, Instandhaltungs- und Instandsetzungsprojekte sowie Mietobjekte und Provisorien. Diese Empfehlung beinhaltet ein Werkzeug, das mittels eines Excel Spreadsheets die Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen berechnet. Im Annex II findet sich eine detaillierte Darstellung des Spreadsheets. Darin wird die betriebswirtschaftliche Kostenrechnung durch die Einbeziehung externer Kosten erweitert. Die Kosten werden pauschal berechnet für Elektrizität, Heizöl (extra leicht), Erdgas, Holzschnitzel und Fernwärme. Für die einzelnen energetischen Auswirkungen (v.a. Klimaemissionen, Luftbelastung, Natur und Landschaft) werden so genannte Energiepreiszuschläge vorgeschlagen, die im Rahmen einer erweiterten Wirtschaftlichkeitsrechnung eingesetzt werden. Interessant ist der Einbezug des Risikos bei verschiedenen Formen von Stromproduktion. Hier wird mit Streubereichen (inkl. exkl. Restrisiken) operiert. Die Empfehlung wird sowohl auf Bundesebene als auch in verschiedenen Kantonen und Städten angewendet. Die Kostensätze basieren auf Grundlagen von Schätzungen zu Umweltkosten in der Schweiz. Sie gelten nicht mehr als aktuell und müssten in nächster Zeit aufdatiert werden, um den aktuellen Berechnungsstand zu widerspiegeln.

Auch im benachbarten **Österreich** plant das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit externe Umweltkosten in das Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsberechnung bei Bauinvestitionen einzubeziehen. Zu diesem Zweck wurde das Forschungsprojekt "Externe Kosten im Hochbau" initiiert, das eine umfassende Kostenanalyse des Hochbausektors durchführte,

wobei der Schwerpunkt auf den externen Kosten der Bauwirtschaft lag. Neben der wissenschaftlichen Untersuchung wurden Kostenparameter definiert und unterschiedlichen Baumaterialien zugewiesen.

Im Rahmen des Projektes wurde auch ein einfaches Berechnungsprogramm zunächst als Excel Spreadsheet entwickelt. Das Programm ist mittlerweile weiter entwickelt worden und steht jetzt als Online-Tool im Internet zur Verfügung. Es kann für Ausschreibungsverfahren der öffentlichen Hand verwendet werden. Dort werden die folgenden Umweltkomponenten in die Berechnung einbezogen:

- › Flächenverbrauch
- › Errichtungskosten (Baukörper und Haustechnik)
- › Gebäudebetrieb (Instandhaltung und Betriebsenergie)
- › Rückbau/Entsorgung/Recycling (Energieaufwand Abbruch/Entsorgung, Deponierung, Gutschrift: Wiederverwertung / Recycling, Gutschrift Ersparnis Deponieraum)

In Österreich wird momentan diskutiert, ob die externen Kosten in eine Norm M7140<sup>12</sup> einfließen können. Diese Norm gilt für die Vergabe öffentlicher Mittel im Baubereich. Die fachlichen Grundlagen sind für die Erstellung der Norm geleistet, einige Werte und Rechenverfahren müssen jedoch noch einmal überprüft und aktualisiert werden. Die politische Entscheidung steht noch aus.

Der Staat **Kalifornien** strebt eine aggressive Reduktion des Energieverbrauchs bei öffentlichen Gebäuden an. Ziel ist es, bis 2015 die Kosten aus netzbezogenen Energieeinkäufen um 20% zu senken. Die Zielvorgabe soll durch Renovierung, Neubau und Betreiben von energieeffizienten Gebäuden erreicht werden. Zu diesem Zweck sollen kosteneffiziente Maßnahmen an den Gebäuden durchgeführt und eigene Energie erzeugt werden.

Grundlage bildet die Verordnung S-20-04 des Kalifornischen Gouverneurs Schwarzenegger, in der ein integrierter Ansatz und eine Life Cycle Cost Analyse für Gebäude gefordert wird. Mit diesem Ansatz werden die gesamten Kosten des Gebäudes über die Lebensdauer evaluiert:

- › Bau- und Planungskosten
- › Betriebskosten (Energie, Wasser, Abwasser, Recycling, u.a. Dienste)
- › Instandhaltung, Reparaturkosten, Reinvestitionen

<sup>12</sup> <http://www.on-norm.at/publish/1899.html>

- › Umwelt und soziale Kosten und Nutzen (Wirkungen auf Transport, Abfälle, Wasser, Energie, Infrastruktur, Arbeitsproduktivität, Emissionen etc)

In den vergangenen Jahren wurde eine Reihe von Forschungen zu dem Thema durchgeführt. Darüber hinaus konnten reichhaltige Erfahrungen bei Investitionsprojekten für nachhaltige Gebäude in der Höhe von 2 Mrd. US\$ gesammelt werden. Das Cal/EPA Building wurde als Pilotprojekt entworfen und dient jetzt als best practice Beispiel. In dem Forschungsprojekt wurde festgestellt, dass bei einer Investition in Grüne Gebäude von weniger als 2% ein Nutzen von 20% über die Lebenszeit des Gebäudes generiert werden kann.

Weiter konnten im Rahmen der Forschungen die folgenden Umweltkosten monetarisiert werden:

- › Luftverschmutzung durch Energieerzeugung,
- › Klimaeffekte,
- › Sicherung der Wasserressourcen,
- › Abfälle und Bauschutt,
- › Produktivität und Gesundheit,
- › Nutzen für Versicherungen.

In Kalifornien sind die entwickelten Kriterien für nachhaltige Gebäude und Energieeffizienz mittlerweile in allen Verträgen zur Planung, zum Bau und für das Leasing von öffentlichen Gebäuden enthalten. Empfehlungen wurden an Städte und Gemeinden gegeben. Es ist geplant Standards für Green Buildings und zur Energieeffizienz zu entwickeln und in dem „State Administrative Manual“ (SAM) festzuschreiben.

### 2.3. RAHMENBEDINGUNGEN FÜR ERFOLGREICHE UMSETZUNG

Die Beispiele aus dem Ausland geben einige Hinweise darauf, welche Rahmenbedingungen zu einer erfolgreichen Internalisierung externer Kosten führen.

Das eben angeführte Beispiel aus Kalifornien zeigt eine breit angelegte Initiative, die getragen wird von den Gesetzgebern auf der föderalen und der bundesstaatlichen Ebene, den Städten und Gemeinden, den Forschungsinstituten, Fachverbänden und der Privatwirtschaft. Es gibt eine Vielzahl von Fördermöglichkeiten für Green Buildings durch föderale,

staatliche und städtische Instrumente und eine Reihe von Websites<sup>13</sup> zu diesem Thema. Stolz werden auf diesen Seiten die Green Buildings des Staates Kalifornien aufgelistet: State Office Buildings, Commercial Office Buildings, Educational Facilities, Public Facilities, Residential und Retail Stores.

Ein ‚Sustainable Building Tool Kit‘ wurde entwickelt, das eine Flut von Hinweisen und technische Informationen liefert. Auch Städte und Gemeinden, wie z.B. Santa Monica<sup>14</sup> zeigen auf ihren Webseiten welche Gebäude nach ökologischen Standards errichtet wurden.

**BEISPIEL: GUIDELINES CITY OF SANTA MONICA**

The City of Santa Monica has a commitment to protecting the environment, improving quality of life, and promoting sustainability. In order to fulfill this commitment, the City has adopted a set of requirements and recommendations to encourage the development of "green" buildings without forcing excessive costs or other burdens upon developers, building owners or occupants. The City has also developed Green Building Guidelines to explain possible ways of achieving green building goals.

This site contains information both on what you must do and what you might consider doing in order to achieve Santa Monica's standards of excellence in green building design and construction.

For information on green techniques in general, and strategies for both Required and Suggested practices, see the [Green Building Design and Construction Guidelines](#) link. The Introduction to the Guidelines contains background information on Santa Monica's Green Building Program, as well as explanations of the green building design process.



Figur 1 Screenshot Santa Monica Green building Website.

Eine besondere Rolle spielt die Zertifizierung von grünen Gebäuden, die von dem U.S. Green Building Council<sup>15</sup> durchgeführt wird. Mitglieder des Council setzen sich zusammen aus

<sup>13</sup> Staat Kalifornien: <http://www.ciwmb.ca.gov/GreenBuilding/>, <http://www.ciwmb.ca.gov/Condemo/>

<sup>14</sup> <http://greenbuildings.santa-monica.org/index.html>

<sup>15</sup> <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx>

vielen Bereichen der Bauindustrie, Politik, Verwaltung, Forschung, Versicherungen, Finanzwirtschaft, Architekten, NROs und viele andere. Mit dem Instrument Leed (Leadership in Energy and Environmental Design) wurde ein Zertifizierungsverfahren entwickelt, das die folgenden Gebäudetypen mit einem differenzierten Bewertungsverfahren klassifiziert:

- › Neue kommerzielle Gebäude und größere Renovierungsvorhaben,
- › Betrieb bestehender Gebäude,
- › Innenausbau kommerzieller Gebäude,
- › Kernhaus und Schale (Core and shell = Baustruktur, Verschalung, Heizung etc.),
- › Private Gebäude,
- › Stadtteil Entwicklung.

Für jeden Gebäudetyp existieren umfangreiche Richtlinien und Bewertungskriterien. Es werden Silber, Gold und Platinsiegel vergeben.

Auch das Beispiel der **Niederlande** zeigt, dass aufgrund eines breiten Konsenses über die Kosten-Nutzen-Analyse im Investitionsbereich, externe Kosten in die Berechnungen eingeführt wurden. Das Forschungsprogramm OEI wurde auf einer Konferenz eröffnet, an der eine Vielzahl von Organisationen und Instituten beteiligt war. Sie führte zu einem breiten Konsens nicht nur unter den Forschungsinstituten, sondern auch in der Fachöffentlichkeit über die Notwendigkeit von KNA bei Investitionsprojekten. Als Folge dieses Konsensbildungsprozesses ist heute in den Niederlanden allgemein erkannt, dass die OEI ein akzeptables Verfahren ist, das auch die externen Kosten einbezieht. Aus diesem Grunde wird die OEI heute in der Regel verwendet, obwohl es bisher keine gesetzlichen Vorschriften dazu gibt.

In der **Schweiz** ist es vor allem der Initiative von energiebewussten Vertretern auf Ebene Bund und Kanton zu verdanken, dass die Wirtschaftlichkeitsrechnung (WIRE mit dem Excel-Tool) zustande gekommen ist. Die Schweiz konnte dabei von zwei Umständen besonders profitieren: Erstens sind sowohl Bund und Kantone seit Anfang der 90er Jahre aktiv mit verschiedenen Energiespargprogrammen zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden. Zweitens spielt die Schweiz seit längerer Zeit eine aktive Rolle bei der Abschätzung von Umweltkosten und konnte bei der Empfehlung von Kostensätzen auf empirisch abgestützte Grundlagen zurückgreifen. Im Verkehrsbereich ist jedoch eine ähnliche Umsetzung nicht gelungen. Dies hat wiederum sehr stark mit den verkehrspolitischen Prozessen zu tun. Der Aspekt der Wirtschaftlichkeit spielt nach wie vor eine untergeordnete Rolle bei der Beurteilung von Verkehrsinfrastrukturprojekten, weil (regionale) Ausgleichsargumente im Ver-



gleich zu Effizienzaspekten dominierten. Dies hat sich aber in jüngster Zeit geändert, weil Kapazitätsausbauten im Agglomerationsraum zur Beseitigung von Stau- und Umweltproblemen eine immer wichtigere Rolle spielen.

Um ähnliche Prozesse in Deutschland anzustoßen, bietet es sich an, mit lokalen Initiativen wie z.B. die schon erwähnte Lokale Agenda 21 oder mit dem International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI) zusammenzuarbeiten. Weltweit sind 490 Städte in dem Council vertreten, die sich dem Prinzip der Nachhaltigkeit verpflichtet haben. Ein Ansatzpunkt könnte sich aus der oben schon erwähnten Tatsache ergeben, dass nur 5% der Kommunen ein Umweltmanagementsystem eingeführt haben.

Aus wissenschaftlicher Sicht sollte das Argument für den Einbezug externer Kosten so lauten, dass die Öffentliche Hand als Organ der Allgemeinheit nicht nur nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten wirtschaftet, sondern die gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt als Ziel haben sollte. Unter dieser Prämisse ist eine Einbeziehung der externen Kosten zwingend. Da jedoch die Finanzlage der Gebietskörperschaften und des Bundes momentan äußerst angespannt ist, kann eine derartige Forderung auch zu Abwehrreaktionen führen. Aus diesem Grunde wäre es angemessen, die betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkte argumentativ in den Vordergrund zu stellen und beispielsweise mit denjenigen Maßnahmen zu beginnen, von denen sowohl betriebs- als auch volkswirtschaftliche Vorteile durch die Internalisierung externer Kosten zu erwarten sind. Angesichts der hohen Preise für Rohöl, die nach Schätzungen renommierter Institute sich in den folgenden 10 Jahren zwischen 50 und 60 \$/Barrel bewegen werden, sind erhebliche Kosteneinsparungen im Bereich der Wärmeerzeugung möglich, falls fossile Brennstoffe ersetzt oder eingespart werden können. Insbesondere regenerative Energiequellen werden bei diesen Ölpreisen konkurrenzfähig.

## 2.4. FAZIT

Die Analyse der verschiedenen Fallbeispiele und Erfolgsfaktoren in Deutschland und weiteren Ländern zeigt folgendes:

- › Standardisierte Wirtschaftlichkeitsrechnungen mit Berücksichtigung von Umweltkosten konzentrieren sich auf die Evaluation von größeren Verkehrsinvestitionen und von Energieanlagen in Gebäuden. Deutschland hat eine langjährige Kultur im Verkehrsbereich und kann bezüglich Umsetzung von Normen sogar als führend bezeichnet werden. Im Gebäudereich hingegen ist keine Praxis mit Wirtschaftlichkeitsrechnungen vorhanden, die die

Umweltkosten in quantitativer Form berücksichtigen. Interessant sind diesbezüglich die Anwendungsformen in Österreich und der Schweiz.

- › In der Regel sind die Wirtschaftlichkeitsrechnungen Teil von umfassenden Evaluationsverfahren. Die Umwelt fließt deshalb einerseits in Form von Kostensätzen (Schattenpreisen), andererseits in Form von expliziten weiteren Verfahren (als Kriterium bei Nutzwertanalysen, Zweckmäßigkeitprüfungen, Umweltverträglichkeitsprüfung auf Projektebene, strategische Umweltverträglichkeitsprüfung) ein.
- › Im Zentrum stehen Kostensätze zu Luftbelastung, Klimaemissionen und Lärm. In einzelnen Anwendungen werden weitere Effekte wie Flächenverbrauch sowie Natur und Landschaft berücksichtigt. Die Indikatoren sind in der Regel auf Emissionen (bzw. im Lärm Immissionen) oder direkt auf Fahrzeugkilometer bezogen. Eine Unterscheidung nach Grenzkosten oder Gesamtkosten besteht in der Regel nicht.
- › Methodisch sind die wenigsten Kostensätze auf dem neuesten Stand. Dies hängt mit verschiedenen Elementen zusammen:
  - › Der Aufdatierungsrhythmus ist in der Regel nicht definiert.
  - › Die Transparenz bezüglich Berechnung der Kostensätze ist nicht überall gegeben.
  - › In den aktuellen Verfahren haben strategische Umweltprüfungen (bzw. Nachhaltigkeitsprüfungen) gegenüber Kosten-Nutzen-Analysen an Bedeutung gewonnen.
  - › Gerade im Gebäudebereich (zur Berücksichtigung von verschiedenen Stromproduktionsformen) müsste auch ein Risikoaspekt (z.B. Umgang mit Kernenergie Risiken) einbezogen werden. Dies ist methodisch aufwändig und (id.R.) auch politisch heikel.
- › Bei der konkreten Anwendung zeigt sich, dass der Konsens über Kostensätze wichtiger ist als ein methodisch detailliertes Konzept. Die Kostensätze sind relativ allgemein gehalten und werden von den Praktikern kaum mehr hinterfragt.

Daraus lassen sich auch Faktoren für eine erfolgreiche Anwendung ableiten:

- › Einfachheit: Der Anspruch an eine klare und detaillierte Methodik ist geringer als der Wunsch nach einfach anwendbaren Kostensätzen. Der Differenzierungsgrad muss deshalb sowohl einfache wie auch komplexe Anwendungsformen ermöglichen.
- › Der Anspruch der Praktiker an Streubreiten und Selbstverantwortung bei der Anwendung ist gering. Die meisten wollen einfache Zahlen in einfachen Spread Sheets anwenden. Ein pragmatisches Vorgehen steht im Vordergrund.
- › Einbettung in weitere Verfahren: Die Wirtschaftlichkeit ist in der Regel nur eines von mehreren Beurteilungskriterien und sollte deshalb in die Gesamtverfahren und weitere

Beurteilungsinstrumente eingebaut werden. Entsprechend wird auch der Stellenwert der Wirtschaftlichkeitsrechnung flexibel gehalten.

- › Ein umfassender wissenschaftlicher Konsens über Kostensätze ist aufwändig. Er war früher (mit Vorliegen weniger methodischer Grundlagen) einfacher als heute (bei Vorliegen differenzierter und methodisch komplexeren) Grundlagen.
- › Die Anwendung einer Wirtschaftlichkeitsrechnung kann auch als Vermarktungsargument betrachtet werden, um Akzeptanz für eine kurzfristig eventuell teurere, dafür nachhaltigere Lösung zu schaffen. Eine Einbettung in die verschiedenen Umweltmanagementsysteme mit entsprechenden flankierenden Vermarktungsmaßnahmen ist deshalb ein wichtiger Faktor für eine erfolgreiche Umsetzung.

## 3. ANKNÜPFUNGSPUNKTE IN DEUTSCHLAND

### 3.1. HINTERGRUND

Methoden zur Ermittlung externer Umweltkosten und konkrete Ergebnisse von Ermittlungen externer Kosten können in verschiedenen Bereichen und für verschiedene Zwecke genutzt werden. Generell geht es um die Berücksichtigung von Externalitäten bei öffentlichen Maßnahmenentscheidungen – bei Investitionsvorhaben, bei Planungen und bei sonstigen Maßnahmen wie z.B. Gesetzesvorhaben.

Bisher ist der rechtliche und institutionelle Rahmen relativ eng gezogen; in der Praxis spielen Externalitäten im Hinblick auf die Umwelt daher als Vergleichs- und Wirtschaftlichkeitskriterium keine besondere Rolle; Öffentliche Abwägungsprozesse und Vergleichsrechnungen sind vorwiegend von der haushaltsrechtlichen Perspektive geprägt, die nach wie vor auf Haushaltswirksamkeit von Entscheidungen abstellt und insoweit von Einnahmen- und Ausgabenüberlegungen dominiert wird. Dies wird deutlich, wenn man einen Blick auf das deutsche Haushaltsrecht, das Haushaltsgrundsätzegesetz oder die BHO und die vergleichbaren Länder- sowie Kommunalregelungen wirft. Dennoch bieten sich dabei neue Möglichkeiten zur Berücksichtigung von Externalitäten.

Andererseits gibt es Spielregeln für Regierungs- und Verwaltungshandeln, die einen breiteren Einstieg ermöglichen; dazu zählt z.B. die GGO der Bundesministerien. Schließlich haben sich nicht zuletzt durch den Einfluss europäischer Rechts- und Verfahrensregeln einzelne Anwendungsbereiche herauskristallisiert, in denen bei Ex-ante- und Ex-Post-Evaluierungen Wirkungen auf die Umwelt eine Rolle spielen (können) und in denen daher auch externe Kosten als deren Quantifizierung in die Verfahren eingeführt werden können. Dazu gehören beispielsweise die Wirtschaftlichkeitsanalysen, die in der Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie zu erstellen sind, aber auch die Spielregeln, die die EU-Kommission für die Vergabe der Strukturfondsmittel erlassen hat.

Vor diesem Hintergrund wird hier untersucht, wie und durch welche rechtlichen Regelungen insbesondere die Bundesebene dazu verpflichtet bzw. angehalten werden kann, vor Entscheidungen über Investitionen und Investitionsförderungsmaßnahmen (und Gesetze) einen Wirtschaftlichkeitsvergleich unter Berücksichtigung externer Kosten und Nutzen anzustellen, und welche konkreten Verfahrensvorschläge gemacht werden können.

## 3.2. ZUR ÖKONOMISCHEN RELEVANZ VON EXTERNEN KOSTEN- INFORMATIONEN IN ÖFFENTLICHEN ENTSCHEIDUNGSPROZESSEN

Eine wirtschaftliche bzw. rationale Entscheidung setzt grundsätzlich die Prüfung sämtlicher Optionen voraus, die zur Sicherstellung der geforderten oder angestrebten Leistung geeignet sind. Uneingeschränkt gilt diese Forderung allerdings nur unter der Prämisse, dass die zum totalen Optionsvergleich benötigten Informationen vorhanden sind bzw. ohne Kosten beschafft und ausgewertet werden können. Unter Berücksichtigung der tatsächlich auftretenden Informationskosten kann es demgegenüber rational sein, Entscheidungen auf begrenztem Informationsniveau zu treffen, z.B. die Suche nach weiteren Optionen abzubrechen, auf die Prüfung bestimmter Optionen zu verzichten, bei anderen Optionen durchschnittliche Erfahrungswerte für ihre Kosten- und Nutzengrößen zugrunde zu legen oder für bestimmte Kosten pauschalierte Werte zu nutzen. Informationskosten sind also entscheidungsrelevant. Sie müssen auch berücksichtigt werden, wenn es darum geht, öffentliche Stellen zu einer umfassenden und übergreifenden Wirtschaftlichkeitsanalyse zu verpflichten. Aus ökonomischer Sicht kann eine derartige Verpflichtung zur Analyse nur unter der Bedingung empfohlen werden, dass die damit verbundenen Analyse- und Informationskosten den erwarteten Effizienzgewinn einer Einbeziehung zusätzlicher Optionen nicht überschreiten.

In diesem Zusammenhang können eine Methodenkonvention und ein Tool von Werten über externe Kosten die jeweiligen Entscheidungs- und Transaktionskosten mindern.

## 3.3. ANKNÜPFUNGSPUNKTE FÜR DIE IMPLEMENTIERUNG VON EX- TERNE-KOSTEN-BERECHNUNGEN IM DEUTSCHEN RECHT

### 3.3.1. DAS HAUSHALTSRECHT

Soll die Berücksichtigung externer Kosten bei Wirtschaftlichkeitsrechnungen für öffentliche Investitionen durch eine praktische Anwendung der Methodenkonvention erleichtert werden, stellt das Haushaltsrecht einen geeigneten Anknüpfungspunkt dar. Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz in den Haushaltsordnungen von Bund und Ländern fundiert jegliche Art von Wirtschaftlichkeitsrechnung. In dem Maße, in dem innerhalb des Wirtschaftlichkeitsgrundsatzes die Erkenntnis verankert wird, dass externe Umweltkosten immer wohlfahrtsrelevant und damit für den Staat auch entscheidungsrelevant sind, sind andere Pfade zur Integration des Externalitätenkonzepts subsidiär. Als Handlungsnorm hat die Anwendung des Wirtschaftlichkeitsgrundsatzes insofern „Multiplikatoreffekte“, als Methoden, die hier Anerken-

nung finden, querschnittartig Niederschlag in allen relevanten Feldern staatlicher Ausgaben- und Investitionspolitik finden.

Das Haushaltsrecht des Bundes stellt nach wie vor hauptsächlich auf kurz- bis mittelfristige, budgetwirksame Ausgaben und Einnahmen ab. Gleichwohl bieten die haushaltsrechtlichen Normen generell durchaus Anknüpfungspunkt zur Berücksichtigung von Externalitäten. So heißt es in § 7 BHO, dass

1. die Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit bei Aufstellung und Ausführung des Haushaltsplans zu beachten sind.
2. angemessene Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für alle finanzwirksamen Maßnahmen durchzuführen sind. Dabei ist auch die mit den Maßnahmen verbundene Risikoverteilung zu berücksichtigen.
3. in geeigneten Bereichen eine Kosten- und Leistungsrechnung einzuführen ist.

Diese Gedanken sind in abstrakter Form bereits in § 6 HGrG enthalten. Konkretisierende Hilfe bietet die „Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen“<sup>16</sup>, die als Anhang zu den vorläufigen Verwaltungsvorschriften zu § 7 BHO die Verfahren für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen aufzeigt und die Fachbegriffe erläutert.

Gegenstand von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen sind danach alle haushaltswirksamen Maßnahmen, z.B.

- › neue Investitionsvorhaben,
- › Ersatzbeschaffungen,
- › organisatorische Maßnahmen (z.B. Reorganisation der Arbeitsabläufe),
- › Gesetze mit finanziellen Auswirkungen,
- › Förderprogramme.

Allerdings behandelt die Arbeitsanleitung praktisch nur die einzelwirtschaftlichen Verfahren. Die Kosten-Nutzen-Analyse wird nur am Rande skizziert – was sich aber auch damit erklärt, dass die KNA als Methode zu anspruchsvoll ist, um in einen kurzen Leitfaden erklärt werden zu können. Auch wird nicht explizit auf Verfahren zur Kostenermittlung eingegangen.

Die Anleitung macht deutlich, dass bei Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen die Transaktions- bzw. Analysekosten eine wichtige Rolle spielen. Sie verlangt, dass auf standardisierte

<sup>16</sup> RdSchr. d. BMF vom 31. August 1995 - II A 3 - H 1005 - 23/95 -(GMBI 1995, S. 764).

Kosten- und Leistungsgrößen zurückgegriffen wird, so weit dies möglich ist, um den Aufwand dieser Untersuchungen gering zu halten. Eine Methodenkonvention zur Erfassung und transparenten Quantifizierung von externen Kosten mit entsprechenden Daten und Tabellen stellt sich in diesem Kontext als Transaktionskostensenkende Vorgabe für die Vergleichsrechnungen dar. Auch für andere Bereiche gibt es derartige Schlüsselwerte, so z.B. Personalkostensätze, Sachkostenpauschalen und Kalkulationszinssätze, die jedes Jahr vom BMF bekannt gemacht werden. Insofern gibt es hier einen sehr guten Anknüpfungspunkt für pauschalierend quantifizierte externe Umweltkosten.

Externe Umweltkosten weisen bei öffentlichen Investitionen nahezu immer eine Relevanz auf. So verwundert es nicht, dass dieser Umstand bei öffentlichen Tiefbaumaßnahmen wie z.B. dem Straßenbau seit langer Zeit anerkannt und auch Praxis ist. Im Bereich des öffentlichen Hochbaus werden externe Kosten dagegen nicht berücksichtigt. Dieser Unterschied lässt sich eher durch unterschiedliche Usancen erklären, sachlich gibt es hierfür keine tragfähige Rechtfertigung. So schreibt Nr. 1 VV-BHO § 7 zu den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit i.S.d. § 7 BHO ausdrücklich vor:

„Der Grundsatz der Wirtschaftlichkeit ist bei *allen* Maßnahmen des Bundes, die die Einnahmen und Ausgaben des Bundeshaushaltes unmittelbar oder mittelbar beeinflussen, zu beachten. Dies betrifft sowohl Maßnahmen, die nach einzelwirtschaftlichen Kriterien (z.B. Beschaffungen für den eigenen Verwaltungsbereich und Organisationsänderungen in der eigenen Verwaltung) als auch Maßnahmen, die nach gesamtwirtschaftlichen Kriterien (z.B. Investitionsvorhaben im Verkehrsbereich, Subventionen und Maßnahmen der Sozial- und Steuerpolitik) zu beurteilen sind.“

Angesichts der Tatsache, dass der öffentlichen Hand für die Berücksichtigung von umwelt- und klimaschutzpolitischen Querschnittsaufgaben eine besondere Verantwortung zukommt, müssen externe Kosten bei allen öffentlichen Investitionen, d.h. auch im Hochbaubereich, berücksichtigt werden. Explizit erwähnt dies auch noch einmal Nr. 2.3.3 VV-BHO § 7, wonach „für Maßnahmen, die nicht zu vernachlässigende gesamtwirtschaftliche Auswirkungen haben, [...] gesamtwirtschaftliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (z.B. Kosten-Nutzen-Analyse) durchzuführen“ sind.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Nr. 2.3.2 VV\_BHO zu § 7 stellt analog klar, dass für Maßnahmen mit geringen gesamtwirtschaftlichen Nutzen und Kosten regulär einzelwirtschaftliche Verfahren (finanzmathematische Methoden der Investitionsrechnung, z.B. Kapitalwertmethode)

In der Praxis werden die meisten Investitionen, besonders im Hochbau, nur mit einzelwirtschaftlichen Methoden – und damit unvollständig – betrachtet. Von Bewertungsobjekt her wäre die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) das angemessene Instrument, die gesamtwirtschaftlichen Vor- und Nachteile solcher Planungen zu überprüfen. Gleichwohl sollte nicht darauf gedrängt werden, die an sich erforderliche KNA vollständig und umfassend umzusetzen. Denn nach Nr. 2.3.1 VV-BHO § 7 ist bei der Durchführung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen *„die nach den Erfordernissen des Einzelfalls einfachste und wirtschaftlichste Methode anzuwenden. Zur Verfügung stehen einzelwirtschaftlich und gesamtwirtschaftlich orientierte Verfahren. Welches Verfahren anzuwenden ist, bestimmt sich nach der Art der Maßnahme, dem mit ihr verfolgten Zweck und den mit der Maßnahme verbundenen Auswirkungen.“*

In diesem Kontext kann das Verfahren zur Methodenkonvention als Verfahrensvereinfachung dienen, indem nicht-monetäre Nutzeneinbußen in monetären Kostenbegriffen erfasst werden. Insofern drängt es sich bei der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung insbesondere im Hochbaubereich geradezu auf, nicht auf aufwändige gesamtwirtschaftliche Methoden abzustellen, sondern ein schlankes *„Ergänzungstool Externe Umweltkosten“* für die Kapitalwertrechnung zu formulieren. Mit den Parametervorgaben der Methodenkonvention erscheint dieses Vorgehen recht einfach umsetzbar und gegenüber der umfassenden Kosten-Nutzen-Analyse vorzuziehen.

Dieses Prozedere ist damit auch im Sinne der *„Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen“*, die bewusst *nicht* als Teil der vorläufigen Verwaltungsvorschriften zu § 7 BHO herausgegeben wurde, sondern lediglich ein offenes methodisches Angebot darstellt, um wirtschaftliches Handeln in der Verwaltung zu verbessern.<sup>18</sup> Die Arbeitsanleitung in ihrer derzeitigen Form kann (und soll) schon allein deswegen nicht verbindlich sein, weil sie die empfohlenen Verfahren nur sehr verkürzt und für die Praxis auch zu vereinfacht darstellt. Über die Handreichungen der Arbeitsanleitung hinaus sind mithin weitergehende Fähigkeiten und methodische Präzisierungen erforderlich, um eine sach- und fachgerechte Umsetzung des Wirtschaftlichkeitsgebots im Sinne des § 7 BHO zu gewährleisten. In diesem Sinne lassen sich durch die Konzipierung eines Ergänzungstools *„Externe Umweltkosten“* für die Kapitalwertberechnung im öffentlichen Hochbau die Vorgaben für wirtschaftliches Handeln in der Verwaltung präzisieren und verbessern.

---

de) Verwendung finden sollen. Für Maßnahmen mit nur geringer finanzieller Bedeutung dürften hingegen nur einzelwirtschaftlich orientierte Verfahren Anwendung finden, insbesondere können in diesen Fällen auch Hilfsverfahren der Praxis (z.B. Kostenvergleichsrechnungen, Angebotsvergleiche) durchgeführt werden, Nr. 2.3.2 VV-BHO zu § 7.

<sup>18</sup> Vgl. Vorbemerkung zur *„Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen“*.



Stellt man die in der „Arbeitsanleitung“ anerkannten Verfahren der einzelwirtschaftlichen und der gesamtwirtschaftlichen Erfassung einander gegenüber, so wird augenfällig, dass durch die Integration externer Umweltkosten in die Kapitalwertrechnung tatsächlich ein „Fremdkörper“ in die ansonsten rein monetäre und einzelwirtschaftliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchung eingebracht wird. Denn externe Kosten sind eigentlich per Definition nicht Bestandteil einer einzelwirtschaftlichen Vorteilsrechnung. Wären sie es, existierte das Problem nicht. Dies anerkennend, weist die „Arbeitsanleitung“ neben den einzelwirtschaftlichen Verfahren auch die Nutzwertanalyse und die Kosten-Nutzen-Analyse/Nutzen-Kosten-Untersuchung als komplexere methodische Optionen aus.

Die Kapitalwertmethode ist grundsätzlich bei größeren Maßnahmen mit unterschiedlichen Zahlungsströmen im Betrachtungszeitraum oder bei der Frage nach der optimalen Finanzierung einer Maßnahme (z.B. Kauf/Leasing) anzuwenden.<sup>19</sup> Die Methode ermittelt den Kapitalwert einer Investition  $KI_0$  aus der Summe der Barwerte aller Einzahlungen abzüglich der Summe der Barwerte aller Auszahlungen, wobei zuvor noch ein risikoadjustierter Diskontierungssatz festgelegt wurde. Ist der Kapitalwert einer Investition größer 0, so ist die Investition vorteilhaft; ist er gleich 0, werden zumindest die eingesetzten Mittel wieder gewonnen und die Beträge werden zumindest mit der vorgegebenen Mindestrendite verzinst.

Durch die Diskontierung aller erwarteten künftigen Einzahlungen und Auszahlungen der Maßnahme auf ihren Barwert an einem gleichen Zeitpunkt (i.d.R. das aktuelle Jahr) wird es möglich, verschiedene Maßnahmen über deren Barwerte zu vergleichen. Auf diese Weise können verschiedene Maßnahmen – z.B. Investitionskosten durch Anbringung einer zusätzlichen Wärmeisolierung mit alternativen Betriebskosten in Form höherer Heizstoffkosten, wenn zusätzliche Wärmeisolierungsmaßnahmen unterbleiben – vergleichbar gemacht werden.

Diese Beispiele beziehen sich jedoch noch auf „interne Kosten“: Häufig bringt umweltfreundliches und nachhaltiges Bauen eine wesentliche Senkung der Heiz- und Energiekosten gegenüber konventioneller Technik mit sich. Solche Arten von Einsparungen werden natürlich auch heute schon in vergleichenden Kapitalwertrechnungen berücksichtigt. In dem Maße, in dem sich umweltfreundliche Investitionen allein betriebswirtschaftlich rechnen, stellen sie methodisch kein Neuland dar.

<sup>19</sup> Vgl. VV-BHO-Anhang zu § 7 (Arbeitsanleitung), Nr. 2.2.

*Echte* externe Kosten werden aber auf diese Weise nicht erfasst, denn sie schlagen sich bei einzelwirtschaftlichen Ersparnissen *nicht* in den regulären pekuniären Kosten nieder. Mit der Hilfe der Methodenkonvention wird es aber nun möglich, auch externe Kosten in die Kapitalwertrechnung einzubringen. Am einfachsten kann dies über „kritische Investitionen“ erfolgen. Sie geben die maximale Investitionssumme an, die zur Reduktion externen Kostenbestandteile *zusätzlich* verausgabt werden darf, ohne dass sich die sonstige betriebswirtschaftliche Vorteilhaftigkeit der Maßnahme ändert.

$$KI_0 = \sum_{s=0}^n \frac{EK_s}{(1+i)^s}$$

Die Kritische Investition ( $KI_0$ ) ergibt sich aus der Diskontierung der jährlichen (realen) externen Kosten  $EK_s$  für den Zeitraum  $s = 0$  bis  $s = n$  mit einem Kalkulationszinssatz  $i$ . Dieses vereinfachte Beispiel ist formuliert für eine Investition, die keine Folgekosten für Wartung und Betrieb mit sich bringt (z.B. Passivbau). Natürlich können aber auch positive Ausgabeströme für laufende Kosten in einer solchen Rechnung berücksichtigt werden.

Die nachfolgende Tabelle illustriert die KI des einfachen Beispiels ohne Folgekosten für unterschiedlich lange Nutzungsperioden, verschiedene Diskontsätze und einen gleich bleibenden jährlichen Betrag von 1 Euro pro Mengeneinheit reduzierter externer Kosten. Bei externen Kosten von mehr als 1 Euro erhöhen sich die KI um den entsprechenden Faktor.

KRITISCHE INVESTITIONSSUMMEN DER REDUKTION von EXTERNEN KOSTEN (pro Mengeneinheit im Jahr)			
Basis: Externe Kosten		1,00 €/ME	
Nutzungsdauer (Jahre)	Diskontsätze		
	Methodenkonvention, kurzfristig	Methodenkonvention, langfristig	Aktueller Kalkulations- zinssatz BMF 2005
	3,0%	1,5%	3,5%
5	4,58 €	4,78 €	4,52 €
10	8,53 €	9,22 €	8,32 €
15	11,94 €	13,34 €	11,52 €
20	14,88 €	17,17 €	14,21 €
25	17,41 €	20,72 €	16,48 €
30	19,60 €	24,02 €	18,39 €
35	21,49 €	27,08 €	20,00 €
40	23,11 €	29,92 €	21,36 €
45	24,52 €	32,55 €	22,50 €
50	25,73 €	35,00 €	23,46 €
55	26,77 €	37,27 €	24,26 €
60	27,68 €	39,38 €	24,94 €
65	28,45 €	41,34 €	25,52 €
70	29,12 €	43,15 €	26,00 €
75	29,70 €	44,84 €	26,41 €
80	30,20 €	46,41 €	26,75 €

**Tabelle 1:** Kritische Investitionssummen der EK-Reduktion.

Wie offensichtlich wird, ist eine wichtige offene Frage bei der Integration eines „Ergänzungstools Externe Umweltkosten“ in die konventionelle Kapitalwertrechnung die Bestimmung des anzuwendenden Kalkulationszinssatzes. Wegen der eigenständigen ökonomischen Natur der externen Kosten spricht vieles dafür, hier die Sätze aus der Methodenkonvention zu veranschlagen.

Dies ist allerdings auch die *einzig*e offene methodischen Frage, ansonsten kann das Ergänzungstool mit konventioneller Kapitalwertrechnung und einem Datensatz für die externen Kosten komplett formuliert werden.

### 3.3.2. ANKNÜPFUNGSPUNKTE IM RAHMEN DER GGO

Die Bundesregierung hat im Rahmen der Initiative „Moderner Staat – Moderne Verwaltung“ am 26. Juli 2000 die neue Gemeinsame Geschäftsordnung der Bundesministerien (GGO) beschlossen. Dabei geht es u.a. auch darum, die Effizienz beim Einsatz von Haushaltsmitteln zu steigern. „Mehr Effizienz durch optimierten Ressourceneinsatz“ lautet das allgemeine Postulat. Dazu sollen verstärkt betriebswirtschaftliche Methoden angewendet werden. Außerdem soll auf Effektivität geachtet werden. Die Wirkungen müssten dabei anhand von

aussagekräftigen Kennzahlen oder Indikatoren evaluiert werden, zu denen prinzipiell auch die externen Folgen bzw. Kosten gehören.

Leider ist jedoch bisher von einer solchen gesamthaften, volkswirtschaftlichen und die Umwelteffekte betreffenden Sicht noch keine Rede. Auch fehlen im Rahmen der Initiative Umsetzungsstrategien.

Das Konzept der modernen Verwaltung fokussiert auf andere Punkte: vor allem auf Effizienz und Adressatenorientierung, auf einzelwirtschaftliche und managementorientierte Konzepte. Es sollen vor allem betriebswirtschaftliche Steuerungsinstrumente auf ihren Nutzen für die Steuerung des Verwaltungshandelns hin geprüft werden.<sup>20</sup> Dies ist zwar im Hinblick auf Verbesserungen im Verwaltungshandeln durchaus zu begrüßen, lässt jedoch wesentliche Wirkungsaspekte außen vor.

Immerhin wird Bezug auf Instrumente genommen, die auch einen Ansatzpunkt für die Berücksichtigung externer Kosten bieten können. Genannt werden:

- › „Kosten-Nutzen-Analysen und ähnliche Instrumente, zum Beispiel Gesetzesfolgenabschätzung in der Verwaltungspraxis stärker zu implementieren,
- › betriebswirtschaftliche Steuerungsinstrumente und moderne Managementmethoden weiter einzuführen,
- › das Informations- und Wissensmanagement zu verbreitern,
- › das Qualitätsmanagement zu intensivieren“ (...).<sup>21</sup>

Hier bieten sich also eine Reihe von Möglichkeiten, quantifizierte Wirkungsergebnisse für Externalitäten in Bezug auf die Umwelt unterzubringen.

Grundlage für solche Bemühungen könnte § 44 der Gemeinsamen Geschäftsordnung der Bundesministerien sein. Darin werden unter Gesetzesfolgen die wesentlichen Auswirkungen eines Gesetzes verstanden, die Haupt- und Nebenwirkungen umfassen. Dazu soll im Übrigen schon im Vorblatt zu jedem Gesetzgebungsentwurf und in der Begründung des Gesetzgebungsvorhabens Stellung bezogen werden. In § 44 heißt es:

#### **„§ 44 Gesetzesfolgen**

- › (1) Unter Gesetzesfolgen sind die wesentlichen Auswirkungen des Gesetzes zu verstehen. Sie umfassen die beabsichtigten Wirkungen und die unbeabsichtigten Nebenwirkungen.

<sup>20</sup> Vgl. zu dem Konzept der modernen Verwaltung <http://www.staat-modern.de/-,10009/Modernes-Verwaltungsmanagement.htm> sowie den Fortschrittsbericht 2005 des Regierungsprogramm „Moderner Staat – Moderne Verwaltung“ im Bereich Modernes Verwaltungsmanagement, herausgegeben vom Bundesministerium des Innern.

<sup>21</sup> Vgl. dazu <http://www.staat-modern.de/Modernes-Verwaltungsmanagement/-,11748/Effizienz.htm>.

Die Darstellung der voraussichtlichen Gesetzesfolgen muss im Benehmen mit den jeweils fachlich zuständigen Bundesministerien erfolgen und hinsichtlich der finanziellen Auswirkungen erkennen lassen, worauf die Berechnungen oder die Annahmen beruhen. Das Bundesministerium des Innern kann zur Ermittlung von Gesetzesfolgen Empfehlungen geben.

› (2) Die Auswirkungen auf die Einnahmen und Ausgaben (brutto) der öffentlichen Haushalte sind einschließlich der voraussichtlichen vollzugsbedingten Auswirkungen darzustellen. Das Bundesministerium der Finanzen kann im Benehmen mit dem Bundesministerium des Innern hierzu allgemeine Vorgaben machen. Die auf den Bundeshaushalt entfallenden Einnahmen und Ausgaben sind für den Zeitraum der jeweils gültigen mehrjährigen Finanzplanung des Bundes aufzugliedern. Dabei ist anzugeben, ob und inwieweit die Mehrausgaben oder Mindereinnahmen in der mehrjährigen Finanzplanung berücksichtigt sind und auf welche Weise ein Ausgleich gefunden werden kann. Die Beträge sind gegebenenfalls im Benehmen mit dem Bundesministerium der Finanzen zu errechnen, notfalls zu schätzen. Entstehen voraussichtlich keine finanziellen Auswirkungen, so ist dies in der Begründung anzugeben.

› (3) Auswirkungen auf die Haushalte der Länder und Kommunen sind gesondert aufzuführen. Das für den Gesetzentwurf federführende Bundesministerium hat hierzu bei den Ländern und kommunalen Spitzenverbänden rechtzeitig Angaben zu den Ausgaben einzuholen.

› (4) Im Benehmen mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie sind darzustellen:

1. die Kosten für die Wirtschaft, insbesondere auch für mittelständische Unternehmen, sowie
2. die Auswirkungen des Gesetzes auf Einzelpreise, das Preisniveau sowie die Auswirkungen auf die Verbraucherinnen und Verbraucher.

Das für den Gesetzentwurf fachlich zuständige Bundesministerium hat dazu Angaben der beteiligten Fachkreise und Verbände, insbesondere der mittelständischen Wirtschaft, einzuholen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie ist frühzeitig zu beteiligen.

› (5) Weitere Auswirkungen, die ein nach § 45 Abs. 1 und 2 Beteiligter erwartet, sind auf seinen Wunsch darzustellen.

› (6) In der Begründung zum Gesetzentwurf ist durch das federführende Ressort festzulegen, ob und nach welchem Zeitraum zu prüfen ist, ob die beabsichtigten Wirkungen er-

reicht worden sind, ob die entstandenen Kosten in einem angemessenen Verhältnis zu den Ergebnissen stehen und welche Nebenwirkungen eingetreten sind.“

### 3.3.3. RICHTLINIEN ZUR VERGABE ÖFFENTLICHER AUFTRÄGE

Auch unter dem Aspekt des Vergaberechts bieten sich der öffentlichen Hand bereits heute zahlreiche Möglichkeiten, Nachhaltigkeitsaspekte zu berücksichtigen,<sup>22</sup> sofern diese nur in der Bedarfsanalyse dokumentiert und begründet werden. Danach können Auftraggeber z.B. Vertragsklauseln über die Auftragsausführung festlegen, da die Ausführungsphase derzeit nicht durch die Vergaberichtlinien geregelt ist. Es muss lediglich beachtet werden, dass keine unmittelbare oder mittelbare Diskriminierung der ausländischen Mitbewerber bei der öffentlichen Vergabe erfolgt. Gleichwohl ist es wichtig anzumerken, dass die öffentliche Hand bei der Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten innerhalb der vom europäischen Gemeinschaftsrecht festgelegten Grenzen weitestgehend frei entscheiden können, ob Aufträge, die nicht unter die gemeinschaftlichen Vergaberichtlinien fallen, vergeben werden, um andere Zielsetzungen – z.B. über soziale Auswahl- und Zuschlagskriterien – in den Vergaberichtlinien zu verfolgen als die des besten betriebswirtschaftlichen Preis-Leistungsverhältnisses. Auf diese Weise können politische Ziele direkt als Vorgaben in Leistungsbeschreibungen einfließen.

Vertragsklauseln, die nicht dem bisherigen Usus entsprechen – dies dürfte bei Berücksichtigung von ökologischen Faktoren in der Beschaffung der Fall sein – müssen im Vorfeld geklärt werden. Das heißt, die geforderten Nachhaltigkeitsaspekte zu beschaffender Güter müssen von Anfang an im Vergabeverfahren explizit als Teil der zu erbringenden Leistung definiert und dargestellt werden. Auf diese Weise wird es möglich und erforderlich, die entsprechenden Nachhaltigkeitskriterien auch in die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung der zu erfüllenden Aufgabe zu integrieren.

Das geltende Vergaberecht offeriert den öffentlichen Auftraggebern also viele Möglichkeiten, umweltfreundliche Produkte zu beschaffen. Dabei kommt es nur darauf an, dass die Anforderungen in der Bedarfsanalyse bestimmt und in der Ausschreibungsphase in funktio-

<sup>22</sup> Vgl. dazu exemplarisch die Erläuterungen zur VOL/A § 8 Nr. 3 Abs. 1, Bundesanzeiger Nr. 216a vom 20.11.2002, S. 91; Art. 34, 38, und 39 der Richtlinie 2004/17/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31.03.2004 sowie die ihr vorangestellten Gründe Nr. 12, 44, 47, 53, oder 54 sowie Art. 23, 26, 27 und 50 der Richtlinie 2004/18 EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31.03.2004. In beiden Richtlinien finden sich zahlreiche Normen, in denen Umweltaspekte Berücksichtigung finden.

nale Kriterien transformiert wurden. Auch das Prinzip der Berücksichtigung des wirtschaftlichsten Angebotes wird dann nicht ausgehöhlt, wenn die Kriterien der Wirtschaftlichkeitsbewertung vor der eigentlichen Bewertung entsprechende Umweltaspekte berücksichtigen.<sup>23</sup>

Einzelheiten der Möglichkeit zur Berücksichtigung von Umweltaspekten in der öffentlichen Beschaffung hat die EU-Kommission in einer – rechtlich unverbindlichen - interpretierenden Mitteilung erläutert: „Die Mitgliedstaaten können den ihres Erachtens umweltverträglichsten Vertragsgegenstand oder alternative Definitionen des Vertragsgegenstandes durch Hinzuziehen von Varianten frei bestimmen, sofern die Wahl nicht zu einer Marktzugangsbeschränkung zu Lasten von Anbietern aus anderen Mitgliedstaaten führt.“<sup>24</sup> Allerdings soll *nach Ansicht der Kommission* die Berücksichtigung von Umweltaspekten nur insofern zulässig sein, als diese für die Vergabestelle mit einem unmittelbaren wirtschaftlichen Vorteil verbunden sind.<sup>25</sup>

Die interpretierende Mitteilung kann als Leitlinie verstanden werden mit der Folge, dass derjenige, der nicht nach dieser Leitlinie handelt, bei einer Beschwerde vor dem EUGH unterliegt. Das bedeutet: Die Berücksichtigung von Umweltaspekten muss gerade nicht mehr zur Anfechtbarkeit eines Beschaffungsprozesses führen! Dies dürfte aber in erster Linie auf die eingeschränkte Interpretationsfähigkeit bezüglich der Marktzugangsbeschränkung zurückzuführen sein. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, auf das Urteil zum „Helsinki Bus Case“ zu verweisen.

Dieses Urteil hat nicht nur bezüglich der Möglichkeit zur Berücksichtigung von ökologischen Kriterien in Ausschreibungen ein Rechtsverständnis geschaffen, sondern auch die Frage, was der Begriff "wirtschaftlich günstigstes Angebot" bedeutet, näher erläutert.

Nach diesem Urteil muss also das Ergebnis der gewählten Kriterien keinen direkten wirtschaftlichen Vorteil für den Auftraggeber darstellen, sondern es reicht aus, wenn die Kriterien wirtschaftlich messbar sind (z.B. im Sinne von volkswirtschaftlichen Vorteilen), auch

<sup>23</sup> Vgl. dazu Dompke / Lahser, Roadmap öffentliche Beschaffung, hrsg. vom NIK DLR im Auftrag des BMBF, S. 32ff.

<sup>24</sup> Conclusion der interpretierenden Mitteilung der Kommission über das auf das öffentliche Auftragswesen anwendbare Gemeinschaftsrecht und die Möglichkeiten zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Vergabe öffentlicher Aufträge (2001/C 333/07).

<sup>25</sup> Interpretierende Mitteilung, a.a.O.

wenn in dem betreffenden Erwerb kein wirtschaftlicher Nutzen für den Auftraggeber zum Ausdruck kommt.

Der EuGH hat entschieden, dass ökologische Gesichtspunkte im Rahmen der Erteilung des Zuschlags auch dann berücksichtigt werden dürfen, wenn sie nicht mit einem finanziellen Vorteil für die Vergabestelle verbunden sind. Vergabefremd ist nach dem Helsinki-Entscheid zugrunde liegenden Verständnis nicht derjenige Aspekt, der nicht einen konkreten ökonomischen Nutzen für die Vergabestelle mit sich bringt, sondern derjenige, der gemessen an der Interessenlage der Vergabestelle in keinem hinreichenden Zusammenhang mit dem Auftragsgegenstand steht.

Ausgangspunkt für den Entscheid des EuGH in Sachen Concordia Bus Finland und damit für eine Umkehr im Verständnis des europäischen Vergaberechts waren Ausschreibungen für den Betrieb des innerstädtischen Busverkehrs der Stadt Helsinki. Bei einem Los hatte die Firma Concordia zwar das kostengünstigste Angebot eingereicht, das städtische Busunternehmen HLK erhielt gleichwohl den Zuschlag wegen Zusatzpunkten aufgrund besserer Werte in den Bereichen Stickoxid- und Lärmemissionen der Busse.<sup>26</sup> Nach den Leitgedanken der interpretierenden Mitteilung der EU hätte die Concordia Bus Finland den Zuschlag erhalten müssen. Der EuGH hat aber entschieden, dass ökologische Gesichtspunkte im Rahmen der Zuschlagserteilung auch dann berücksichtigt werden dürfen, wenn sie nicht mit einem finanziellen Vorteil für die Vergabestelle verbunden sind. Einschränkend verlangt der EuGH, dass die Umweltschutzkriterien mit dem Gegenstand des Auftrags zusammenhängen, dem Auftraggeber keine uneingeschränkte Entscheidungsfreiheit einräumen, im Leistungsverzeichnis oder in der Bekanntmachung des Auftrags ausdrücklich genannt sind sowie dass alle Grundsätze des Gemeinschaftsrechts, vor allem das Diskriminierungsverbot, beachtet werden.<sup>27</sup>

Diese Bedingungen sah der EuGH vorliegend als erfüllt an, weshalb die Concordia Bus Finland vor dem EuGH unterlegen ist. Der Berücksichtigung von mit dem Gegenstand des Auftrags zusammenhängenden Umweltschutzkriterien steht der Begriff des wirtschaftlich günstigsten Angebots nicht entgegen, da zum einen die Zuschlagskriterien durch die einschlägige Richtlinie nicht abschließend aufgezählt werden und zum anderen nicht ausge-

<sup>26</sup> Entscheid in der Rechtssache C-513/99, Slg. 2002, I-7213; vgl. zum direkten Einfluss des Urteils auf die Novellierung der EG-Vergaberichtlinien etwa Schneider, EG-Vergaberecht zwischen Ökonomisierung und umweltpolitischer Instrumentalisierung, in DVBl 2003, S. 1186 ff., S. 1189.

<sup>27</sup> Entscheid in der Rechtssache C-513/99, a.a.O. [Fn. 23], Rz. 64.



geschlossen werden könne, dass sich Faktoren, die nicht rein wirtschaftlich sind, auf den Wert eines Angebots für den Auftraggeber auswirken können.<sup>28</sup> Damit hat der EuGH in dem Entscheid *Concordia Bus Finland* klargestellt, dass Umwelanforderungen, die sich zum Vorteil der Vergabestelle auswirken, als nachvollziehbare Wirtschaftlichkeitsüberlegungen anerkannt sind.<sup>29</sup> Im Ergebnis gewährt der EuGH den öffentlichen Auftraggebern also einen beträchtlichen Spielraum zur Internalisierung externer Umweltkosten.<sup>30</sup>

### 3.3.4. EINSATZMÖGLICHKEIT IM RAHMEN DER FÖRDERPOLITIK DER EU-STRUKTURFONDS

Mit den Strukturfonds versucht die EU, den Ausgleich der wirtschaftlichen und sozialen Disparitäten zwischen den Mitgliedstaaten und den Regionen der Gemeinschaft zu fördern. Sie setzt dafür rd. 30% der gesamten Mittel des EU-Haushaltes ein – nach den Ausgaben für die Gemeinsame Agrarpolitik die zweitgrößte Position. Nach dem Vertrag von Amsterdam muss mit den EU-Strukturfonds bzw. ihren Mitteln zugleich ein Beitrag zur Förderung einer umweltverträglichen und nachhaltigen Entwicklung geleistet werden.

Diese Finanzierungsinstrumente, die national in engem Zusammenhang mit den Gemeinschaftsaufgaben stehen, wurden für die Periode 2000-2006 im Rahmen der AGENDA 2000 finanziell mit 213 Mrd. € ausgestattet und bereits seinerzeit neu ausgerichtet, vor allem auf die Erweiterung der Union eingestellt, stärker auf die wichtigsten Aufgaben fokussiert und verfahrensmäßig im Hinblick auf die notwendige Kooperation von Kommission, Mitgliedstaaten und regionalen Behörden neu geordnet.

Nunmehr steht eine weitere Novellierung an. Im Mittelpunkt stehen dabei die Lissabon- und Göteborg-Ziele: Konvergenz, Wachstum und Beschäftigung sowie Europäische Zusammenarbeit. Die Kommission wird die Strukturfonds in der kommenden Förderperiode 2007–2013 noch gezielter auf diese strategischen Schwerpunkte ausrichten. Die Zahl der Fonds wird dazu von derzeit sechs auf drei verringert, auf EFRE, ESF und Kohäsionsfonds.

Von besonderem Interesse für die Umweltpolitik ist, dass die Hauptliste der Kommission für die operationellen Programme neben der Innovation und der wissensbasierten Wirt-

<sup>28</sup> Ebenda. Nicht geäußert hat sich der EuGH einerseits zur Frage, ob das wirtschaftlich günstigste Angebot bedeute, dass es eine Schranke gebe in Bezug auf die Gewichtung der Umwelteigenschaften gegenüber dem Preis, und andererseits, ob auch Herstellungsbedingungen im Rahmen von Zuschlagskriterien berücksichtigt werden dürfen.

<sup>29</sup> Dazu Bultmann, *Beihilfenrecht und Vergaberecht*, Tübingen 2004, S. 83.

<sup>30</sup> Bungenberg/Nowak, *Europäische Umweltverfassung und EG-Vergaberecht - zur Berücksichtigung von Umweltschutzbelangen bei der Zuschlagserteilung*, in: ZUR 2003, S. 10, 14.

schaft, der Zugänglichkeit und der Leistungen der Daseinsvorsorge auch die Umwelt und Risikoprävention als zentrales Thema vorsieht.

Die von der Europäischen Kommission vorgesehene neue Programmierung ist zusätzlich durch eine Verstärkung der strategischen Planung gekennzeichnet, wobei die „Strategischen Kohäsionsleitlinien der Gemeinschaft“ die Richtung vorgeben. Sie werden planerisch-programmatisch von den Mitgliedstaaten in ihrem „Einzelstaatlichen Strategischen Rahmenplan“ zu berücksichtigen sein, an dem sich dann wiederum die Operationellen Programme orientieren.

Im „Guide to the Evaluation of Socio-Economic Development“ (Leitfaden für die Bewertung der sozioökonomischen Entwicklung) hat die EU dargestellt, mit Hilfe welcher Kriterien und Bewertungsfragen die operationalen Programme einer Ex-ante-Evaluierung unterzogen werden müssen. Sie lassen sich unter vier Hauptkategorien zusammenfassen:

- › Fragen zur Relevanz des Programms,
- › Fragen zu seiner Wirksamkeit,
- › Fragen zu seiner Effizienz und
- › Fragen zum Nutzen und zur längerfristigen Nachhaltigkeit des Programms.

Sieht man einmal von der Relevanzfrage ab, so geht es bei der Evaluierung vor allem um die Wirksamkeit (werden die Zielsetzungen des Programms erreicht?) und um den Nutzen (Beurteilung der Auswirkungen unter Berücksichtigung der „weiter gefassten Bedürfnisse“ von Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft). Konkretere Bewertungsfragen in der Phase der Ex-ante-Bewertung betreffen die interne und externe Kohärenz und die Qualität der Durchführungssysteme.

„Generell sollte die Bewertung Antworten auf folgende Fragen liefern:

- › Stellt das Programm eine geeignete Strategie dar, um den Herausforderungen zu begegnen, vor denen die Region oder der Sektor steht?
- › Ist die Strategie sorgfältig ausgearbeitet, mit eindeutig definierten Zielen und Schwerpunkten, und können diese Ziele mit den einzelnen Schwerpunkten zugeteilten Finanzmitteln realistischerweise erreicht werden?
- › Steht die Strategie mit den Politiken auf regionaler und nationaler Ebene (einschließlich dem einzelstaatlichen strategischen Rahmenplan) sowie auf der Gemeinschaftsebene im Einklang? Welchen Beitrag leistet die Strategie zur Verwirklichung der Ziele von Lissabon?

- › Wurden für die Ziele geeignete Indikatoren bestimmt und können diese Indikatoren und deren Zielgrößen als Grundlage für die künftige Begleitung und Leistungsbewertung dienen?
- › Welche quantifizierbaren Auswirkungen wird die Strategie haben?
- › Sind die Durchführungssysteme dazu geeignet, die Ziele des Programms zu erreichen?“  
(EU-Kommission: Entwurf eines Arbeitspapiers zur Ex-Ante-Bewertung, Entwurf: Oktober 2005)

In diesem Kontext sind externe Kosten ein wichtiges Bewertungskriterium. In welchem Maße sie bereits im Rahmen der Operationellen Programme angewendet werden, bedarf noch der Prüfung. In jedem Fall handelt es sich um einen Bereich, in dem die Anwendung von Methoden und Ergebnissen der Ermittlung externer Kosten die Entscheidungen und die Evaluierungsbefunde mitprägen kann.

### 3.4. ANSATZPUNKTE ZUR INTEGRATION EXTERNER KOSTEN IN BESTEHENDE ABLÄUFE

Es bleibt festzuhalten, dass die rechtlichen Rahmenbedingungen Spielräume zur Berücksichtigung externer Kosten bei öffentlichen Investitionen enthalten. Für die Integration der externen Kosten in bestehende Abläufe lassen sich insbesondere zwei Ansatzpunkte benennen. Zum einen bietet die Wirtschaftlichkeitsrechnung Potenzial für eine Erweiterung um die externen Kosten. Zum anderen liefern bestehende Umweltmanagementinstrumente der öffentlichen Hand – wie beispielsweise Leitfäden – einen wesentlichen Anknüpfungspunkt. Für öffentliche Bauten stellt hierbei der Leitfaden Nachhaltiges Bauen die wichtigste Grundlage dar. Der Leitfaden benennt ökologische, ökonomische und soziale Kriterien für öffentliche Bauentscheidungen und stellt Checklisten zur Entscheidungsunterstützung bereit. Grundlagen für unmittelbare Kostenvergleiche liefert der Leitfaden jedoch bisher nicht. Hierbei wäre jedoch denkbar, den Leitfaden um entsprechende Kostensätze zu erweitern. Für das öffentliche Beschaffungswesen ist das Handbuch Umweltfreundliche Beschaffung grundlegend. Auch hier wäre eine Erweiterung des Handbuches um konkrete Kostensätze zur Entscheidungsunterstützung denkbar.

## 4. KONKRETE ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN

### 4.1. ANWENDUNGSBEREICHE

#### **Hauptbereiche Verkehr und Energie**

Die Analyse der heutigen Praxis und der konkreten Vorgaben in Deutschland zeigt, dass

- › der Verkehrs-, der Energie- und der Gebäudebereich für die Evaluation von öffentlichen Investitionen im Zentrum stehen,
- › die Wirtschaftlichkeitsrechnungen nach wie vor einen hohen Stellenwert aufweisen; die rechtlichen Vorgaben jedoch diesbezüglich relativ offen formuliert sind,
- › bereits für die vorliegenden Verfahren (Evaluation von Infrastrukturen im Verkehrsbereich EWS, Standardisierte Bewertung) Aufdatierungsbedarf besteht.

Die im Folgenden vorgeschlagenen Anwendungsbereiche knüpfen an der heutigen Praxis an. Im Vordergrund steht eine einfache und überschaubare Methodik zum Einbezug von monetarisierten Umwelteffekten in bestehende Wirtschaftlichkeitsrechnungen für insbesondere drei Bereiche:

- › Verkehrsbereich: Eine Monetarisierung ist dann hilfreich, wenn mehrere Umwelteffekte bei der Evaluation von Varianten eine Rolle spielen (z.B. Emission von Klimagasen, Luftbelastung, Lärm). Mit der Monetarisierung können einerseits die Effekte besser miteinander verglichen werden (im Rahmen einer Kostenvergleichsrechnung), andererseits die Kosten-Nutzen-Analyse aus volkswirtschaftlicher Sicht vervollständigt werden (als Grundlage für einen Variantenvergleich bzw. für die Abklärung der Zweckmäßigkeit eines Projekts). Im Zentrum steht die Evaluation von Infrastrukturanlagen und von umweltbezogenen Maßnahmen.
- › Im Energiebereich geht es vor allem um den Vergleich zwischen verschiedenen Energieträgern bzw. Anlagen zur Stromerzeugung mit Kostenvergleichsrechnungen. Mit der Monetarisierung von Umwelteffekten können auch vor- und nachgelagerte Prozesse einbezogen werden.
- › Im Gebäudebereich steht die Evaluation von Wärmesystemen und Energiesparmaßnahmen im Zentrum. Anknüpfungspunkte sind die Investitionen der öffentlichen Hand, als Teil des betrieblichen Umweltmanagements.

### **Vorbedingungen für sinnvolle Einsatzmöglichkeiten**

Generell ist anzuführen, dass der Einbezug von Umweltkosten in Wirtschaftlichkeitsrechnungen dann Sinn macht,

- › wenn die Wirtschaftlichkeitsrechnungen per se ein wichtiges Evaluationsinstrument sind. Der Blick auf die heutige Praxis und die Einsatzmöglichkeiten in Deutschland zeigt, dass dies von Gesetzes wegen gefordert wird, die Praxis aber den Ansprüchen hinterherhinkt. Wir unterscheiden volkswirtschaftliche Rechnungen (bei der Evaluation von Großinvestitionen wie z.B. Verkehrsinfrastrukturen oder Richtungsentscheidungen bei verkehrs- oder energiepolitischen Fragen) und betriebswirtschaftlichen Rechnungen (v.a. für Investitionsentscheidungen in den Gebäude- oder Flottenpark) der öffentlichen Hand.
- › wenn verschiedene Varianten zur Diskussion stehen. Die Praxis zeigt, dass der Einbezug und die Monetarisierung von Umweltkosten dann interessant ist, wenn diese einen Variantenvergleich 'zum Kippen bringen' können: Wenn also ohne Einbezug der Umweltkosten die Reihenfolge der Varianten anders ist als mit Einbezug. Die Erfahrung zeigt, dass die Monetarisierung von Umweltkosten als Optimierungsinstrument auch eine höhere Akzeptanz aufweist als für die Legitimation einer Investitionsentscheidung.
- › wenn die Umweltfolgen einfach ermittelbar sind und sich auf die Hauptbereiche Klima, Luft und Lärm beschränken. Je komplexer die Umwelteinflüsse (z.B. Toxizität von Baustoffen, chemische Reaktionen, Ökologie etc.) desto eher sind unseres Erachtens andere Methoden (z.B. die Ökopunktemethode) als Optimierungsinstrument geeigneter. Die Monetarisierung von Umweltkosten und der Einbezug in Wirtschaftlichkeitsrechnungen sollen diese bestehenden Methoden nicht ersetzen, sondern ergänzen.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die von uns vorgeschlagenen Anwendungsgebiete und Einsatzmöglichkeiten.

<b>SCHWERPUNKTE FÜR DIE ANWENDUNGSBEREICHE IN DEUTSCHLAND</b>				
<b>Anwendungsbe- reich</b>	<b>Fragestellung</b>	<b>Umwelteffekte</b>	<b>Einbettung / An- forderung an Kos- tensätze</b>	<b>Ansatzpunkte</b>
<b>Verkehrsbereich (Investitionen der öffentlichen Hand (Straße) oder öffentlich rechtlichen Institutionen (Bahn, Flughafen, Hafen))</b>				
Evaluation von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen des Bundes (BVWP) Straße-Schiene-Luft	Kosten-Nutzen-Relation von verschiedenen großen Infrastrukturvarianten (Straße, Schiene, Wasser, Luft)	Bau- und Betriebsphase, Vorprozesse - Luftbelastung - Lärm - CO <sub>2</sub> - Natur und Landschaft Lokaler Bezugspunkt	In der Regel liegen umfassende Umweltanalysen vor. Die Kostensätze müssen deshalb auf die einzelnen Umwelteffekte abgestimmt sein.	Methodische Verbesserungen der BVWP sind erforderlich. Nächste BVWP allerdings erst im Jahr 2013 geplant.
Evaluation von Verkehrsprojekten der Länder, Kreise und der Gemeinden - Straße: EWS - ÖV. Standardisierte Bewertung	Kosten-Nutzen-Relation von verschiedenen kleineren Projekten (z.B. Kapazitätsausbau, Umfahrungsstraßen, Umstellung Bahn-Bus etc.)	Betriebsphase (Bau- und Vorprozesse grob) - Luftbelastung - Lärm - CO <sub>2</sub> (Natur und Landschaft) Lokaler Bezugspunkt	In der Regel liegen nur grobe Informationen vor (z.B. Verkehrsbelastungen). Die Kostensätze müssen deshalb relativ allgemein formuliert werden.	Methodische Überarbeitung sowohl der EWS als auch der Standardisierten Bewertung in nächster Zukunft geplant. Methodische Harmonisierung erforderlich. Ansprechpartner FGSV
Evaluation von Umweltmaßnahmen im Verkehrsbereich	Maßnahmen für den Lärmschutz, Luftbelastung, Natur und Landschaft	Alle Umweltbereiche Nur teilweise lokaler Bezugspunkt	In der Regel liegen die Informationen bez. Umweltreduktionspotenzialen (z.B. in Emissions-einheiten) vor.	Die Evaluation sollte Teil der BVWP, EWS und Standardisierten Bewertung sein. (s.o.)
Umweltmanagement im Verkehrsbereich	Entscheidungen zu Fahrzeugflotten PKW, Lieferwagen, LKW, Bus	Betrieb Verkehrsmittel und Vorprozesse - CO <sub>2</sub> - Luftbelastung Kein lokaler Bezugspunkt	In der Regel liegen die Flottenbezogenen Informationen vor (Fahrzeugtypen)	Hier sind vor allem die Kommunalen Betriebe und Verwaltungen Ansprechpartner.

<b>SCHWERPUNKTE FÜR DIE ANWENDUNGSBEREICHE IN DEUTSCHLAND</b>				
<b>Anwendungsbe- reich</b>	<b>Fragestellung</b>	<b>Umwelteffekte</b>	<b>Einbettung / An- forderung an Kos- tensätze</b>	<b>Ansatzpunkte</b>
<b>Energieanlagen (Investitionen von öffentlich-rechtlichen Institutionen)</b>				
Evaluation von großen Anlagen zur Stromerzeugung	Kostenvergleich für große Energieanlagen (verschiedene Energieträger) mit/ohne Kombination Wärmegewinnung	Bau- und Betriebsphase, vor- und nachgelagerte Prozesse - CO <sub>2</sub> - Luftbelastung - Natur und Landschaft Lokaler Bezugspunkt oder allgemeiner Richtungsentscheidung	In der Regel liegen spezifische Umweltanalysen für die direkten Auswirkungen vor.	Einflussnahme im Rahmen der UVP und des Raumordnungsverfahrens
Evaluation von Kleinanlagen	Kostenvergleich von kleinen Stromerzeugungsanlagen (Kleinkraftwerke, verschiedene Energieträger)	Bau- und Betriebsphase, vor- und nachgelagerte Prozesse - CO <sub>2</sub> - Luftbelastung - Natur und Landschaft lokaler Bezugspunkt oder allg. Richtungsentscheidung	In der Regel liegen nur grobe Informationen bez. Umweltauswirkungen vor. Im Zentrum stehen Informationen zur Energieleistung.	Einflussnahme im Rahmen der UVP und des Raumordnungsverfahrens

<b>SCHWERPUNKTE FÜR DIE ANWENDUNGSBEREICHE IN DEUTSCHLAND</b>				
<b>Anwendungsbe- reich</b>	<b>Fragestellung</b>	<b>Umwelteffekte</b>	<b>Einbettung / An- forderung an Kos- tensätze</b>	<b>Ansatzpunkte</b>
<b>Gebäudeinvestitionen (Öffentliche oder private Investitionen)</b>				
Evaluation von Wärmesystemen	Kostenvergleich von großen Anlagen zur Wärmege- winnung (verschie- dene Energieträger)	Betriebsphase, vor und nachgelagerte Prozesse - CO <sub>2</sub> - Luftbelastung	In der Regel liegen nur Informationen über die Energie- leistung vor.	Maßnahmen sollten bei den Kommunen und Ländern an- setzen, da diese Gebietskörperschaf- ten die die größte Zahl an Gebäuden verwalten: Die Kommunen und die Länder. Ansatz- punkte sollten vor allem Effizienzver- besserungen im Gebäudebestand sein (Umweltmana- gement-Systeme, Verbesserung der Energieeffizienz,
Evaluation von Stromerzeugungs- anlagen	Kostenvergleich von Anlagen zur Stromerzeugung (u.a. in Kombinati- on mit Wärmege- winnung)	Betriebsphase, vor und nachgelagerte Prozesse - CO <sub>2</sub> - Luftbelastung	In der Regel liegen nur Informationen über die Energie- leistung vor.	
Evaluation von Energiesparmaß- nahmen im Gebäu- debereich	Kostenvergleich von einzelnen Maßnahmen zur Verringerung des Wärmenergie- verbrauchs (z.B. Isolation, Fenster)	Betriebsphase, vor und nachgelagerte Prozesse - CO <sub>2</sub> - Luftbelastung	In der Regel liegen grobe Informatio- nen zu den Ener- giesparpotenzialen vor.	
Evaluation von Entscheidungen bei Elektrogeräten und -anlagen	Kosten-Nutzen- Relationen von Investitionsent- scheidungen bei Geräten und Anla- gen	Betriebsphase, vor- und nachgelagerte Prozesse	In der Regel liegen nur grobe Informa- tionen zu den Stromsparpotenzia- len vor.	Einsparmaßnah- menangesichts der hohen Rohölprei- se). Ansprechpartner: BBR, ICLEI, Lokale Agenda 21, Städte und Gemeindetag, EMAS.

**Tabelle 2** Ansatzpunkte für Internalisierung von externen Kosten.

## 4.2. KOSTENSÄTZE

### 4.2.1. GRUNDSÄTZLICHES

Bei der Anwendung von Kostensätzen ist der optimale Detaillierungsgrad zentral. Die heute angewendeten Methoden sind hier in der Regel relativ pragmatisch. Entsprechend ergibt sich ein Trade-off zwischen Genauigkeit/Wissenschaftlichkeit und Aufwand für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung. Detaillierte Wirtschaftlichkeitsrechnungen benötigen auch detaillierte Umweltanalysen, wenn eine hochgradige Differenzierung vorgenommen werden soll. Dies ist – das zeigen die Erfahrungen – oft ein gewichtiges Argument, dass aus Kosten-  
gründen auf Wirtschaftlichkeitsrechnungen verzichtet wird.



Daraus lassen sich folgende allgemeine Anforderungen an die Kostensätze ableiten:

- › Sie müssen auf die Genauigkeit der Umweltanalyse abgestimmt sein.
- › Sie müssen auf die Relevanz der örtlichen Begebenheiten Rücksicht nehmen. Diese kann lokal, regional oder national sein. Dabei stellt sich die Frage, welche Mittelwerte verwendet werden können.
- › Sie müssen die Prozesskette berücksichtigen. Je nach Evaluationsgegenstand sind vor- oder nachgelagerte Prozesse relevant.
- › Sie müssen auf die variantenspezifischen Elemente Rücksicht nehmen, um einen Bias in der Bewertung zu verhindern. Zentrale Herausforderungen sind dabei:
  - › Vergleich fossile, nukleare und erneuerbare Energiequellen: Sind die Risiken adäquat berücksichtigt? (z.B. Klimarisiken versus Nuklearrisiken).
  - › Vergleich Bahn/Straße: Ist der Stromverbrauch der Bahn richtig bewertet?

Die im Folgenden differenzierten Kostensätze nach den einzelnen Bereichen richten sich unter anderem auch nach den Möglichkeiten der Quantifizierung:

- › Wo immer möglich wird eine einheitliche Bewertungsgrundlage auf der Basis der Schätzungen von ExterneE (IER Stuttgart) verwendet. Dies gilt für die Kostensätze für einzelne Luftschadstoffe, Klimagase und Lärm. Sie werden in grober Weise nach Ortslagen differenziert.
- › Bei schwierigen Bewertungsfragen (z.B. Klimarisiken, Nuklearrisiken) werden Streubreiten angegeben (niedrige, hohe Risikoaversion).
- › Bei weiteren Bereichen (Natur und Landschaft, Wasser, Boden) werden Kostensätze aus aktuellen Studien der Schweiz verwendet (vgl. Econcept 2002, INFRAS 2005). Sie dienen als ergänzende Information.

Die Kostensätze sind jeweils in Euro<sub>2000</sub> angegeben, Annex 3 erläutert die Herleitung der Kostensätze im Detail.

#### 4.2.2. VERKEHRSBEREICH

Für die Evaluation von Verkehrsanlagen können wir zwischen detaillierten und allgemeinen Kostensätzen unterscheiden, abhängig davon, wie detailliert die Umweltanalysen für verschiedene Infrastrukturvarianten vorliegen. Wir stellen zuerst diejenigen Kostensätze vor, die bei detaillierten Analysen verwendet werden können, d.h. nach den wichtigsten Umweltbereichen. Danach zeigen wir die allgemeinen Kostensätze, falls keine detaillierten Umweltanalysen, sondern nur Verkehrsanalysen durchgeführt werden.

## Luftbelastung

Die Kostensätze richten sich nach den Emissionen von Schadstoffen. Die Exposition wird im Durchschnitt ermittelt und in vier Klassen unterteilt:

- › Innerorts (Großstadt): ca. 500.000 bis 3 Mio. Einwohner
- › Innerorts in kleineren und mittleren Städten
- › Außerorts mit kleineren Städten in der Umgebung (bis zu 20km)
- › EU25, Grenzüberschreitende Lagen: Letzterer Wert ist als Durchschnittswert zu betrachten, wenn grenzüberschreitende Projekte getätigt werden oder wenn die Informationen über die Emissionen sehr unspezifisch sind.

Innerorts (Durchschnitt) stellt den nach Fahrleistungen in Großstädten und kleinen bis mittleren Städten gewichteten Durchschnitt dar.

Luftverschmutzung	Emission in Deutschland				Emission in EU25
	Innerorts (Großstadt)	Innerorts (Stadt)	Innerorts (Durchschnitt)	Außerorts	
€/t Emission					
PM2.5 Verkehr (Auspuff)	450.000	145.000	220.000	92.000	
PM10 Verkehr (Abrieb/Aufwirbelung) 1)	180.000	58.000	88.000	37.000	
NOx (Bau- und Betriebsphase)				3.600	3.300
SO (Bau- und Betriebsphase)				5.200	3.300
NMVOc (Bau- und Betriebsphase)				1.200	870
Quelle: IER (siehe Anhang 3)					

**Tabelle 3** Kosten der Luftverschmutzung durch Verkehr in Deutschland. Die Qualität kann als gut bezeichnet werden.

1) Der Wertansatz ist unabhängig vom betrachteten Fahrzeug.

## Lärmbelastung

Für eine detaillierte Abschätzung der Lärmkostenaussage ist die Ermittlung von belärmten Personen vorzunehmen. Output sind die zusätzlich (bzw. weniger) belärmten Personen nach Dezibelklassen. Die Lärmkosten des IER stellen einen Wert für Tag und Nacht dar und schließen Gesundheitsschäden mit ein. Für die Schiene, deren Lärmbelastung nachweislich niedriger ist als bei anderen Verkehrsmitteln, wird ein Bonus von 5dB(A) eingerechnet.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> INFRAS/IWW 2001, S. 26.

Lärm	€ je exponierter Person <sup>32</sup> und Jahr		
	L <sub>eq</sub> [dB(A)]	Straße	Schiene
> 45	30	0	30
> 50	90	30	90
> 55	140	90	140
> 60	200	140	200
> 65	260	200	260
> 70	370	260	370
> 75	460	370	460

Quelle: IER (siehe Anhang)

**Tabelle 4** Lärmkosten durch Verkehr in Deutschland. Die Qualität kann als mittel bezeichnet werden.

### Klimakosten

Die Klimakosten beziehen sich auf die emittierten CO<sub>2</sub>-Emissionen und stellen marginale Schadenskosten dar.

Die Bestimmung der durch den Klimawandel verursachten Schadenskosten ist mit Unsicherheiten verbunden. Die Schadenskosten ändern sich mit der Zeit, und sind von dem eingeschlagenen Entwicklungspfad abhängig. Eine Auswertung der aktuellen Literatur zeigt, dass die Bandbreite möglicher Schadenskosten mehrere Größenordnungen aufspannt, da Unsicherheiten im Hinblick auf die Entwicklung des Klimas und der Wirkungen des Klimawandels sowie verschiedene Werturteile einfließen. Es liegt außerdem auf der Hand, dass die heutigen Integrated Assessment Modelle nur einen Teil der zu erwartenden Effekte abbilden und damit nur einen Teil der tatsächlichen Kosten des Klimawandels ausweisen können.

Nach Auswertung der vorliegenden Literatur<sup>33</sup> empfiehlt das Umweltbundesamt in seiner Methodenkonvention Sensitivitätsrechnungen unter Berücksichtigung folgender Streubreite durchzuführen:

Untergrenze:	20 € / t CO <sub>2</sub>
<b>zentraler Schätzwert:</b>	<b>70 € / t CO<sub>2</sub></b>
oberer Schätzwert::	280 € / t CO <sub>2</sub>

Trotzdem benötigt die Politik einen Richtwert zur Bewertung energie- und umweltpolitischer Maßnahmen. Nach Auswertung der vorliegenden Literatur und nach intensiver Diskussion hat sich das Umweltbundesamt entschieden, als zentralen Schätzwert 70 € / t CO<sub>2</sub> vor-

<sup>32</sup> Person, die dem jeweiligen Lärmpegel ausgesetzt ist.

<sup>33</sup> vgl. hierzu Krewitt u.a. (2006).

zuschlagen. Dieser Wert sollte daher auch für die Wirtschaftlichkeitsrechnungen öffentlicher Investitionen zugrunde gelegt werden<sup>34</sup>.

Klima	GWP*	CO <sub>2</sub> niedrig 20 € / t	CO <sub>2</sub> empfohlener Wert 70 € / t
CO <sub>2</sub>	1	20	70
CH <sub>4</sub>	23	460	1.610
NO	296	5.920	20.720
Quelle: IER (gemäß Vorgaben UBA) * gemäß IPCC 2001			

**Tabelle 5** Klimakosten in Deutschland.

### Natur und Landschaft und weitere Kosten

Für die Berechnung von zusätzlichen Kosten für Natur und Landschaft sind zunächst die Vermeidungskosten bzw. die Kosten für Ersatzmaßnahmen zu berücksichtigen, die in der Regel direkt projektrelevant sind. Sollten diese Maßnahmen noch unklar sein, so können auch allgemeine Durchschnittskostensätze verwendet werden.

Beeinträchtigung	Aktualisierte Kostensätze 2005 in €/m <sup>2</sup>
Kosten für Rückbau der versiegelten Flächen	28
Kosten für Wiederherstellung der Ökosysteme	11
Kosten Boden- und Gewässerverschmutzung	16
Weitere Kosten (Trenneffekte, etc.)	11
<b>Basis:</b> INFRAS/IWW 2004	

**Tabelle 6** Kosten für verkehrliche Beeinträchtigung von Natur und Landschaft in Deutschland. Die Qualität kann als mittel bezeichnet werden.

### Durchschnittskosten pro Fahrzeugkilometer

Liegen keine Umweltanalysen vor, sondern nur grobe Werte bezüglich Verkehrsaufkommen, so können Durchschnittskosten pro Verkehrsleistung und Fahrzeugkategorie verwendet werden. Tabelle 7 gibt die Durchschnittswerte für Luftverschmutzung und für Klima in Deutschland nach Ortslage an.

<sup>34</sup> vgl. hierzu Methodenkonvention des Umweltbundesamtes (2007), Kapitel 5.

Luftschadstoffe, CO <sub>2</sub> Cent <sub>...</sub> / Fzkm	Innerorts		Außerorts		Alle Strecken	
	CO <sub>2</sub> niedrig	CO <sub>2</sub> Empfehlung (70€/t CO <sub>2</sub> )	CO <sub>2</sub> niedrig	CO <sub>2</sub> Empfehlung (70€/t CO <sub>2</sub> )	CO <sub>2</sub> niedrig	CO <sub>2</sub> Empfehlung (70€/t CO <sub>2</sub> )
Pkw (Flotte 2005)	1,2	2,2	0,6	1,3	0,8	1,7
Diesel (Flotte 2005)	1,7	2,6	0,8	1,4	1,1	1,9
Benzin (Flotte 2005)	1,0	2,1	0,5	1,3	0,7	1,6
Bus (nur Diesel) (Flotte 2005)	17,6	23,0	6,8	10,5	11,7	16,4
Pkw (EURO IV)	1,0	2,0	0,4	1,2	0,6	1,5
Diesel (EURO IV)	1,2	2,0	0,6	1,2	0,8	1,6
Benzin (EURO IV)	1,0	1,9	0,4	1,1	0,6	1,5
Bus (nur Diesel) EURO IV	10,4	15,8	4,3	8,1	7,2	12,0
Personenzug (elektrisch) (IC)					28,7	81,7
Personenzug (elektrisch) (ICE)					37,9	107,9
Lieferwagen (Flotte 2005)	2,3	3,5	1,1	2,1	1,8	3,0
Diesel (Flotte 2005)	2,5	3,7	1,2	2,2	2,0	3,1
Benzin (Flotte 2005)	1,3	2,6	0,8	1,7	1,1	2,3
Lkw (nur Diesel) (Flotte 2005)	14,1	17,9	5,6	8,6	7,0	10,4
Lieferwagen (EURO IV)	1,4	2,6	0,7	1,7	1,1	2,2
Diesel (EURO IV)	1,5	2,7	0,8	1,7	1,2	2,3
Benzin (EURO IV)	1,2	2,4	0,6	1,5	0,9	2,0
Lkw (nur Diesel) (EURO IV)	10,3	15,1	4,2	7,8	5,0	8,9
Güterzug (elektrisch)					36,2	103,0

Quelle: IER 2006 (siehe Anhang); Straßenfahrzeuge einschl. Reifen- und Bremsabrieb sowie Staubaufwirbelung

**Tabelle 7** Durchschnittliche Kostensätze im Verkehr für Luftverschmutzung und Klima.

### 4.2.3. ENERGIEBEREICH

#### Luftbelastung

Die folgende Tabelle zeigt – ähnlich wie im Verkehrsbereich – die Werte für Feuerungen als Grundlage für die Berechnung von Umweltkosten im Energiebereich.

Luftbelastung	Emission in Deutschland			Emission in EU25	Bemerkungen:
	Innerorts (Großstadt)	Außerorts	Innerorts (Stadt)		
EUR/t Emission					
PM10 (Kraftwerk)	13.000	11.000		11.000	hoher Schornstein (Emissionshöhe ab 100 m)
PM10 (Industrie)	20.000	11.000		11.000	mittlere Schornsteinhöhe (ca. 80 m)
PM10 (Kleinfeuerung)	100.000	20.000	36.000		niedrige Schornsteinhöhe (ca. 5 bis 50 m)
NOx	3.600			3.300	
SO2	5.200			3.300	
NMVOC	1.200			870	
Quelle: IER (siehe Anhang)					

**Tabelle 8** Kosten für Luftverschmutzung durch Energieerzeugung in Deutschland.

### Klima

Die Klimakosten beziehen sich ebenfalls wie im Verkehr auf die emittierten CO<sub>2</sub>-Emissionen. (unabhängig von der Quelle). Der empfohlene mittlere Schätzwert ist deshalb ebenfalls 70 € / t CO<sub>2</sub> (Bandbreite 20 bis 280 € / t CO<sub>2</sub>).

### Umweltkosten pro Leistungseinheit und Energieträger

Die folgenden Kosten pro Leistungseinheit (kwh) dienen als Grundlage für die Monetarisierung von Umweltkosten (vor allem Luftbelastung und Klima inkl. vor- und nachgelagerte Prozesse), wenn keine spezifischen Emissionsrechnungen durchgeführt werden können.

Cent / kWh	CO <sub>2</sub> niedrig	CO <sub>2</sub> (empfohlener Wert)
Braunkohle DE	3.1	8.7
Steinkohle DE	2.4	6.8
Heizöl DE	2.3	6.1
Erdgas DE	1,2	3.9
Wasserkraft DE (Laufwasser, 300 kW)	0.2	0.4
Photovoltaik DE (monokristallin, Dach, 3 kW peak)	0.4	0.8
Wind DE (onshore, 800 kW peak)	0.1	0.1
Mix DE 1 (Kernkraft = Mix ohne Kernkraft)	2,0	5.8
Mix DE 2 (Kernkraft = Braunkohle)	2.3	6.6
Bahnstrommix DE 1 (KKW = Mix ohne KKW)	1.7	4.9
Bahnstrommix DE (KKW = Braunkohle)	1,9	5.5
Mix UCTE 1 <sup>35</sup> (Kernkraft = Mix ohne Kernkraft)	1.7	4.7
Mix UCTE 2 (Kernkraft = Braunkohle, gemäss Vorgabe UBA)	2.2	6.1
Strombezug kurzfristige Nachfrage: Kohle-Mix	2,7	7,7
Strombezug langfristige Nachfrage: Zubau modernes Gas GuD-Kraftwerk	1.0	3.0
› Stromerzeugung (Durchschnitt 2000; Betrieb + vor- und nachgelagerte Prozesse, Luftschadstoffe + Klima). › Natur und Landschaft nicht berücksichtigt! › Für die Bewertung der Kernkraft sind die Streubreiten der Schätzungen sehr hoch. Es wird daher nach Vorgabe des Umweltbundesamtes auf alternative Bewertungsansätze zurückgegriffen. Mix DE 1 stellt die externen Kosten des Stromerzeugungsmix ohne IEnbeziehung von Kernkraft dar. Bei Mix DE 2 orientiert man sich an der politischen Zahlungsbereitschaft zum Ausstieg aus der Kernenergie. Danach schätzt die Gesellschaft die Risiken der Kernkraft mindestens so hoch ein wie die Umweltschäden der noch im Markt bleibenden nächst schlechteren Alternative (Braunkohle). Für die Kernkraft werden daher in gleicher Höhe externe Kosten angesetzt wie für die Braunkohle.		
Quelle: IER (siehe Anhang)		

**Tabelle 9** Umweltkosten für Stromerzeugung in Deutschland.

Da es sich bei den zu bewertenden Projekten um neue Projekte handelt, sind die zusätzlichen externen Kosten, die bei der Erzeugung der zusätzlich benötigten Strommenge entstehen, zu berücksichtigen. Soweit diese aus dem öffentlichen Netz bezogen werden, werden entweder bestehende Kraftwerke stärker ausgelastet oder langfristig – weitere Kraftwerke gebaut. Eine stärkere Auslastung wird derzeit vor allem durch Steinkohlekraftwerke erfolgen, da Braunkohle, Kernenergie, Wind und Laufwasser im Allgemeinen bereits mit voller Kapazität betrieben werden, kleine KWK-Anlagen eher nach dem Wärmebedarf fahren und große Öl- und Gaskraftwerke kaum vorhanden sind. Bei langfristiger Betrachtung kann man sich auch am Stromerzeugungsmix der in Zukunft zugebauten Kraftwerke orientieren, hier könnte Erdgas GuD, Kohle mit verbessertem Wirkungsgrad (begrenzt durch Verfügbarkeit

<sup>35</sup> Europäischer Strommix Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity" (UCTE).

von CO<sub>2</sub> Zertifikaten) sowie auch etwas Wind eine größere Rolle spielen (jedoch wegen des Ausstiegsbeschlusses nicht die Kernenergie).

Die Verwendung des Strombezugs kurzfristig/langfristig als Standard bei Strombezug sollte daher stärker herausgestellt werden. Zu argumentieren ist auch, ob durch den zunehmenden CO<sub>2</sub> -Zertifikathandel im Elektrizitätsmarkt nicht die Kosten zur Erreichung der Kyotoziele (Zertifikatpreis) bereits im Strompreis enthalten, also nicht mehr extern sind.

#### 4.2.4. GEBÄUDEBEREICH

##### Einheitskosten pro Wärme- bzw. Stromerzeugungssystem

Die folgende Tabelle zeigt spezifische Kosten pro Leistungseinheit für verschiedene Typen von Wärmeerzeugungsanlagen. Die Werte können als Energiepreiszuschläge verstanden werden, die auf die in der Wirtschaftlichkeitsrechnung berücksichtigten Marktpreise für Energie aufgeschlagen werden können.

Cent / kWh	Ohne Vorprozesse	Mit Vorprozessen	Zum Vergleich: Schweiz
Heizung Öl	2.0	2,7	2,6
Heizung Gas	1,4	2.0	1,9
Holzfeuerung (ohne Partikelfilter)	1.1	1.3	1,0
Holzfeuerung mit Partikelfilter	0.	0.4	
BHKW	0	1.4	
Wärmepumpe	0	0.6	
Biogas	1,4	1.4	
Solar thermisch	0	0.5	
Quelle: berechnet aus Tabelle 8 und Ecoinvent und CH (WIRE)			

**Tabelle 10** Umweltkosten von Anlagen zur Wärmeerzeugung (CO<sub>2</sub> empfohlener Wert).

#### 4.2.5. VERGLEICH DER KOSTENSÄTZE

Im Folgenden vergleichen wir insbesondere die generischen Kostensätze aus den in Kapitel 2 dargestellten verschiedenen Grundlagen mit den hier vorgestellten Kostensätzen von IER.



### Luftbelastung durch Verkehr<sup>36</sup>

Bei der BVWP, der EWS und der RVS orientieren sich die Kostensätze für die Luftschadstoffe am NO<sub>x</sub>. Zusätzlich werden die Kosten getrennt nach innerörtlichen und außerörtlichen Emissionen betrachtet. Da innerörtliche Kostensätze der BVWP und der EWS pro Einwohner angegeben werden, ist ein Vergleich mit IER so nicht möglich. Allerdings geben die Kostensätze der Österreichischen RVS, die sich an der EWS orientieren, Anhaltspunkte. Der Vergleich zeigt, dass die Kostensätze des IER eher das obere Ende der Skala darstellen, weil sie die innerörtlichen Werte übertreffen.

Luftschadstoffe	Ortslage	Deutschland BVWP 2003	Deutschland EWS 1997	Österreich RVS 2.22 2003	IER 2006
PM10	außerorts	0,79 Mio €/ Schadensfall	300 €/t	290 €/t	37.000 €/t
	Kleinstadt				58.000 €/t
	Großstadt			1380 €/t	180.000€/t
NO <sub>x</sub>	außerorts	365 €/t	865 €/t	763 €/t	3600 €/t
	innerorts	3,37 € je Schadstoff-Einwohner Gleichwert	23.671 € je Schadstoff-Einwohner Gleichwert	3677 €/t	
SO <sub>2</sub>	außerorts	k.A.	865 €/t	327 €/t	5200 €/t
	innerorts	k.A.	k.A.	1555 €/t	
CH	außerorts	k.A.	1298 €/t	1726	1200 €/t (NMVOC)
	innerorts	k.A.	k.A.	4455 €/t	
CO	außerorts	k.A.	2,60 €/t	3,63	k.A.
	innerorts	k.A.	k.A.	9,08 €/t	k.A.

**Tabelle 11** Vergleich unterschiedlicher Kostensätze für Luftverschmutzung durch Verkehr.

### Lärm

Die in Tabelle 12 dargestellten Kosten durch Straßen- und Fluglärm werden bei einigen Studien für Tag und Nacht getrennt angegeben. Für die wird in der Nacht eine Schwelle der Lärmbelästigung ab 40dB(A) angenommen, für den Tag liegen diese Werte bei 50dB(A). Das IER macht keine Unterscheidung zwischen Tag und Nacht und wählt als Schwellenwert 45 dB(A). Mit steigendem Lärmpegel nehmen die Kosten bei EWS, Standardisierter Bewertung und RVS exponentiell, bei INFRAS/IWW und IER linear zu. Die Wertansätze des IER liegen zwischen den Tag- und den Nachtwerten von EWS, Standardisierter Bewertung und RVS. Die Kosten sind niedriger als bei der BVWP aber höher als INFRAS IWW.

<sup>36</sup> Die Kostensätze für Luftbelastung durch Kraftwerke sind tendenziell niedriger, vgl. Tabelle 8.

€/expo- nierte Person	Deutschland EWS 1997		Deutschland Standardisierte Bewertung 2001		Österreich RVS 2.22 2003		Deutsch- land BVWP 2003	INFRAS/ IWW 2000	IER 2006
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	T+N	T+N	T+N
> 40		51		63		52	64		
> 45		72		89		74	91		30
> 50	51	102	63	126	52	105	128		90
> 55	72	145	89	178	74	148	182	47	140
> 60	102	205	126	252	105	209	257	142	200
> 65	145	289	178	357	148	296	363	236	260
> 70	205	409	252	504	209	419	514	331	370
> 75	289	579	357	713	296	592	727	425	460

**Tabelle 12** Kosten je betroffenem Einwohner für Straßen- und Luftverkehr.

### Klimawandel

Die Kostensätze für CO<sub>2</sub>-Emissionen aus existierenden Bewertungsverfahren, die aus dem Verkehrsbereich stammen, bewegen sich zwischen 205€/t und 90 €/t. Die Werte von INFRAS/IWW liegen bei 135€/t, wobei eine Bandbreite von 70 - 200€/t angenommen wird. Damit sind die vergleichbar hohen Werte der Standardisierten Bewertung am oberen Ende der Skala angesiedelt. Die Kostensätze des IER bewegen sich gemäß den Vorgaben des UBA in der Bandbreite zwischen 20 und 280 €/t mit einem empfohlenen Wert in Höhe von 70 €/t CO<sub>2</sub>.<sup>37</sup>

Deutschland BVWP 2003	Deutschland EWS 1997	Deutschland Standardi- sierte Bewer- tung 2001	Österreich RVS 2.22 2003	INFRAS/IWW 2000	Schweiz (Verkehr)	Umweltbun- desamt
205 €/t	92 DM/ t	231 €/t	90 €/t	135 €/t	20 - 75 €/t (kurz- und langfristige Betrach- tung)	70 €/t (Bandbreite 20 - 280 €/t CO <sub>2</sub> )

**Tabelle 13** Klimakostensätze pro Tonne CO<sub>2</sub> aus verschiedenen Studien.

### Spezifische Kostensätze Verkehr

IER 2006 berechnet die externen Kosten für Luftschadstoffe und CO<sub>2</sub> bezogen auf die Fahrzeugkilometer. Ein Vergleichswert liefert die Schweiz in einer bisher unveröffentlichten Untersuchung aus dem Jahr 2005. Das IER berechnet die externen Kosten für die Pkw Flotte

<sup>37</sup> Gemäß Methodenkonvention wird eine Bandbreite von 20 bis 270 €/t vorgeschlagen; mit 70 €/t als empfohlenem Wert.

in einer Größenordnung von 1,7 Cent/Fzkm. Die Schweizer Werte liegen mit 2,0 Cent/Fzkm etwas höher. Größer ist der Unterschied bei den LkW, die beim IER bei etwa 10 Cent/Fzkm liegen, während in der Schweiz diese Kostensätze durchschnittlich bei 19,3 Cent liegen. Umgekehrt verhält es sich mit den Kostensätzen im Personenverkehr auf der Schiene: 23,5 Cent/Fzkm betragen die durchschnittlichen externen Kosten in der Schweiz. In Deutschland gibt es eine große Bandbreite zwischen 28,7- 107,9 Cent. Güterzüge sind nicht vergleichbar, weil nur elektrisch betriebene Züge in Deutschland bewertet wurden.

Luftschadstoffe, CO <sub>2</sub>	IER 2006		Vergleich: Schweiz
	CO <sub>2</sub> niedrig	CO <sub>2</sub> empfohlener Wert	
Pkw (Flotte 2005)	0,8	1,7	2,0
Personenzug (elektrisch) (IC)	28,7	81,7	23,5
Personenzug (elektrisch) (ICE)	37,9	107,9	
Lkw (nur Diesel) (Flotte 2005)	7,0	10,4	19,3
Güterzug (elektrisch)	36,2	103,0	135,8
Die Werte für die Schweiz (zum Vergleich) sind aus INFRAS/Ecoplan 2005.			

**Tabelle 14** Vergleich der spezifischen Kostensätze im Verkehr für Luftverschmutzung und Klima.

### Spezifische Kostensätze Gebäudebereich

Obwohl die Werte für die Schweiz älteren Datums sind, sind sie in einer ähnlichen Größenordnung wie die in Tabelle 10 präsentierten. Relevant ist hier, wie die Vorprozesse berücksichtigt werden.

### Fazit

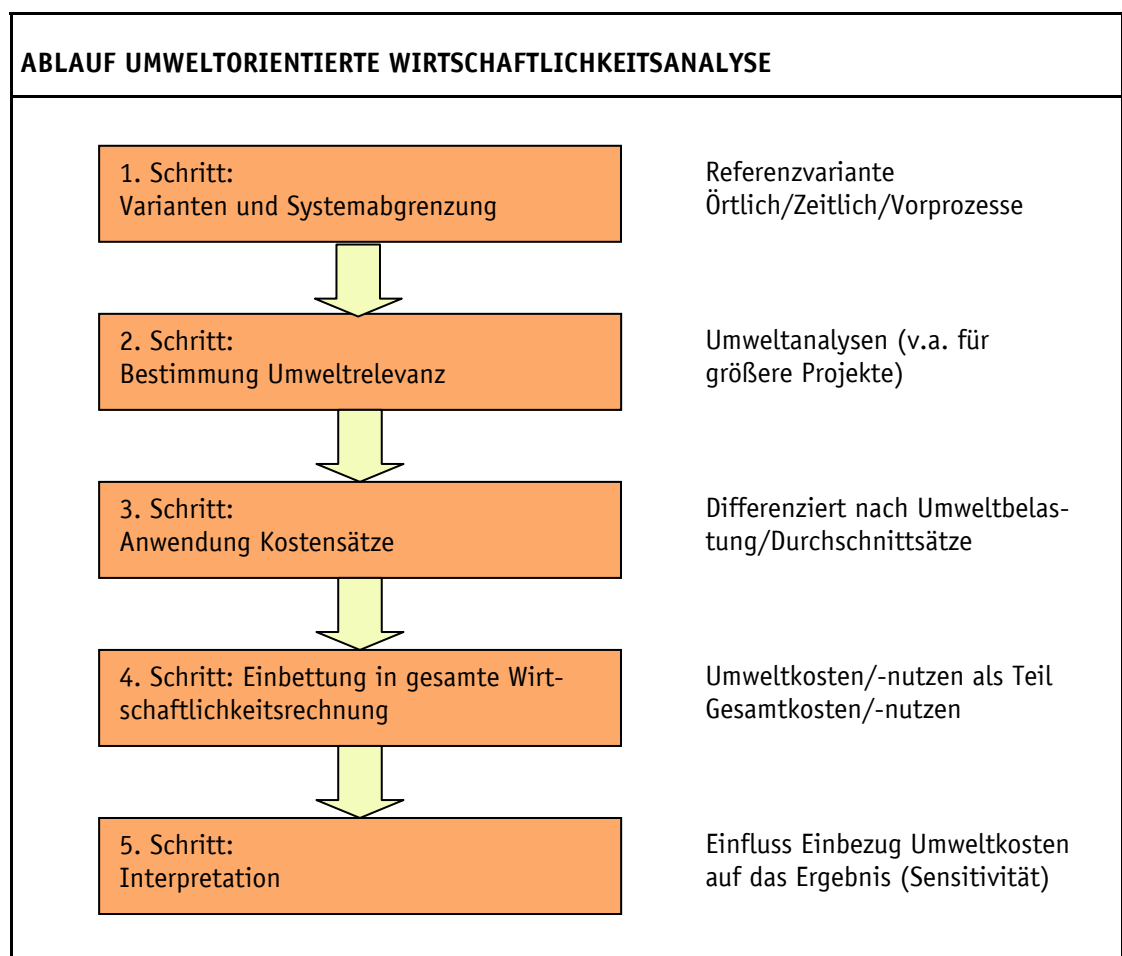
Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass viele Kostensätze älteren Datums nicht mehr als aktuell bezeichnet werden können. Am deutlichsten wird dies im Verkehrsbereich sichtbar.

- › Bei den Luftschadstoffen betrachten die älteren Empfehlungen die Stickoxide als Hauptschadstoff. Heute ist dies eindeutig PM10 oder PM2.5. Dies hat einen großen Einfluss auf die Einschätzung von Dieselantrieben bzw. von Holzfeuerungen, die tendenziell einen hohen Partikelaustritt haben, wenn sie nicht mit Partikelfilter ausgerüstet sind.
- › Im Lärmbereich sind die Kostensätze vergleichbar. Die bisherige Differenzierung zwischen Tag und Nacht wird jedoch nicht mehr vorgenommen.
- › Bei der Klimabelastung werden immer Streubereiche relevant sein. Die verschiedenen Werte sind in einer ähnlichen Größenordnung.

- › Es gibt einen erheblichen Harmonisierungsbedarf bei den verkehrlichen Bewertungen EWS, Standardisierte Bewertung und BVWP.

### 4.3. ABLAUF DER WIRTSCHAFTLICHKEITSANALYSE

Die folgenden Schritte verdeutlichen das konkrete Vorgehen bei der Einbettung der Kostensätze in der Wirtschaftlichkeitsrechnung.



**Figur 2** Bei den konkreten Schritten ergeben sich Unterschiede zwischen den verschiedenen Analysegegenständen (Verkehr, Energie, Gebäudebereich; Großprojekte mit vielen Informationen, Kleinprojekte mit wenig Informationen).

#### Schritt 1: Varianten und Systemabgrenzung

- › Klärung des Referenzfalls („Ohne-Fall“)
- › Klärung der zu untersuchenden Varianten z.B.

- › verschiedene Linienführungen für Verkehrsinfrastrukturen; Einbezug alternativer Verkehrsträger,
- › verschiedene Energieträger und –Systeme, Energieeinsparungen durch Effizienzverbesserungen
- › verschiedene Wärmeerzeugungssysteme, Wärmedämmmaßnahmen und Stromerzeugungsanlagen in Gebäuden.
- › Klärung der Systemabgrenzung:
  - › Räumliche und zeitliche Abgrenzung: Zentral ist die Festlegung der räumlichen Grenzen für die Anwendung von Kostensätzen. Genügen beispielsweise allgemeine Durchschnittssätze für Deutschland oder müssen spezifischere Kosten berechnet werden?
  - › Im Verkehrsbereich ist bei der räumlichen Abgrenzung zudem zu fragen, welches Verkehrsnetz zu berücksichtigen ist.
  - › Zu prüfen ist insbesondere die Frage der Stromproduktion: Aus welchen Quellen stammt der Strom? Welcher Strommix muss gewählt werden? Welche vor- und nachgelagerten Prozesse müssen in die Betrachtung einbezogen werden?

### **Schritt 2: Bestimmung der Umweltrelevanz**

Bei diesem Schritt ist zu entscheiden, auf welchen Informationen die Kostensätze anzuwenden sind.

- › Wie liegen die Umweltanalysen vor? Wie differenziert sind die Aussagen?
- › Können Standard- bzw. Referenzobjekte definiert werden, die eine grobe Einschätzung der Umweltrelevanz erlauben?
- › Welche Umweltbereiche stehen im Zentrum? Gibt es auch Umweltbereiche, die nicht mit allgemeinen Kostensätzen monetarisiert werden können und weitere Umweltanalysen einzubeziehen sind?
- › Ist die Umweltrelevanz auf mehrere monetarisierbare Belastungen ausgewiesen? Lohnt sich eine Monetarisierung oder können auch einfachere Kosten-Wirksamkeitsanalysen durchgeführt werden?

### **Schritt 3: Anwendung der Kostensätze**

Je nach Fragestellung, Abgrenzung sind die oben dargestellten Kostensätze zu spezifizieren. Denkbar sind hier auch Zwischenrechnungen oder spezifische Annahmen, die die Anwendung der Kostensätze vereinfacht:

- › Bei großen Verkehrs- und Energieanlagen: Anwendung der Kostensätze auf die vorliegenden Umweltbelastungen,
- › Bei kleineren Verkehrs- und Energieprojekten: Anwendung der Kostensätze auf die veränderten Verkehrsleistungen bzw. Energieverbräuche,
- › Bei Gebäudeinvestitionen: Anwendung der Kostensätze auf die einzelnen Anlagentypen (allenfalls unterscheiden von Größenklassen).

#### **Schritt 4: Einbettung in gesamte Wirtschaftlichkeitsrechnung**

Bei diesem Schritt sind der Analysegegenstand und die Methode zu differenzieren. Sie variieren in Abhängigkeit der Projektgröße und der Art der Umweltinvestition.

- › Großprojekte Verkehr: Im Verkehrsbereich steht eine umfassende Wirtschaftlichkeitsrechnung (volkswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Analyse für verschiedene Linienführungsvarianten) im Zentrum. Die Berechnung der Umweltkosten und –nutzen auf Basis detaillierter Umweltanalysen kann direkt als Kosten- bzw. Nutzenbestandteil in die Wirtschaftlichkeitsrechnung eingebaut werden. Eine eigenständige Umweltrechnung ist deshalb kaum sinnvoll. Denkbar ist aber, dass spezifische Umweltschutzmaßnahmen (z.B. eine unterirdische Linienführung aus Umweltschutzgründen) bezüglich Kosten und Umweltnutzen für die Projektoptimierung einzeln betrachtet werden (Zusatzkosten versus Umweltnutzen).
- › Großprojekte Energie: In der Regel werden ebenfalls Wirtschaftlichkeitsrechnungen für Anlagen im Energiebereich durchgeführt. Im Rahmen der UVP werden Umweltanalysen erarbeitet. Der Einbezug von Umweltkosten kann über die Kostensätze pro Energieeinheit und Kraftwerktyp erfolgen. Interessant ist der Einbezug der Umweltkosten insbesondere dann, wenn unterschiedliche Energieoptionen geprüft werden.
- › Kleinere Projekte Verkehr und Energie: Im Vordergrund stehen Kostenvergleichsrechnungen (ohne/bzw. mit Umweltkosten) für die Infrastrukturen. Grundsätzlich ist auch hier die Einbettung in die Gesamtrechnung wichtig, allerdings auf größerem Niveau. Denkbar sind ebenfalls spezifische Kostenvergleichsrechnungen für Umweltalternativen.
- › Gebäudebereich: Hier kann sich die Wirtschaftlichkeitsrechnung auf einen Kostenvergleich beschränken. Die Umweltkosten können als Zuschläge auf Energiepreise pro kWh ausgedrückt werden, wenn verschiedene Investitionen (Heizanlage, Wärmedämmung etc.) miteinander verglichen werden.
- › Kosten und Nutzen von spezifischen Umweltmaßnahmen in den einzelnen Bereichen. Für den Fall, dass sich im Rahmen einer KNA keine Änderungen der Kosten- und Nutzenstruk-

tur ergeben, können reine umweltorientierte Wirtschaftlichkeitsrechnungen vorgenommen werden.

#### **Schritt 5: Interpretation**

- › Großprojekte: Was ist der Einfluss des Einbezugs der Umweltkosten auf die Wirtschaftlichkeit des Gesamtprojekts: Ergeben sich große Änderungen bei der Beurteilung? Schneiden umweltfreundliche Varianten spürbar besser ab?
- › Kosten-Nutzen-Relation von umweltorientierten Maßnahmen: Ergeben sich positive Ergebnisse (d.h. übersteigen die Nutzen der umweltorientierten Maßnahmen die möglichen Mehrkosten)?
- › Wie sensitiv ist das Ergebnis bezüglich Variationen durch Einbezug von Streubreiten bei Umweltrisiken? Hat die Wahl der Kostensätze einen Einfluss auf das Ergebnis?

## 5. VERTIEFUNGSBEISPIEL: ENERGIESPARMAßNAHMEN IM GEBÄUDEBEREICH

### Ziel und Fallbeispiel

Mit dem Vertiefungsbeispiel für Energiesparmaßnahmen im Hochbaubereich soll illustriert werden, welche Konsequenzen die Berücksichtigung von externen Kosten bzw. deren Reduktion im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsanalyse eines Investitionsvorhabens hat. Hierzu werden geeignete Elemente des Fallbeispiels hervorgehoben und mit einer Ergänzungsrechnung im Sinne des Vorgehens, das in Abschnitt 3.3.1 paraphrasiert worden ist, überprüft.

Bei dem Fallbeispiel handelt es sich um ein Wirtschafts- und Betreuungsgebäude für die deutsch-französische Brigade in der Kaserne Foch am Standort Donaueschingen. Bauherren sind die Republik Frankreich und die Bundesrepublik Deutschland. Die konkrete Projektsteuerung liegt auf deutscher Seite beim Staatlichen Hochbauamt Freiburg.<sup>38</sup> Die Baumaßnahme steht unmittelbar vor dem Abschluss.

Der Neubau des Wirtschafts- und Betreuungsgebäudes gliedert sich in ein Untergeschoss mit vorgelagertem Hof sowie einen darüber angeordneten zweigeschossigen, rechteckigen Baukörper mit aufgesetztem Dachaufbau für haustechnische Anlagen. Die Konstruktion besteht aus einem massiven Kern und einem umlaufenden Stahlbetonskelett mit vorgehängter Fassade. Die Anordnung der Nebenräume im Kern ermöglicht große und natürlich belichtete Ebenen, auf denen die unterschiedlichen Funktionen verteilt sind. Das Bauwerk vereint vielfältige Nutzungen unter einem Dach, neben der Hauptaufgabe für die Verpflegung zu sorgen, enthält es unter anderem Räume für die soziale Betreuung, Kiosk, Bazar, Friseur, Kegelbahn und Sauna. Der Komplex soll so zur zentralen Anlaufstelle für zweitausend Soldaten werden. Die Gesamtinvestitionen werden in der Planung mit 15,64 Mio. € veranschlagt.

### Energiekonzeption

Die umfassende Energiekonzeption wurde gemäß des BMVBS-Leitfadens für nachhaltiges Bauen geplant; so erhalten zum Beispiel die Speisesäle und der Heimbereich eine natürliche Lüftung und Belichtung. Die Heizlast und die CO<sub>2</sub>-Bilanz sind gegenüber einem konventionell errichteten Gebäude deutlich günstiger, was auch eine deutliche Senkung der Betriebskosten ermöglicht. Wegen seines Energiekonzepts ist das Gebäude schon in der Bauphase

<sup>38</sup> Dieses hat freundlicherweise die nachfolgend wiedergegebenen Daten zur Verfügung gestellt.



vom Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Wohnungswesen im Rahmen der Ausstellung „Nachhaltiges Bauen – eine Zwischenbilanz für Bundesbauten“ prämiert worden.

Neben vielen anderen umgesetzten Maßnahmen zur aktiven und passiven Energieeinsparung umfasste die ursprüngliche Planung als Option auch eine 500-qm-Photovoltaikanlage auf dem Dach der Technik-Zentrale. Diese Anlage und die hierfür durchgeführten Wirtschaftlichkeitsanalysen sollen hier als Beispiel dienen, um die Integration einer einfachen Externe-Kosten-Rechnung zu illustrieren. Dabei wurde eine Photovoltaikanlage *nicht* wegen spezifischer Klima- oder sonstiger Umweltgesichtspunkte gewählt, sondern wegen ihrer Anschaulichkeit und Transparenz in der Wirtschaftlichkeitsanalyse. Denn grundsätzlich muss neben einer geplanten bzw. umgesetzten Lösung zur Energieeinsparung und EK-Reduktion auch immer eine „konventionelle“ Referenzanlage kalkuliert werden. Bei dem Beispiel – wie bei den meisten Bundesbauten – handelt es sich um ein großes und komplexes Gebäude, wobei sich diese Vielschichtigkeit auch auf die Nachhaltigkeitsaspekte der Immobilie erstreckt. D.h. der Praxis fehlt es oft an der Einfachheit, die für ein illustratives Fallbeispiel notwendig ist. Aus diesem Grund beschränken wir uns hier auf die Photovoltaik, da dort die Referenzsituation einfach im Fremdbezug am Strommarkt liegt.

### **Betriebswirtschaftliche Rechnung**

Die als Option geplante PV-Anlage sollte bei 500 qm Fläche eine Nennleistung von 50 kW<sub>peak</sub> aufweisen. Bei einem in dieser Lage zu erwartenden durchschnittlichen Elektrizitätsertrag von 850 kWh/kW<sub>peak</sub> im Jahr wäre eine Elektrizitätserzeugung von 42.500 kWh/a möglich. Auf dieser Basis wurde von einem externen Gutachter im Februar 2003 eine Wirtschaftlichkeitsberechnung als Kostenvergleichsrechnung durchgeführt. Dabei wurde eine Anlage kalkuliert, die mit 6.000 €/kW<sub>peak</sub> insgesamt Investitionskosten von 300.000 € verursacht hätte. Der Gutachter errechnete mit einem angenommenen Finanzierungszinssatz von 5% und mit der Annahme einer zehnjährigen Finanzierungszeit eine Annuität von 38.851 €/a, was zu Gesamtfinanzierungskosten von 388.514 € führt. Die jährlichen Kosten für Wartung, Versicherung, Zählermiete usw. werden mit anfänglich 3.000 € veranschlagt. Bei einer Nutzungsdauer von 30 Jahren und einer angenommenen Teuerungsrate von 3% p.a. kommen noch einmal Betriebskosten von zusammen 105.516 € hinzu. Die addierten Gesamtkosten der Anlage für die Kostenvergleichsrechnung werden folglich mit 493.529 € veranschlagt.

Dem wurde vom Gutachter der Fremdbezug derselben Elektrizitätsmenge am Markt gegenübergestellt: 42.500 kWh/a zu einem anfänglichen Preis<sup>39</sup> von 0,20 €/kWh führen über dreißig Jahre und bei einer durchschnittlichen Teuerungsrate von 3% zu addierten Strombezugskosten von 297.544 €. Dieser Betrag liegt um 195.985 € unter den kalkulierten Gesamtkosten einer PV-Anlage. Aufgrund dieser Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde entschieden, auf die Anlage zu verzichten.

Dieses Ergebnis bestätigt sich, wenn man anstelle der einfachen Kostenvergleichsrechnung eine Kapitalwertvergleichsrechnung durchführt, wie sie im Immobilienbereich – vor allem bei größeren Vorhaben – nach Maßgabe der Arbeitsanleitung „Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen“ (RdSchr. d. BMF vom 31. August 1995) das angemessenere Verfahren ist. Da das Kapitalwertverfahren auch von der Sachlogik her dem Ergänzungstools „Externe Umweltkosten“ am nächsten ist, wird die Wirtschaftlichkeitsberechnung noch einmal kurz in diesem Rahmen dargestellt. Das Kapitalwertverfahren unterscheidet sich von der oben dargestellten Kostenvergleichsrechnung in zwei Aspekten: Zukünftige Ein- und Auszahlungsströme werden auf die Gegenwart abdiskontiert und zu einem Gegenwartswert addiert. So wird vermieden, dass – wie in der Kostenvergleichsrechnung geschehen – 1 Euro heute und 1 Euro in dreißig Jahren gleichgesetzt wird. Die Diskontierung erfolgt über einen zentralen, vom Bundesministerium der Finanzen vorgegebenen Diskontsatz, der sich an den Refinanzierungsbedingungen des Bundes am Wertpapiermarkt orientiert. Er beträgt aktuell real 3,5% p.a. (nominal 4,3% p.a.).<sup>40</sup> Außerdem wird die Kapitalwertrechnung in realen Preisen durchgeführt, wodurch sich eine Berücksichtigung von Teuerungsraten erübrigt.

Die Investitionssumme von 300.000 € und Betriebskosten von real 3.000 € p.a. über dreißig Jahre führen in dieser Betrachtung auf einen Kapitalwert der Gesamtausgaben für die PV-Anlage in Höhe von 345.031 €. Dem steht der Kapitalwert der Stromausgaben für 42.500 kWh/a zu real 0,20 €/kWh gegenüber, der 156.332 € beträgt. In dieser Art der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist die PV-Anlage um einen Kapitalwert von 188.698 € teurer als der Bezug von Strom am Markt.

<sup>39</sup> Hier wurde eine vorsichtige Kalkulation genutzt. Gegenwärtig kostet Strom für Geschäftskunden in Donaueschingen (ohne besondere Großabnehmerrabatte o.ä.) rund 15-18 Ct/kWh (z.B. „EnBW AktivProf“: 16,15 Ct/kWh).

<sup>40</sup> BMF-Schreiben II AS 3 – H 1012 – 10 – 11/05 vom 8.11.2005.

<b>REIN BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE WIRTSCHAFTLICHKEITSRECHNUNG</b>			
	PV-Anlage	Strombezug am Markt	Differenz
Kostenvergleichsrechnung	493.529 €	297.544 €	195.985 €
Kapitalwertrechnung	345.031 €	156.332 €	188.698 €

Tabelle 15

### Einbezug der Umweltkosten

Angesichts so massiver betriebswirtschaftlicher Kostenunterschiede erscheint es von anfang an fraglich, ob die ergänzende Einbeziehung von externen Umweltkosten durch das in Abschnitt 3.3.1. entworfene „Ergänzungstool“ dazu führen könnte, dass sich die Vorteilhaftigkeitsrechnung doch noch zugunsten einer Photovoltaikanlage wendet. Doch gleichgültig, ob dies nicht passiert oder nicht – nur unter Einbeziehung der externen Umweltkosten ist die Rechnung in dem Sinne vollständig, dass alle gesamtwirtschaftlich und damit für den Staat entscheidungsrelevanten Kosten berücksichtigt werden. Natürlich muss eine solche Rechnung nicht „automatisch“ dazu führen, dass die umweltfreundlichere Option auch die gesamtwirtschaftlich kostengünstigere ist.

Zur Berechnung der externen Umweltkosten werden die in Kapitel 4 dargestellten Kostensätze herangezogen. PV-Anlagen werden entsprechend mit externen Umweltkosten 0,8 Ct/kWh („CO<sub>2</sub> empfohlen“) veranschlagt (vgl. Tabelle 9). Elektrischer Strom, der am Markt bezogen wird, verursacht externe Umweltkosten, die wir hier mit dem nach Maßgaben von „Mix DE 2“ mit 6,6 Ct/kWh („CO<sub>2</sub> empfohlen“) berechnen. Für das Zielbenchmark „CO<sub>2</sub> empfohlen“ wird folgerichtig der in der Methodenkonventionen für empfohlene Diskontsatz von 1,5% genutzt. Die Berechnung erfolgt mit der oben für die kritischen Investitionskosten dargestellten einfachen Formel (vgl. Abschnitt 3.3.1).

<b>GESAMTKOSTENRECHNUNG: KOSTEN-KAPITALWERT PLUS EXTERNE UMWELTKOSTEN</b>			
	PV-Anlage	Strombezug am Markt	Differenz
Betriebswirtschaftliche Kosten (Kapitalwert)	345.031 €	156.332 €	188.698 €
EK CO <sub>2</sub> empfohlen	8.165 €	67.364 €	- 59.199 €
<b>Gesamtkosten</b>	<b>353.196 €</b>	<b>223.696 €</b>	<b>129.499 €</b>

Tabelle 16

Tatsächlich hätte im gewählten Fallbeispiel auch eine Einbeziehung der externen Umweltkosten zu keiner anderen Entscheidung geführt als die Betrachtung allein der betriebswirt-

schaftlichen Kosten. Dies mindert allerdings in keiner Weise die Notwendigkeit der Berücksichtigung von externen Umweltkosten. Wie deutlich wird, beeinflussen die externen Kosten die Gesamtkosten gerade des konventionellen Strombezugs massiv. In der dargestellten Option bewirken sie einen Aufschlag von 43% auf die betriebswirtschaftlichen Kosten.

Wie deutlich geworden ist, bietet ein Ergänzungstool „Externe Umweltkosten“ einen einfachen und transparenten Weg, um neben den betriebswirtschaftlichen Kosten auch die gesamtwirtschaftlich bedeutsamen externen Umweltkosten in den Hochbau-Investitionsentscheidungen der öffentlichen Hand zu berücksichtigen. Was hier für das anschauliche Beispiel von Photovoltaikanlagen gezeigt worden ist, gilt gleichermaßen auch für Vergleichsrechnungen komplexerer Anlagen und Immobilien. Die zunehmende Komplexität liegt dort vor allem bei den – auch heute schon erforderlichen – aufwändigeren *betriebswirtschaftlichen* Rechnungen. Das EK-Ergänzungstool dagegen bleibt zumeist in der hier dargestellten einfachen Form.

## 6. FOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

### Anknüpfungspunkte

- › Die Auswertung der bestehenden Erfahrungen hat gezeigt, dass eine Berücksichtigung von Umweltkosten praktiziert wird und dann erfolgreich ist, wenn einfache und standardisierte Verfahren vorgeschlagen werden. Im Zentrum stehen die Evaluation von Infrastrukturanlagen und die Evaluation von Energieanlagen für Gebäude. Die Wirtschaftlichkeitsrechnungen sind aber einzubetten in entsprechende Gesamtevaluationen, um den Aufwand gering zu halten.
- › In Deutschland ist die Internalisierung der externen Kosten im Verkehrsbereich am besten entwickelt und hat dort auch eine lange Tradition. Dennoch sind die verschiedenen Bewertungsverfahren EWS, Standardisierte Bewertung und BVWP nicht harmonisiert und bedürfen dringend einer Überarbeitung. Hier besteht seitens des UBA die Möglichkeit, aktiv bei der in nächster Zukunft zu erwartenden Diskussion mitzuwirken. Ansprechpartner ist die FGSV.
- › Weniger verbreitet ist dagegen ein Flottenmanagement der Fuhrparks öffentlicher Haushalte. Angesichts der Größe kommunaler Fuhrparks könnte die Einbeziehung externer Kosten zu erheblichen Verringerungen von Umwelteffekten beitragen.
- › Im Bereich von energiepolitischen Entscheidungen ermöglicht der Einbezug der Umweltkosten einen transparenten Vergleich unterschiedlicher Stromerzeugungsoptionen.
- › Im Bereich der Gebäudewirtschaft ergibt sich aus der Sicht der Verfasser das größte Potential, in Zukunft externe Kosten zu internalisieren. Dabei handelt es sich weniger um Neubauten, als die Verbesserung bestehender Gebäude (Sanierungen) durch Energieeinsparmaßnahmen, Verbesserung der Energieeffizienz und durch Errichtung hauseigener Energieproduktion.

### Motivationselemente

- › Angesichts der momentanen und zukünftig zu erwartenden hohen Preise für Rohöl (10 Jahres Prognose: 50-60 US\$/Barrel) hat eine Verbesserung der Energieeffizienz öffentlicher Gebäude neben Umweltwirkungen auch erhebliche Einsparungen zur Folge. Die Perspektive einer Entlastung öffentlicher Haushalte könnte viele Gebietskörperschaften motivieren, Umweltkosten in ihre Investitionsentscheidungen einzubeziehen, alte Entscheidungen noch einmal zu überdenken oder neue vorzuziehen.

- › Die Beispiele aus dem Ausland zeigen, dass es eine Reihe von Möglichkeiten auf dem Bereich der Anreize gibt, die kommunalen Haushalte zu diesen Schritten zu motivieren: Öffentliche Förderung, Wettbewerbe, Zertifikate, etc. Diese Anreize könnten zusammen mit dem Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, ICLEI, Lokale Agenda 21 und/oder dem Deutschen Städte- und Gemeindetag entwickelt werden.

### **Kostensätze**

- › Die in diesem Bericht dargestellten Kostensätze sind Ergebnisse aus umfangreichen Modellrechnungen und eignen sich für den Einsatz in Wirtschaftlichkeitsrechnungen. Im Zentrum stehen die Belastungen von Luftschadstoffen, Lärm und Klimagasen.
- › Die Kostensätze können als Kosten pro Einheit Umweltbelastung oder direkt umgerechnet als Kosten pro Leistungseinheit Energie oder Verkehr ausgedrückt werden. Bei der Umrechnung sind vereinfachende Annahmen (Bildung von Mittelwerten) von großer Bedeutung.
- › Die Werte können größtenteils als robust bezeichnet werden. Auf zwei Unsicherheitsbereiche ist aber hinzuweisen. Bei der Abschätzung von Klimakosten sind verschiedene Ansätze und Betrachtungsweisen möglich. Deshalb wird eine Streubreite angegeben. Der untere Wert von 20 € pro Tonne CO<sub>2</sub> eignet sich in erster Linie für eine kurzfristige Betrachtungsweise (z.B. Investitionen mit Lebensdauer von ca. 5-10 Jahren). Der empfohlene Wert von 70 € pro Tonne CO<sub>2</sub> berücksichtigt vor allem die möglichen längerfristigen Schäden. Er eignet sich als Kostensatz für langfristige Investitionen. Ein weiterer Unsicherheitsfaktor ist die Bewertung der Umweltkosten von Nuklearenergie, da die Abschätzung der Folgerisiken sehr schwierig ist. In dieser Studie wird deshalb zu den direkt berechenbaren Folgekosten ein Risikozuschlag eingeführt, der sich an den Alternativen zu Nuklearenergie orientiert (Braunkohle).
- › Die Kostensätze beziehen sich auf die heutige Situation (heutiges Belastungsniveau, aktuelle Verhältnisse in Deutschland). Es erscheint sinnvoll, die Kostensätze periodisch zu überprüfen und zu dynamisieren. Zentral ist dies dort, wo wichtige technische Entwicklungen stattfinden (z.B. Einbau von Partikelfiltern).

## Empfehlungen

Auf Basis dieser Erkenntnisse empfehlen wir folgendes:

1. Bildung eines **Arbeitskreises** Umweltkosten auf Bundesebene: In diesem Arbeitskreis soll unter Leitung des UBA mit Vertreter/innen aus BMU, BMVBS, BMF, BBR, BMBF, einzelner Länder in den Bereichen Verkehr und Energie, einzelnen motivierten Interessensvertretern (ICLEI, Agenda 21), evtl. auch Sachverständigenrat Umwelt, ein laufender Austausch erfolgen und die Anwendungsmöglichkeiten vertieft werden, um Multiplikatorwirkungen zu erzeugen.
2. **Handlungsanleitung** für den Einbezug von Umweltkosten im Allgemeinen: In Form einer Broschüre soll das Thema ‚mit der Umwelt rechnen‘ verbreitet werden. Diese Broschüre soll vor allem motivierend wirken und verschiedene Anwendungsmöglichkeiten und ‚Best Practice‘ für verschiedene Bereiche aufzeigen (Leitung UBA, Patronat Arbeitskreis).
3. Vertiefung im **Verkehrsbereich**: Eine bald mögliche Aufdatierung der standardisierten Bewertungsverfahren für Wirtschaftlichkeitsrechnungen von Infrastrukturanlagen (EWS, Standardisierte Bewertung im ÖV) ist angesichts der neuen Erkenntnisse für Umweltkosten zweckmäßig. Ansprechpartner ist das BMVBS sowie der FGSV.
4. Vertiefung **ökologische Beschaffung**: Anzustreben ist eine Ergänzung des bestehenden Handbuchs zur ökologischen Beschaffung mit den Ansätzen zur Wirtschaftlichkeitsrechnungen.
5. Vertiefung im **Gebäudebereich**: Zunächst ist es sinnvoll, den Leitfaden für Nachhaltiges Bauen mit den Informationen zur Wirtschaftlichkeitsrechnungen zu ergänzen. Anzustreben wäre die Entwicklung eines Beurteilungstools (z.B. auf Excel-Basis) für den Gebäudebereich (öffentliche Bauten auf der Ebene des Bundes, der Länder und Gemeinden) und die Prüfung an einem konkreten Projekt (z.B. mit einer Pilotgemeinde), dies in Analogie zur Praxis im Ausland (Schweiz, Österreich).

Im Rahmen eines ersten Workshops im November 2006 hat das UBA mit Vertreter/innen verschiedener Bundesministerien die Methodenkonvention und deren Anwendung diskutiert. Der Workshop zielte darauf, die praktische Nutzung der Methodenkonvention auf nationaler Ebene aufzuzeigen und Unterstützung anderer Ressorts für die Vorschläge des UBA zu gewinnen.

Übereinstimmung herrschte darüber, dass die Einbeziehung externer Umweltkosten bei öffentlichen Investitionsentscheidungen eine wichtige zusätzliche Entscheidungsgrundlage bieten kann. Andere Bewertungsverfahren (z.B. die Umweltverträglichkeitsprüfung) sollen dadurch aber nicht in Frage gestellt werden.

Die Vorschläge wurden im Wesentlichen unterstützt. Die Erarbeitung einer gut kommunizierbaren Handlungsanleitung hat dabei Priorität. Bei der Umsetzung ist auch das Gespräch (z.B. im Rahmen von gezielten Workshops) mit Entscheidungsträgern und Experten in den Kommunen zu suchen.



## ANNEX 1: FAKTENBLÄTTER ZU DEN PRAXISBEISPIELEN

<b>Sektor: Verkehr</b>	<b>Land: Deutschland</b>
<b>Titel:</b> Bundesverkehrswegeplan (BVWP)	
<b>Institution/Auftraggeber:</b> Bundesministerium für Verkehr, Bauwesen und Raumordnung	
<b>Ziel:</b> Priorisierung von Verkehrsprojekten des Bundes mit einer volkswirtschaftlichen KNA	
<b>Rechtliche Relevanz:</b> Der BVWP ist ein Investitionsrahmenplan und Planungsinstrument, jedoch kein Finanzierungsplan oder -programm. Er wird erstellt für alle Verkehrswege im Besitz des Bundes: Bundesautobahnen und Bundesstraßen, Schienenwege und Binnenwasserstraßen. Infrastrukturen im Besitz der Länder und Kommunen werden von der BVWP nicht berührt. Dazu zählen die Landes-, Kreis- und kommunalen Straßen, die See-, Binnen- und Flughäfen, sowie Güterverkehrszentren. Der BVWP wird vom Kabinett verabschiedet.	
<b>Anwendungsformen:</b> Das Bundeskabinett hat in seiner Sitzung am 2. Juli 2003 den Bundesverkehrswegeplan 2003 beschlossen. Für den Zeitraum 2001 bis 2015 ergibt sich für die drei Verkehrsträger Schiene, Straße, Wasserstraße ein Finanzvolumen in der Größenordnung von 150 Mrd. €. Vorherige Pläne wurden 1973, 1977, 1979, 1985 und 1992 erstellt. Die letzten beiden Pläne enthalten eine monetäre Bewertung der zu erwartenden Umwelteffekte der Verkehrsinvestitionen in der KNA.	
<b>Methodik:</b> Die Methodik des Erstellung des BVWP wurde nicht festgelegt, sondern baut auf seinen jeweiligen Vorgänger auf. Die KNA ist ein wesentlicher Bestandteil der Bewertung. In die KNA des BVWP 2003 fließen die folgenden Umwelteffekte ein: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lärm innerorts: Zahlungsbereitschaft auf Basis von Weinberger 1991 (54€ je Lärm-Einwohner Gleichwert),</li> <li>• Lärm außerorts: Vermeidungskosten auf Basis einer UBA Studie (Jansen 2000).</li> <li>• Abgasemissionen: Schadenskosten nach Heusch Bösefeld 1996, NO<sub>x</sub>, CO, CH, SO<sub>2</sub> (365 €/t NO<sub>x</sub>), Berechnung der Immissionen nach Bebauungssituation.</li> <li>• Krebserregende Luftschadstoffe: Schadenskosten für Stäube, Benzol als Leitschadstoff für polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). (0,79 Mio. €/Schadensfall)</li> <li>• Klimaschäden: Vermeidungskosten für 80% Reduktion bis 2050 (205 €/t), Basis der Schätzung: IWW 1998, FhG Karlsruhe 1991, Jochem 1997.</li> <li>• Innerörtliche Trennwirkungen: Zeitkosten für betroffene Anwohner (5,47 €/Person und Stunde)</li> <li>• Unfälle: Reproduktionskosten, Ressourcenausfall, Humanitäre Kosten, Verluste der Wertschöpfung (z.B. Hausarbeit), Grundlage BAST 2000.</li> </ul> <p>Die BVWP enthält neben der monetären Umweltbewertung in der KNA eine Umweltrisikoaabschätzung für ausgewählte Projekte, die qualitativ bewertet wird. Darüber hinaus wird ein Raumwirksamkeitsanalyse und eine Bewertung der städtebaulichen Effekte vorgenommen. Diese Komponenten werden in einem Punkteverfahren mit der KNA verknüpft, wobei die KNA deutlich dominiert. Das Resultat ist damit eine Nutzwertanalyse mit starkem Anteil der monetären Bewertung.</p>	

**Erfahrungen:**

Es war der politische Wille der Bundesregierung, einen hohen Anteil des öffentlichen Verkehrs zu planen. Aus diesem Grunde wurde der Modal Split als Zielvorgabe für die Prognose festgelegt und die Kosten für CO<sub>2</sub> in der Projektbewertung hoch angesetzt. Allerdings enthält der Plan weder eine Analyse, mit welchen Maßnahmen der Modal Split erreicht werden kann, noch wie die Umweltkosten dem Verkehr angelastet werden sollen. Darüber hinaus ist fraglich, welche der geplanten Investitionen aufgrund der Sparpläne für den Bundeshaushalt in dem Planungszeitraum überhaupt finanziert werden können. Schon zur Verabschiedung des Plans betrug die Finanzierungslücke 30%.

**Weiterentwicklung:**

Da der nächste BVWP momentan nicht ansteht, sind noch keine weitergehenden Überlegungen zur Änderung der Methodik gemacht worden. Es kann davon ausgegangen werden, dass das BVWP Verfahren weiterhin so fortgeschrieben wird. Das BMVBS erwägt eine Plan-UVP in das Verfahren einzuführen.

<b>Sektor: Verkehr</b>	<b>Land: Deutschland</b>
<b>Titel:</b> EWS: Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen	
<b>Institution/Auftraggeber:</b> Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen FGSV	
<b>Ziel:</b> Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für Straßen im Rahmen durch eine volkswirtschaftliche KNA	
<b>Rechtliche Relevanz:</b> Nach der Bundeshaushaltsordnung und nach dem Haushaltsgesetz sind für Maßnahmen von erheblicher finanzieller Bedeutung Kosten/Nutzen Untersuchungen erforderlich. Als Dokument liegt lediglich ein Entwurf der EWS erstellt von der Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen FGSV aus dem Jahr 1997 vor. Die EWS soll eine Aktualisierung der RAS-W (Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen) liefern. Die RAS-W wurde ebenfalls von der FGSV entworfen, aber vom Bundesverkehrsministerium als Richtlinie erhoben und für die Länder empfohlen. Für die EWS liegt bisher weder eine formelle Empfehlung des Verkehrsministeriums, noch eine Annahme als Richtlinie vor.	
<b>Anwendungsformen:</b> Trotz der fehlenden Annahme der EWS durch das Bundesverkehrsministerium wird diese jedoch in der Regel verwendet, um Variantenvergleiche oder zur Dringlichkeitsreihungen für Straßenbaumaßnahmen des Bundes, der Länder und der Kommunen durchzuführen. Eine Vielzahl von intelligenten Anwendungen und Programmierungen wurde von den Consultants entwickelt und für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in der Praxis angewandt.	
<b>Methodik:</b> Es werden die folgenden Umweltkomponenten in die KNA einbezogen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lärm: Vermeidungskosten pro Einwohner Gleichgewicht (LEG)= 85 DM/a, Zielpegel Nacht 40dB(A), Zielpegel Tag 5040dB(A),</li> <li>• Schadstoffbelastungen: Leitschadstoff NO<sub>x</sub>. Schadstoff Einwohner Gleichwert (SEG) werden über Ausbreitungsfaktoren und NO<sub>x</sub> Toxizitätsäquivalente berechnet. SEG = 47.000 DM /a</li> <li>• Klimabelastungen: Vermeidungskosten = 180 DM/ t CO<sub>2</sub></li> <li>• Trennwirkungen: Kosten für Querungen = 9,50 DM/Pers/h</li> <li>• Unfälle: Produktionsausfälle, Invalidität, Freizeitausfall, medizinische Behandlungskosten, Reparaturkosten. Unfälle mit Personenschaden: 170 T DM (Autobahn), 160 (außerorts), 71 (innerorts), 42-54 (Erschließungsstraßen). Unfälle mit Sachschaden: 19-8,2 T DM je nach Kategorie.</li> </ul> Die Preisbasis ist 1985 und wird in der Praxis auf den heutigen Preisstand in Euro umgerechnet.	

**Erfahrungen:**

Die EWS entwickelte sich in Verbindung mit der detaillierteren RAS-W zum Standardwerkzeug für die wirtschaftliche Bewertung von Straßenbauprojekten in Deutschland. Einige Umwelt-Komponenten sind mittlerweile veraltet. Die Immissionsbewertung wurde aus diesem Grunde außer Kraft gesetzt und harrt einer weiteren Überarbeitung. Bei den Unfällen wird das Fehlen der Kosten für die "humanitären Unfallfolgen" kritisiert.

**Weiterentwicklung:**

Unter Fachleuten und im Verkehrsministerium herrscht der Konsens, dass die EWS unbedingt einer Erneuerung bedarf. Im Umweltbereich sind die folgenden Anpassungen erforderlich: Aktualisierung der Unfallraten, Umgebungslärmrichtlinie (EU), Emissionsfaktoren HBEFA A 2.1,<sup>41</sup> neue Kostensätze. Das Ministerium prüft momentan auf welche Weise eine Aktualisierung vorgenommen werden kann. Denkbar sind dabei auch Ansätze in Form einer Entwicklungsplattform, die eine kontinuierliche Überarbeitung gewährleisten.

<sup>41</sup> BUWAL (2004): Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs (HBEFA), Version 2.1.

<b>Sektor: Verkehr</b>	<b>Land: Deutschland</b>
<b>Titel:</b> Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personenverkehrs mittels einer volkswirtschaftlichen KNA.	
<b>Institution/Auftraggeber:</b> Bundesverkehrsministerium	
<b>Ziel:</b>  Das Verfahren stellt eine Anleitung zur Beurteilung der gesamtwirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit (Nutzen-Kosten-Untersuchung) und der Folgekosten (Folgekostenrechnung) von Investitionsvorhaben im ÖV dar. Mit der Standardisierten Bewertung verfolgt der Bundesminister für Verkehr gemeinsam mit den Verkehrsministern der Länder das Ziel, die Entscheidungsgrundlagen für den Einsatz öffentlicher Investitionsmittel nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz zu vereinheitlichen, um die Beurteilung unterschiedlichen Vorhaben nach gleichen Maßstäben zu ermöglichen.	
<b>Rechtliche Relevanz:</b>  Mit der Verabschiedung durch Bund und Länder wurde mit Wirkung vom 01.01.2001 wurde die Neufassung der Standardisierten Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs 2001 verbindlich eingeführt. Investitionen in die Verkehrswege des ÖPNV können nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) von Bund und Ländern gefördert werden. Die Entscheidung über den Einsatz dieser Fördermittel wird auf der Basis der Standardisierten Bewertung getroffen.	
<b>Anwendungsformen:</b>  Alle Kommunen, die Mittel aus dem GVFG erhalten wollen, müssen die Standardisierte Bewertung durchführen. Zu diesem Zweck wurde von einer Reihe von Consultants Werkzeuge entwickelt, die sich als Module in kommerzielle Verkehrsmodelle integrieren lassen. Daher gibt es eine Vielzahl an praktischen Anwendungen des Verfahrens, die aber alle auf der gleichen Methodik und den gleichen (aktualisierten) Wertansätzen beruhen.	
<b>Methodik:</b>  Die folgenden Umweltkosten werden in die Berechnung einbezogen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohlendioxid-Emissionen für MIV und ÖV mit 231 €/t</li> <li>• Primärenergieverbrauch wird getrennt ausgewiesen, obwohl in den Betriebskosten enthalten.</li> <li>• Schadstoffe: Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Schwefeldioxide und Stäube werden gemeinsam bewertet. MIV: 0,34 Cent/Fzg km (innerorts) und 0, 11 Cent/Fzg km (außerorts)</li> <li>• Lärm wird detailliert berechnet nach Tag und Nacht und Örtlichkeit (Krankenhäuser, Schulen, Kurheime, Wohnsiedlungen, Kerngebiete, Mischgebiete, Gewerbegebiete). Kostensatz: 53 €/LEG</li> <li>• Unfallkosten werden über Durchschnittskosten je Fahrzeug (Pkw innerorts, Pkw außerorts Bus, Schienenfahrzeug) berechnet. Wertansätze: Tote 1,24 Mio. €, Schwer verletzte 85 T€, leicht Verletzte 3800 €.</li> </ul> Positive Umwelteffekte für den ÖV ergeben sich aus der Verlagerung des Verkehrs vom MIV auf den ÖV. Diese schlägt sich auch in der KNA nieder. Der Preisstand ist das Jahr 2000.	

**Erfahrungen:**

Für die Standardisierte Bewertung werden im regelmäßigen Turnus Aktualisierungen der Kosten- und Bewertungsansätze vorgenommen. Darüber hinaus das Verfahrenskonzept an die nach der Bahnreform entstandenen neuen Organisationsstrukturen von Verkehrsunternehmen und Aufgabenträgern des ÖPNV sowie an das erweiterte Spektrum möglicher Anwendungsgebiete angepasst.

**Weiterentwicklung:**

Die Standardisierte Bewertung steht für das Jahr 2007 zur Überarbeitung an. Dabei geht es vor allem um eine Erweiterung der betriebswirtschaftlichen Folgekosten.

<b>Sektor: Verkehr</b>	<b>Land: Schweiz</b>
<b>Titel:</b> Norm SN 641 820 „Kosten-Nutzen-Analysen im Straßenverkehr“	
<b>Institution/Auftraggeber:</b> Schweizerischer Verband für Straßenverkehr SSV	
<b>Ziel:</b>  Mit Norm SN 641 820: Kosten-Nutzen-Analysen im Straßenverkehr wird eine einheitliche und nachvollziehbare Anwendung der KNA im Straßenverkehr angestrebt. Ebenso führt die Norm zu einer Aufwandminderung und zu Erleichterungen bei der Durchführung von Kosten-Nutzen-Analysen während der Planung von Infrastrukturinvestitionen im Straßenverkehr.	
<b>Rechtliche Relevanz:</b>  Die Norm ist verbindlich. Sie ist seit 1. August 2006 in Kraft.	
<b>Anwendungsformen:</b>  Weil die Norm erst kürzlich eingeführt worden ist, liegen noch keine konkreten Erfahrungen vor. Verschiedene Kantone wenden aber ähnliche Methoden an.	
<b>Methodik:</b>  Die Norm enthält die folgenden Umweltwirkungen in der KNA: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unfälle: Immaterielle Kosten (Schmerz und Leid), medizinischen Behandlungskosten, Nettoproduktionsausfall, Wiederbesetzungskosten (Arbeitsplatz), Sachschäden, Polizeikosten, Rechtsfolgekosten und Administrativkosten.</li> <li>• Lärm: Mietzinsausfälle und Gesundheitskosten (Krankheits- und Todesfälle)</li> <li>• Luftverschmutzung: Gesundheitsschäden (Krankheits- und Todesfälle), Gebäudeschäden und Vegetationsschäden (inkl. Ernteauffälle)</li> <li>• Klimaschäden</li> <li>• Externe Kosten des Energieverbrauchs durch den Betrieb der Infrastruktur: Beleuchtung der Straße und</li> <li>• Tunnelbetrieb (Beleuchtung, Belüftung).</li> <li>• Bodenversiegelung:</li> <li>• Landschafts- und Ortsbild</li> </ul> <p>Wertangaben und Dose-Response Funktionen wurden bisher nicht festgelegt. Dafür ist eine eigene Detailnorm geplant.</p>	
<b>Erfahrungen:</b>  Da die Norm erst vor Kurzem verabschiedet worden ist, liegen noch keine Erfahrungen in der Anwendung vor.	
<b>Weiterentwicklung:</b>  Es fehlt zu den Umweltkosten eine ergänzende Detailnorm (SN 671 818), die noch entwickelt werden muss. Darin sollen enthalten das Mengengerüst und die Kostensätze sein.	

<b>Sektor: Verkehr</b>	<b>Land: Niederlande</b>
<b>Titel:</b> Onderzoeksprogramma Economische Effecten Infrastructuur (OEEI, später OIE) Untersuchungsprogramm Ökonomische Effekte der Infrastruktur, April 2000	
<b>Institution/Auftraggeber:</b> Ministerium für Transport, Öffentliche Arbeiten und Wasser zusammen mit dem Ministerium für Wirtschaftliche Angelegenheiten	
<b>Ziel:</b> Die Vereinheitlichung der Bewertungen für größere Infrastrukturprojekte, mit dem Ziel Beratern und Projektmanagern eine bessere Arbeitsbasis für ihre Bewertungsaufgaben zu geben.	
<b>Rechtliche Relevanz:</b> Auf Initiative der o.g. Ministerien wurde 1998 ein breit angelegtes Forschungsprogramm gestartet, dass für alle Infrastrukturinvestitionen bestimmt war. An der Studie waren die folgenden Institute beteiligt: AVV, BCI, CE, IOO, KPMG, MuConsult, NEI, NYFER, University of Groningen, TNO Inro, Free University Amsterdam. Die Zusammenfassung, der Guide for Cost-Benefit Analysis, wurde 2000 von CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis und dem Netherlands Economic Institute erstellt. Die Studie setzt einen methodischen Rahmen für Evaluationen, gibt aber keine konkreten Rechenverfahren oder Wertansätze.  2003 beschloss das niederländische Kabinett den Bericht als Grundlage für alle größeren Investitionsentscheidungen zu machen. Trotz dieses Beschlusses stimmte das Niederländische Parlament bisher nicht über die Frage ab. Deshalb hat die OIE bis heute keine gesetzliche Verankerung. Obwohl die Methodik nicht obligatorisch ist, wird sie heute in der Regel für Bewertungsverfahren von Großprojekten verwendet.	
<b>Anwendungsformen:</b> Die Studie besteht aus acht separaten Berichten, die sich auf die verschiedensten Fragen der Bewertung beziehen: Entscheidungsfindung, Projektwirkungen, Struktur der KNA, spezielle Forschungsfragen, Gewinne, Risikoanalyse, indirekte, externe und Verteilungseffekte. Um breite Einsatzmöglichkeiten zu sichern, bewegt sich die Studie auf allgemeinem methodischen Niveau, und ergänzt diese mit konkreten Praxisbeispielen. Konkrete Kostensätze werden nur als Beispiel aufgeführt.  Das Verfahren wird heute in der Regel bei der Bewertung von größeren Projekten, insbesondere im Verkehrsbereich angewandt. Allerdings findet die Methodik auch Anwendung bei kleineren Investitionsprojekten und bei Maßnahmen die nicht investiven Charakter haben: z.B. wurde die Konzeption eines Bildungsprogramm mit der Methodik bewertet.	
<b>Methodik:</b> Die Methodik beruht auf einer volkswirtschaftlichen KNA, die neben einer Reihe von betriebswirtschaftlichen Kriterien auch die externen Effekte in die Bewertung berücksichtigt.  In der Studie werden keine konkreten Wertansätze für die Bewertung genannt. Anstelle dessen wird auf die folgenden Kostensätze der ECMT(1998, S. 73) verwiesen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lärm: 21 € pro dB(A) pro betroffenen Anwohner, Ausgangspegel 55 dB(A)</li> <li>• Schadstoffbelastungen: 15€ pro Mikrogramm/m<sup>3</sup> Schadstoffkonzentration von PM<sub>10</sub> in der Luft (Proxi für alle Luftschadstoffe) <u>oder</u>  5€/kg NO<sub>x</sub>, zzgl. 5€/kg flüchtige Kohlenwasserstoffe, zzgl. 70€/kg Partikel</li> </ul>	



- Klimabelastungen: Vermeidungskosten 50 € pro Tonne CO<sub>2</sub>
- Unfälle: Tote 1,5 Mio. €, schwer Verletzte 200 T€, leicht Verletzte 30 T€

**Erfahrungen:**

Die Studie wurde auf einer Konferenz eröffnet, an der eine Vielzahl von Organisationen und Institute beteiligt waren. Sie führte zu einem breiten Konsens nicht nur unter den Forschungsinstituten, sondern auch in der Fachöffentlichkeit über die Notwendigkeit von KNA bei Investitionsprojekten. Allgemein wird anerkannt, dass ein besseres Verfahren für Entscheidungsprozesse entwickelt wurde. Aus diesem Grunde wird die OIE heute in der Regel verwendet, obwohl es keine gesetzlichen Vorschriften dazu gibt. Da die Methodik nicht nur betriebswirtschaftliche Komponenten umfasst, wurde aus der Abkürzung OEEI ein E gestrichen, das für ‚Economische‘ steht. Mit dem neuen Namen OEI (Overzicht Effecten Infrastructuur) wird der volkswirtschaftliche Charakter der Methodik unterstrichen.

**Weiterentwicklung:**

Seit der Veröffentlichung der Studie im Jahr 2000 wurden eine Reihe von weiteren Forschungsprojekten initiiert. Diese Aktualisierungen finden sich auf holländisch unter <http://www.minvenw.nl/cend/oei/deleidraadoei/deaanvullingen/index.aspx>. Das Forschungsinstitut CE in Delft, aktualisierte 2004 die o.g. Wertansätze der ECMT auf der Basis der INFRAS/IWW 2000 Studie zu den Externen Kosten des Verkehrs und passte diese die an die Niederländischen Gegebenheiten an<sup>42</sup>.

<sup>42</sup> VERMEULEN, J., BOON, B., VAN ESSEN, H., DEN BOER, L., DINGS, J., BRUINSMA, F. and M. KOETSE (2004): The price of transport - Overview of the social costs of transport. Delft, CE. <http://www.ce.nl/eng/index.html>.

<b>Sektor: Verkehr</b>	<b>Land: UK</b>
<b>Titel:</b> New Approach to Transport Appraisal (NATA)	
<b>Institution/Auftraggeber:</b> Department for Transport (Transportministerium)	
<b>Ziel:</b> In dem Papier „Government's White Paper on the Future of Transport“ aus dem Jahr 1998 setzte sich die Britische Regierung das Ziel, ein besseres integriertes Transport System zu schaffen, dass die Stau- und Umweltprobleme lösen sollte. Mit diesem Ziel und um ein einheitliches Bewertungsverfahren zu schaffen, wurde der „New Approach to Transport Appraisal“ (NATA) entwickelt.	
<b>Rechtliche Relevanz:</b> Das Department for Transport stellt auf seiner Website ( <a href="http://www.webtag.org.uk/index.htm">http://www.webtag.org.uk/index.htm</a> ) eine sehr detaillierte Anleitung für die Methodik von Transport Studien zusammen, die als Anforderung gelten für alle Verkehrsprojekte und Studien die eine Regierungsgenehmigung benötigen. Die Methodik wird als „best practice guide“ bezeichnet.	
<b>Anwendungsformen:</b> Die NATA wurde in einer Reihe von Studien angewandt und deren Erkenntnisse zur Weiterentwicklung der Methodik verwandt. Es handelte sich dabei um Mult-Modale Projekte, Autobahnen, lokale Verkehrspläne und Regionale Transport Strategien. Die wichtigste Anwendung war der Ten Year Transport Plan aus dem Jahr 2000.	
<b>Methodik:</b> NATA basiert im wesentlichen auf einer KNA und einer Umweltverträglichkeitsprüfung (Environmental Impact Assessment (EIA)). Nach dem bisherigen Entwicklungsstand werden in der KNA lediglich die Unfallkosten integriert.  Die folgenden Umwelteffekte werden außerhalb der KNA behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lärm</li> <li>• Lokale Luftqualität</li> <li>• Treibhauseffekte</li> <li>• Landschaft, Stadtbild und historisches Erbe</li> <li>• Biodiversität</li> <li>• Wasser</li> <li>• Physische Fitness</li> <li>• Reise Qualität (Journey Ambience)</li> </ul> Die Effekte werden nicht monetär quantifiziert und auf einem Appraisal Summary Table ATS mittels Indikatoren und Noten zusammengefasst. Beispiel Lärm: Anzahl der Liegenschaften mit wenige/mehr Lärmbelastung. Das ATS enthält darüber hinaus monetäre Bewertungen der ökonomischen Kosten und Nutzen.	
<b>Erfahrungen:</b> Nach der Veröffentlichung des White Paper legte die Britische Regierung eine Forschungsreihe auf, die zur Weiterentwicklung des NATA dienen sollte. Methodiken umfassen multimodalen Verkehr, Highways, Lokale Verkehrspläne, ÖV Verkehrssysteme, Eisenbahn, Seehäfen und Flughäfen.	
<b>Weiterentwicklung:</b> Das Verkehrsministerium plant, die Umweltkosten zu quantifizieren und in Zukunft diese Effekte im Rahmen der KNA in den NATA zu integrieren.	

<b>Sektor: Bauwesen</b>	<b>Land: Schweiz</b>
<b>Titel:</b> Hilfsmittel zu der "Empfehlung über die Wirtschaftlichkeitsrechnung (WIRE) im Immobilienmanagement des Bundes"	
<b>Institution/Auftraggeber:</b> Amt für Bundesbauten	
<b>Ziel:</b> In erster Linie bezwecken diese Empfehlungen eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und die Durchführung einer standardisierten Wirtschaftlichkeitsprüfung.	
<b>Rechtliche Relevanz:</b>  Rechtliche Grundlagen sind die Verordnung über das Immobilienmanagement und die Logistik des Bundes (VILB) vom 1.1.1999 und das Bundesgesetz über den eidgenössischen Finanzhaushalt (Finanzhaushaltsgesetz, FHG; SR 611.0) vom 6.10.1989, Stand 1.7.1995 bilden die Grundlagen dieser Empfehlungen. Diese Empfehlungen gelten für alle Neu- und Umbauten, Instandhaltungs- und Instandsetzungsprojekte sowie Mietobjekte und Provisorien im Geltungsbereich der Verordnung über das Immobilienmanagement und die Logistik des Bundes (VILB).	
<b>Anwendungsformen:</b>  Mittels eines vorgefertigten Excel Spreadsheets wird die Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen berechnet. Dabei wird die betriebswirtschaftliche Sichtweise durch die Einbeziehung externer Kosten erweitert.	
<b>Methodik:</b>  Es werden die externen Kosten für den Energieverbrauch in Gebäuden in die Wirtschaftlichkeitsberechnungen einbezogen. Dabei werden die folgenden Kostensätze angesetzt:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrizität: 5 Rp./kWh (3,2 Cent)</li> <li>• Heizöl (extra leicht): 4 Rp./kWh (2,6 Cent)</li> <li>• Erdgas: 3,0 Rp./kWh (1,9 Cent)</li> <li>• Holzschnitzel: 1,5 Rp./kWh (1,0 Cent)</li> <li>• Fernwärme k.A.</li> </ul>	
<b>Erfahrungen:</b> Gute Erfahrungen auf Bundes-, Kantons- und Gemeindeebene; breite Anwendung, die vor allem einen Einfluss auf die Evaluation von Heizsystemen bei öffentlichen Gebäuden hat (z.B. Gas anstelle von Öl, Einsatz von Holzschnitzelfeuerungen, Einsatz von Wärme-Kraft-Koppelungsanlagen).	
<b>Weiterentwicklung:</b> Aufdatierungen laufen, allerdings dezentral.	

<b>Sektor: Bauwesen</b>	<b>Land: USA; Kalifornien</b>
<b>Titel:</b> Blueprint for Sustainable State Facilities	
<b>Institution/Auftraggeber:</b> Sustainable Building Task Force	
<p><b>Ziel:</b> Der Staat Kalifornien strebt eine aggressive Reduktion des Energieverbrauchs bei öffentlichen Gebäuden an. Ziel ist es, bis 2015 die Kosten aus netzbezogenen Energieeinkäufen um 20% zu senken. Die Zielvorgabe soll durch Renovierung, Neubau und Betreiben von energieeffizienten Gebäuden erreicht werden. Zu diesem Zweck sollen kosteneffiziente Maßnahmen an den Gebäuden durchgeführt und eigene Energie erzeugt werden.</p>	
<p><b>Rechtliche Relevanz:</b> Die Verordnung Executive Order S-20-04 des Kalifornischen Gouverneurs Schwarzenegger bildet die Grundlage der Tätigkeit der Task Force.</p>	
<p><b>Anwendungsformen:</b> In Kalifornien sind die entwickelten Kriterien für nachhaltige Gebäude und Energieeffizienz mittlerweile in allen Verträgen zur Planung, zum Bau und für das Leasing von öffentlichen Gebäuden enthalten. Empfehlungen wurden an Städte und Gemeinden gegeben.</p>	
<p><b>Methodik:</b> Die Executive Order forderte einen integrierten Ansatz und eine Life Cycle Cost Analyse. Dieser Ansatz evaluiert die gesamten Kosten der Gebäudes über die Lebensdauer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau- und Planungskosten</li> <li>• Betriebskosten (Energie, Wasser, Abwasser, Recycling, u.a. Dienste)</li> <li>• Instandhaltung, Reparaturkosten, Reinvestitionen</li> <li>• Weitere Umwelt und soziale Kosten und Nutzen (Wirkungen auf Transport, Abfälle, Wasser, Energie, Infrastruktur, Arbeitsproduktivität, Emissionen etc)</li> </ul>	
<p><b>Erfahrungen:</b> Es konnten reichhaltige Erfahrungen bei Investitionsprojekten für nachhaltige Gebäude in der Höhe von 2 Mrd US\$ gesammelt werden. Das Cal/EPA Building wurde als Pilotprojekt entworfen und dient jetzt als best practice Beispiel.</p> <p>Da bisher wenig Informationen über die Kosten und Nutzen von Green Buildings existierten wurde die bisher umfangreichste Studie in Auftrag gegeben. Es wurden die folgenden Umweltkosten monetarisiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luftverschmutzung durch Energieerzeugung</li> <li>• Klimaeffekte</li> <li>• Sicherung der Wasserressourcen</li> <li>• Abfälle und Bauschutt</li> <li>• Produktivität und Gesundheit</li> <li>• Nutzen für Versicherungen</li> </ul> <p>Es wurde festgestellt, dass bei einer Investition in Grüne Gebäude von weniger als 2% ein Nutzen von 20% über die Lebenszeit des Gebäudes generiert werden kann. Die Studie entwickelte Datenerhebungsmethoden, Formate für Projektberichte und Verfahren für die KNA für neue und existierende Gebäude.</p>	
<p><b>Weiterentwicklung:</b> Es ist geplant Standards für Green Buildings und zur Energieeffizienz zu entwickeln und in dem State Administrative Manual (SAM) festzuschreiben.</p>	

<b>Sektor: Verkehr</b>	<b>Land: Österreich</b>
<b>Titel:</b> Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS) 2.22	
<b>Institution/Auftraggeber:</b> Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie bmvit ( <a href="http://www.bmvit.gv.at/">http://www.bmvit.gv.at/</a> ) Österreichische Forschungsgesellschaft Straße und Verkehr FSV ( <a href="http://www.fsv.at/">http://www.fsv.at/</a> )	
<b>Ziel:</b> Empfehlung zur Kosten-Nutzen-Analyse in standardisierter Form für den wirtschaftlichen Vergleich bei der Planung von Bundesstraßen	
<b>Rechtliche Relevanz:</b> Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS) werden vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie bmvit für verbindlich erklärt. Sie gelten für die Planung von Bundesstraßen.	
<b>Anwendungsformen:</b> Die Richtlinie RVS 2.22 ist eine Neubearbeitung aus dem Jahr 2003 der auf das Jahr 1983 zurückgehenden RVS 2.2. Sie umfasst verfahrenstechnische und methodische Weiterentwicklungen für die Planung von Bundesstraßen.	
<b>Methodik:</b> Der Planungsprozess umfasst zwei Stufen, Voruntersuchung und Vorprojekt, in denen einem KNA zum Tragen kommt. Die folgenden Umwelteffekte werden in die KNA einbezogen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lärmkosten basierend auf Zahlungsbereitschaft und Vermeidungskosten: 43,60 €/a je Einwohnergleichwert</li> <li>• Klimakosten basierend auf Vermeidungskosten: CO<sub>2</sub> 90 €/t</li> <li>• Unfälle mit Personenschaden enthalten die Kosten für Produktionsausfälle, Wohlfahrtsverluste durch Invalidität, Freizeitausfälle, medizinische Behandlungskosten, Reparaturkosten Kfz, Verwaltungskosten der Versicherungen, Rechtsfolgekosten und Polizeikosten: 40T€ (innerorts), 90 T€ (Autobahn), 80 T€ (andere außerorts)</li> <li>• Schadstoffe außerorts: CO 3,63 €/t, CH 1.726, NO<sub>x</sub> 763, SO<sub>2</sub> 327, Partikel 291 €/t innerorts: CO 9,08 €/t, CH 4.455 €/t, NO<sub>x</sub> 3677 €/t, SO<sub>2</sub> 1555 €/t, Partikel 1380 €/t</li> </ul> Preisstand 2000	

<b>Sektor: Bauwirtschaft</b>	<b>Land: Österreich</b>
<b>Titel:</b> Externe Kosten im Hochbau	
<b>Institution/Auftraggeber:</b> Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit	
<p><b>Ziel:</b> Das Forschungsprojekt "Externe Kosten im Hochbau" setzt sich mit einer umfassenden Kostenanalyse des Hochbausektors auseinander und legt seinen Schwerpunkt auf die "externen Kosten" der Bauwirtschaft. Neben der wissenschaftlichen Untersuchung werden Kostenparameter definiert und unterschiedlichen Baumaterialien zugewiesen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit möchte auf dieser Grundlage ein Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsberechnung bei Bauinvestitionen entwickeln.</p>	
<p><b>Rechtliche Relevanz:</b> Das entwickelte Programm hat bisher noch keine rechtliche Wirksamkeit, weil eine Norm noch nicht verabschiedet wurde.</p>	
<p><b>Anwendungsformen:</b> Im Rahmen des Projektes "Externe Kosten im Hochbau" wurde auch ein einfaches Berechnungsprogramm zunächst als Excel Spreadsheet entwickelt. Das Programm ist mittlerweile weiter entwickelt worden und steht jetzt als Online-Tool im Internet unter <a href="http://www.ecology.at/excoco/">http://www.ecology.at/excoco/</a> zur Verfügung. Es kann für Ausschreibungsverfahren der öffentlichen Hand verwendet werden.</p>	
<p><b>Methodik:</b> Es werden die folgenden Umweltkomponenten in die Berechnung einbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächenverbrauch</li> <li>• Errichtungskosten gesamt Baukörper und Haustechnik</li> <li>• Gebäudebetrieb gesamt Instandhaltung und Betriebsenergie</li> <li>• Rückbau/Entsorgung/Recycling Energieaufwand Abbruch/Entsorgung Deponierung Gutschrift Wiederverwertung / Recycling (mineral. Baurestmassen + sonstige Baustoffe) Gutschrift Ersparnis Deponieraum (thermische Verwertung/Recycling)</li> </ul> <p>Für jede Komponente wird ein Maximal und ein Minimalwert berechnet, der durch die Bandbreite der Schätzungen für CO<sub>2</sub>-Emissionen bedingt ist. Diese bewegt sich zwischen 25 und 62 €/t.</p>	
<p><b>Erfahrungen:</b> Das Berechnungsprogramm wurde im Rahmen des Forschungsprojektes an einem Projekt in 6922 Wolfurt/Vorarlberg angewandt. Das Neubauprojekt aus dem Jahr 1999 zeichnet sich durch eine ruhige Lage, extrem niedrigen Heizwärmebedarf (Passivhausqualität), wohnungseigene Freiräume, eine Vielzahl an Gemeinschaftseinrichtungen und hohe Nutzungsflexibilität aus. Die externen Kosten über die gesamte Lebenszeit des Gebäudes schwanken zwischen 68 T€ und 110 T€.</p>	
<p><b>Weiterentwicklung:</b> In Österreich wird momentan diskutiert, ob die Externen Kosten in eine Norm M7140 einfließen können. Diese Norm gilt für die Vergabe öffentlicher Mittel im Baubereich. Die fachlichen Grundlagen sind für die Erstellung der Norm geleistet, einige Werte und Rechenverfahren müssen jedoch noch einmal überprüft und aktualisiert werden.</p>	

## ANNEX 2: EMPFEHLUNG ÜBER DIE WIRTSCHAFTLICHKEITSRECHNUNG (WIRE) IM IMMOBILIENMANAGEMENT DER SCHWEIZ

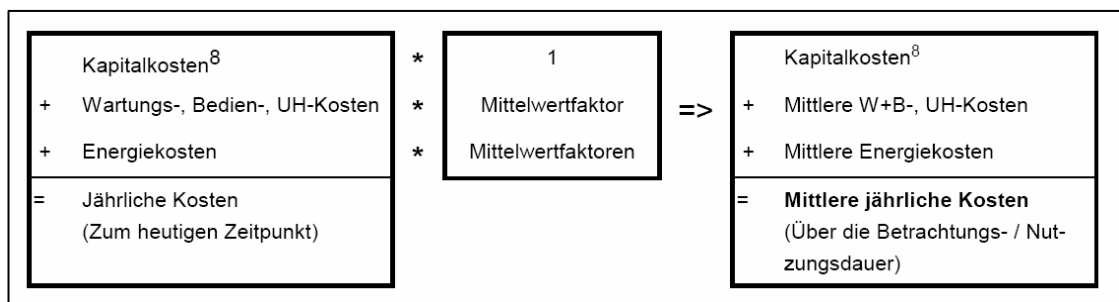
Im Juli 1997 wurden zwei EXCEL-Arbeitsmappen erstellt, die eine einfache Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Energiesystemen und Energiesparmaßnahmen erlauben. Eine Investitionsstrategie (Investitionen in Energiesysteme oder in Energiesparmaßnahmen) kann durch den Vergleich der Gestehungskosten und dem entsprechenden Energiepreis (Wärme oder Elektrizität) bei ungefähr gleicher Betrachtungs- / Nutzungsdauer anhand der Spreadsheets bestimmt werden.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung basiert auf realen Zinssätzen, d.h. realem Kalkulationszinssatz und realen Kostensteigerungen. Für die Umweltkosten wird ein Zuschlag berechnet: Ausgehend von einer erweiterten volkswirtschaftlichen Betrachtungsweise wurden Energiepreiszuschläge für die Berücksichtigung der externen Kosten definiert. Das Schweizer Amt für Bundesbauten rechnet, in Absprache mit dem Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), mit durchschnittlichen Energiepreiszuschlägen in Wirtschaftlichkeitsrechnungen. Die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Energiepreiszuschläge bilden sich aus den externen Kosten 1993 und einem Risikozuschlag. Die Werte gelten nicht mehr als aktuell und müssten in nächster Zeit aktualisiert werden, um den aktuellen Berechnungsstand widerzuspiegeln.

Elektrizität	3,2 Cent
Heizöl (extra leicht)	2,6 Cent
Erdgas	1,9 Cent
Holzschnittel	1,0 Cent
Fernwärme	k.A.

### a) **Mappe 1: Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Energiesystemen**

Mit der ersten Excel-Tabelle kann eine Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von maximal vier verschiedenen Varianten von Energiesystemen durchgeführt werden. Mit der Annuitätenmethode<sup>43</sup> werden die durchschnittlichen jährlichen Kosten (oder Erträge) einer Investition über ihre Nutzungsdauer unter Berücksichtigung der künftigen Preisentwicklung bestimmt. Von den geprüften Varianten ist diejenige die kostengünstigste, welche die niedrigsten mittleren jährlichen Kosten über die Betrachtungs- / Nutzungsdauer aufweist. Die Gesteuerungskosten geben Auskunft über die Kosten pro erzeugte kWh Nutzenergie (Elektrizität oder Wärme) für das entsprechende Energiesystem. Es werden addiert die jährlichen Kapitalkosten, die Wartungs-, Bedien- und Unterhaltungskosten und die Energiekosten. Die Berechnung der mittleren jährlichen Kosten geschieht nach dem folgenden Schema:



Die folgenden Kosten werden von dem Programm berechnet:

a) Kapitalkosten

= Investitionsausgaben x Annuitätsfaktor

b) Wartungs-, Bedien- und Unterhaltungskosten

= Pauschal und/oder prozentual vom Anlagewert

c) Energiekosten

= Energieverbrauch x spez. Berechnungspreis (Energie) + Grundgebühr

d) Wärme- und Stromgestehungskosten

Die Wertigkeit des Stroms wird geschätzt auf den Faktor 3 gegenüber Wärme

› Wärme = Mittlere jährliche Kosten / (Wärmeproduktion + 3 x Elektrizitätsproduktion)

› Elektrizität = Mittlere jährliche Kosten / (Elektrizitätsproduktion + 0,333 x Wärmeproduktion)

<sup>43</sup> Methode der Investitionsrechnung bei der die durchschnittliche Differenz von Ein- und Auszahlungen pro Periode unter Berücksichtigung des Kalkulationszinsfusses berechnet wird. Für beide Tabellen wird ein realer Zinsfuss von 2% angenommen und daher die Inflationsrate auf Null gesetzt.



In die Berechnungen fließen die folgenden Werte ein:

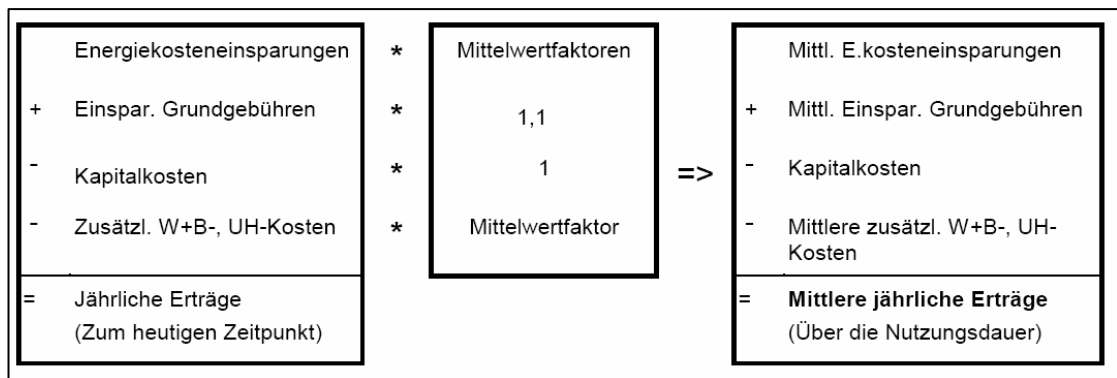
- › Energieproduktion in [kWh/a] auf der Stufe Nutzenergie  
= Energie, welche z.B. für die Raumwärme zur Verfügung steht
- › Investitionsausgaben
- › Berücksichtigung des Restwerts (von bestehenden Anlagen)  
Ein Restwert ist zu berücksichtigen, wenn beim Verkauf des Anlageteils (heutiger Zeitpunkt der Investition) ein Verkaufserlös erzielt werden kann. In diesem Fall sind die Neuinvestitionen um den Verkaufserlös zu reduzieren.
- › Zukünftige Einnahmen oder Ausgaben  
Allfällige zukünftige Einnahmen oder Ausgaben im Laufe der durchschnittlichen Nutzungsdauer müssen mit dem Realzinssatz (2,0 %) auf den Anfangszeitpunkt abdiskontiert werden.
- › Nutzungsdauer in Jahren
- › Jährliche Wartungs-, Bedienungs- und Unterhaltskosten
- › Grundgebühr pro Energieträger
- › End-Energieverbrauch pro Energieträger

### **b) Mappe 2: Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen**

Mit dem zweiten Spreadsheet kann eine vergleichende Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von verschiedenen Energiesparmaßnahmen durchgeführt werden. Dabei werden sowohl Einzelmaßnahmen als auch Maßnahmenpakete bewertet. Mit der schon oben erwähnten Annuitätenmethode werden die durchschnittlichen jährlichen Kosten einer Energiesparmaßnahme ermittelt und den durchschnittlichen Energiekosten-Einsparungen über ihre Nutzungsdauer gegenübergestellt.

Von den geprüften Maßnahmen sind diejenigen wirtschaftlich, welche positive mittlere jährliche Erträge über die Nutzungsdauer ausweisen. Als Vergleichswert wird der „äquivalente Energiepreis“ berechnet, der sich aus dem Quotienten von jährlichen Kosten und Einsparungen zusammensetzt. Er quantifiziert einerseits das Nutzen/Kosten-Verhältnis einer Energiesparmaßnahme und andererseits kann dieser auch mit den Wärme- bzw. Stromgestehungskosten im Programm verglichen werden. Daraus ist ersichtlich, ob die Investitionen besser im Bereich Energieerzeugung getätigt oder für Energiesparmaßnahmen eingesetzt werden sollen. Die eingesparten Energiekosten ermitteln sich aus den verringerten Grund-

gebühren abzüglich der Kapitalkosten und der zusätzlichen Wartungs-, Bedien- und Unterhaltungskosten. Die Berechnung der mittleren jährlichen Einsparungen geschieht - unter der Annahme eines fixen durchschnittlichen Mittelwertfaktors für die Grundgebühren-Änderungen - nach dem folgenden Schema:



Die folgenden Kosten werden von dem Programm berechnet:

a) Kapitalkosten

= Investitionsausgaben x Annuitätsfaktor

b) Energiekosteneinsparungen: Summe von

- Elektrizität = Elektrische Einsparung x Anteil pro Tarifstufe x spez. Berechnungspreis (Elektrizität)
- Wärme = Wärmeeinsparung x (Anteil Energieträger/Nutz.grad) x spez. Berechn. preis (Energieträger)
- Einsparungen von Grundgebühren

c) Jährliche Erträge

= Energiekosteneinsparungen - Kapitalkosten - Zusätzliche W+B-, UH-Kosten

d) Mittlere jährliche Erträge

= Analog c); jedoch unter der Berücksichtigung der Mittelwertfaktoren

e) Äquivalenter Energiepreis

= Mittlere jährliche Kosten/Einsparungen;

$$\text{Wärme} = \frac{(\text{Zusätzl. W+B-, UH-Kosten}) + \text{Kapitalkosten} - \text{Einsparungen Grundgebühr}}{(\text{Wärmenutzenergie-Einsparung} + 3 \times \text{Elektrizitäts-Einsparung})}$$

$$\text{Elektrizität} = \frac{(\text{Zusätzl. W+B-, UH-Kosten}) + \text{Kapitalkosten} - \text{Einsparungen Grundgebühr}}{(\text{Elektrizitäts-Einsparung} + 0,333 \times \text{Wärmenutzenergie-Einsparung})}$$

Die Wertigkeit des Stroms wird geschätzt auf den Faktor 3 gegenüber Wärme

## ANNEX 3: HERLEITUNG VON KOSTENSÄTZEN ZUR BEWERTUNG VON LUFTSCHADSTOFFEMISSIONEN UND LÄRM

*Erarbeitet durch:*

*Peter Bickel, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart*

Vorbemerkung: Wie in Abschnitt 4.2.1 erläutert, war es Ziel der Arbeiten, unmittelbar anwendbare Kostensätze nach dem aktuellen Stand des Wissens bereitzustellen. Die abgeleiteten Werte stellen generalisierte, typische Werte dar, die allerdings von den Werten in speziellen realen Situationen stark abweichen können. Aus diesem Grund sind für konkrete Strecken bzw. Standorte detaillierte, ortsabhängige Analysen durchzuführen.

### 1. EXTERNE UMWELTKOSTEN DURCH LUFTSCHADSTOFFEMISSIONEN

Die Kosten durch Luftschadstoffemissionen wurden auf Basis des Wirkungspfadansatzes ermittelt. Es wurden zunächst die Kosten je Tonne Schadstoffemission abgeleitet. Diese Kostensätze lassen sich für detaillierte Umweltanalysen verwenden, in deren Rahmen die Schadstoffemissionen geschätzt werden. Darauf aufbauend wurden mittels durchschnittlicher Emissionsfaktoren für den Verkehr und die Stromerzeugung allgemeine Kostensätze ermittelt, die für Überschlagsrechnungen geeignet sind.

#### **Der Wirkungspfadansatz**

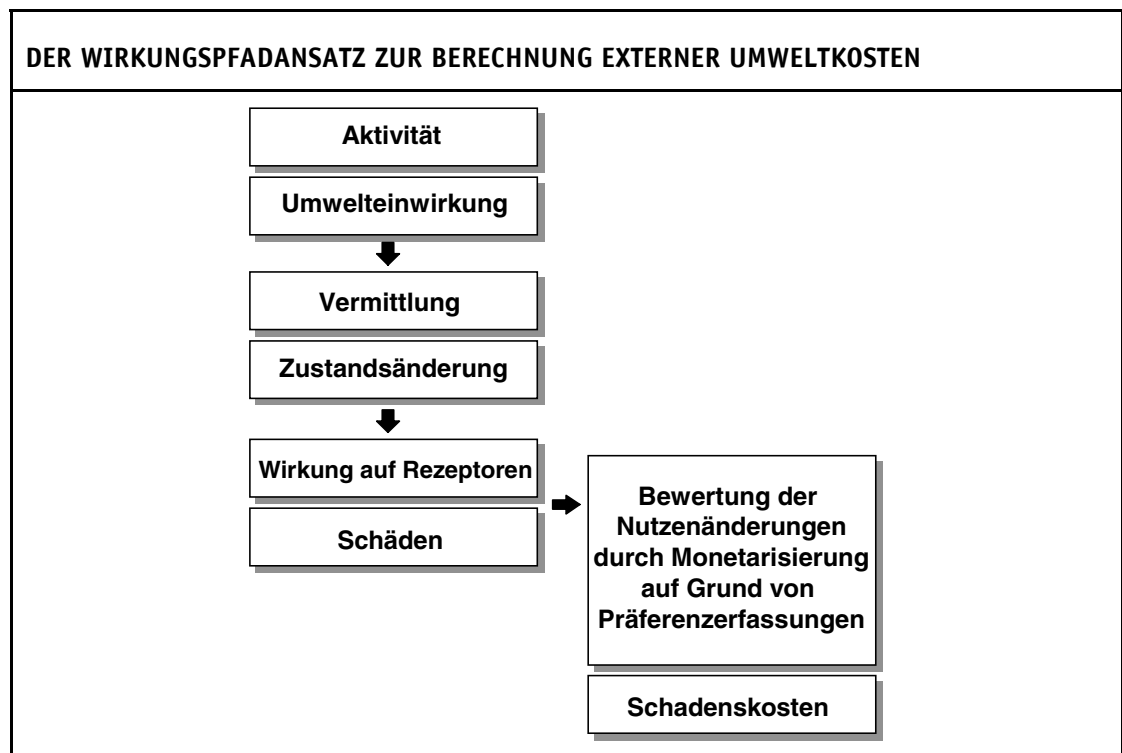
Der Wirkungspfadansatz ermöglicht es, Grenzkosten der Umweltbelastung zu schätzen. Dieser Ansatz wurde im Rahmen des EU-Forschungsprogramms ExterneE entwickelt und angewendet. Auf wissenschaftlicher Ebene besteht Konsens, dass dieser Ansatz, sofern die Daten- und Informationsgrundlage ausreichen, verfolgt werden sollte. Er ist für viele Wirkungspfade (Luftschadstoffe, Lärm, Teilbereiche für die Medien Boden- und Wasser) operationalisiert (Ausbreitungs- und Wirkungsmodelle sowie monetäre Werte sind vorhanden) und direkt anwendbar.

Figur 3 illustriert den Wirkungspfadansatz zur Berechnung externer Umweltkosten. Dabei wird die kausale Wirkungskette von der Umwelteinwirkung über die Vermittlung (z.B. Schadstofftransport und evtl. auftretende chemische Umwandlungsprozesse wie die Bildung von Ozon aus  $\text{NO}_x$  und NMVOC) bis hin zur Wirkung auf verschiedene Rezeptoren (z.B. Menschen, Pflanzen) mit Hilfe von Modellen abgebildet. Der letzte Schritt zur Ermittlung von Kosten besteht darin, die quantifizierten physischen Schäden monetär zu bewerten. Die

ermittelten Geldwerte geben die veränderten direkten Nutzen durch Einflüsse auf Wohlbefinden und Gesundheit, Nutzungsmöglichkeiten der Umwelt oder sonstiger betroffener Güter wieder, also den Nutzenverlust für die Betroffenen.

Das beschriebene Vorgehen erlaubt, statt der Verwendung von Durchschnittskostenschätzungen, die Ermittlung von marginalen oder quasi-marginalen Kosten (z.B. durch Bau und Betrieb eines zusätzlichen Kraftwerkes an einem bestimmten Standort).

Für die im vorliegenden Fall vorzunehmende Ableitung allgemeiner Kostensätze sind Kosten auf einer höheren Aggregationsstufe (z.B. für den Kraftwerkspark oder die Straßenfahrzeugflotte in Deutschland) erforderlich, welche sich durch die Modellierung der Luftschadstoffemissionen eines ganzen Sektors (z.B. alle Kraftwerke) ermitteln lassen.



Figur 3

Tabelle 17 gibt einen Überblick über die zur Ableitung von Kostensätzen für die „klassischen“ Luftschadstoffe Feinstaub (PM<sub>10</sub> bzw. PM<sub>2,5</sub><sup>44</sup>), NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> und NMVOC<sup>45</sup>) berücksichtigten Effekte.

Wirkungskategorie	Schadstoff / Belastung	Effekte
Gesundheitsschäden	Primärpartikel (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> ), Sekundärpartikel (Sulphat- und Nitrataerosole), O <sub>3</sub>	Verminderte Lebenserwartung durch Kurz- und Langzeitexposition, andere Gesundheitseffekte (u.a. Erkrankungen der Atemwege, Herzerkrankun- gen)
Materialschäden	SO <sub>2</sub> , Saure Deposition Primärpartikel	Korrosion von Gebäudematerialien Verschmutzung von Gebäuden
Landwirtschaftl. Ertragsänderungen	SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> Saure Deposition Stickstoffeintrag	Ernteertragsänderungen Vermehrter Kalkbedarf von Böden Verminderter Düngerbedarf

**Tabelle 17** Mit Hilfe der Wirkungspfadanalyse ermittelbare Schäden durch Luftschadstoffe

Einen detaillierten Überblick über den Wirkungspfadansatz sowie die aktuell empfohlenen Expositions-Wirkungsbeziehungen gibt European Commission (2005).

### Kosten pro Tonne Schadstoffemission

Zur Berechnung der Kosten pro Tonne emittierten Schadstoffs wurden zunächst die Kosten für die Gesamtemissionen in Deutschland ermittelt. Im zweiten Schritt wurden die Kosten berechnet, die sich bei einer Reduktion a) der bodennahen Emissionen (Straßenverkehr, Kleinf Feuerungen, Industrie) und b) der Emissionen aus hohen Schornsteinen (Kraftwerke) um 10 Prozent ergaben. Aus der Differenz der Ergebnisse geteilt durch den Betrag der Emissionsänderung erhielt man die Kosten pro Tonne Schadstoffemission.

Die (Gesundheits-) Schäden durch primären Feinstaub sind in der unmittelbaren Umgebung der Emissionsquelle besonders hoch. Aus diesem Grund wurden Kostensätze für drei typische Emissionsumgebungen ermittelt: in kleinen und mittleren Städten („Stadt“), in Großstädten (ca. 0,5 bis 3 Millionen Einwohner) und außerhalb von Städten.<sup>46</sup> Für die anderen betrachteten Schadstoffe sind die lokalen Effekte von geringer Bedeutung, da die beteiligten chemischen Prozesse so viel Zeit in Anspruch nehmen, dass sich die für die Schadwirkung relevanten Reaktionsprodukte erst in einiger Entfernung von der Emissionsquelle bilden.

<sup>44</sup> Partikel („Particulate Matter“) mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner 10 bzw. 2,5 Mikrometer

<sup>45</sup> Non-methane volatile organic compounds

<sup>46</sup> Die Typisierung dieser Klassen bedarf noch weiterer Forschung, um die Expositionsabschätzungen weiter zu verbessern.

Neben den dominierenden Gesundheitsschäden enthalten die Abschätzungen auch Einflüsse auf Feldpflanzen und Materialoberflächen verursacht durch Säuren, Nährstoffeinträge, SO<sub>2</sub> und Ozon. Außer für NMVOC ist ihr Anteil an den Gesamtschäden sehr gering, d.h. weniger als 10 Prozent. Tabelle 18 fasst die berücksichtigten Wirkungsbeziehungen und monetären Werte für Gesundheitseffekte zusammen. Die verwendeten Funktionen und Wertansätze für Schäden an Feldpflanzen und Materialoberflächen sind in European Commission (2005) zu finden.

Effekt	Schadstoff	Konzentrations-/ Wirkungs- Faktor	Risikogruppe (Anteil an EU- Bevölkerung)	Wert in €
Verlorene Lebensjahre durch Kurzzeitexposition	O <sub>3</sub>	0.03%	Alle (100%)	75 000
Verlorene Lebensjahre durch Langzeitexposition	PM <sub>10</sub>	4.00E-04	Alle (100%)	50 000
Neue Fälle chronischer Bronchitis	PM <sub>10</sub>	2.65E-05	Alter > 27 (70%)	190 000
Krankenhausaufnahmen wegen Erkrankungen der Atemwege	O <sub>3</sub>	1.25E-05	Alter > 65 (14%)	2 000
	PM <sub>10</sub>	7.03E-06	Alle (100%)	2 000
Krankenhausaufnahmen wegen Herzerkrankungen	PM <sub>10</sub>	4.34E-06	Alle (100%)	2 000
Tage mit eingeschränkter Aktivität	PM <sub>10</sub>	5.41E-02	Alter 15 - 64 (67%)	83
Tage mit leicht einge- schränkter Aktivität	O <sub>3</sub>	1.15E-02	Alter 18 - 64 (64%)	38
Hustentage	O <sub>3</sub>	9.30E-02	Alter 5 - 14 (11%)	38
Tage mit Atemwegssym- ptomen	PM <sub>10</sub>	1.30E-01	Alter > 18 mit chronischen Atemwegssymptomen (25%)	38
Tage mit Atemwegssym- ptomen (ohne Husten)	O <sub>3</sub>	1.60E-02	Alter 5 - 14 (11%)	38
Tage mit Atemwegssym- ptomen	PM <sub>10</sub>	1.86E-01	Alter 5 - 14 (11%)	38
Tage mit Gebrauch von Bronchodilatoren	O <sub>3</sub>	7.30E-02	Alter > 20 mit Asthma (4%)	1
	PM <sub>10</sub>	9.12E-02	Alter > 20 mit Asthma (4%)	1
	PM <sub>10</sub>	1.80E-02	Alter 5 - 14 mit Asthma (2%)	1

**Tabelle 18** Konzentrations-Wirkungs-Beziehungen und monetäre Wertansätze für Gesundheitseffekte nach European Commission (2005).

<sup>a</sup> Die Konzentrations-Wirkungs-Faktoren für PM<sub>10</sub> gelten auch für Sulfataerosole. Für PM<sub>2,5</sub> aus Verbrennungsmotoren sind sie mit dem Faktor 2,5 zu multiplizieren, für Nitrataerosole sind sie zu halbieren (vgl. European Commission 2005, S. 85).

<sup>b</sup> Die Konzentrations-Wirkungs-Faktoren haben die Einheit [Fälle/(Jahr · Person · µg/m<sup>3</sup>)] mit Ausnahme verlorener Lebensjahre durch Kurzzeitexposition (hier [%Änderung in jährlicher Mortalitätsrate / (µg/m<sup>3</sup>)]). Konzentrationen von PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, Sulfat- und Nitrataerosolen sind als Jahresmittelwerte, Ozonkonzentrationen als saisonale 6-h-Durchschnittskonzentrationen angegeben.

### Kosten je Fahrzeugkilometer

Die Kosten je Fahrzeugkilometer wurden für Straßenverkehrsfahrzeuge durch Kombination von Emissionsfaktoren und den Schadenskosten je Tonne ermittelt. Tabelle 19 gibt die Quellen der verwendeten Emissionsfaktoren an. Die Kosten für den Schienenverkehr wurden mit Hilfe von Stromverbrauchsfaktoren der Züge aus den Kosten je kWh Bahnstrommix DE1 berechnet.

	Straßenverkehr	Schienenverkehr
Emissionen aus Kraftstoffverbrennung	UBA (2004)	
Feinstaubemissionen aus Reifen- und Bremsabrieb	Pregger (2006)	
Feinstaubemissionen aus Staubaufwirbelung	Düring und Lohmeyer (2004)	
Stromverbrauchsfaktoren		Bickel (2005)
Bahnstrommix		GEMIS (2006)

**Tabelle 19** Quellen der verwendeten Emissions- bzw. Stromverbrauchsfaktoren.

• NO<sub>x</sub>, Feinstaub, NMVOC, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>

### Kosten je kWh Strom

Die Kosten je kWh Strom aus fossilen Kraftwerken wurden durch Kombination von Emissionsfaktoren und Schadenskosten je Tonne berechnet. Für den Kraftwerksbetrieb wurden durchschnittliche Emissionsfaktoren für PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, SO<sub>2</sub> als mit dem Brennstoffeinsatz gewichtete Mittelwerte aus UBA (2007) abgeleitet. Die Emissionsfaktoren in UBA (2005), welche die Grundlage für die Berichtspflichten Deutschlands darstellen, beruhen auf neueren Studien und sind gegenüber früheren Abschätzungen stark verändert (tendenziell niedriger). Besonders gravierend sind die Unterschiede für PM<sub>10</sub>, wo sich die aus den neuen Emissionsfaktoren berechneten Schadstoffemissionen für das Jahr 2000 gegenüber früheren Abschätzungen annähernd halbiert haben. Aus diesem Grund sind die resultierenden externen Kosten mit früheren Abschätzungen (auch für Einzelanlagen) nicht direkt vergleichbar. Die Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub> basieren auf DLR/Ökoinstitut „Erstellung der Grundlagen für einen harmonisierten und fortschreibbaren Datensatz des deutschen Strommixes“, Entwurf 12/2006.. Emissionen der Brennstoffbereitstellung wurden European Commission (1999) entnommen.

Die Emissionen durch Herstellung, Betrieb und Entsorgung von Windkraft- und Photovoltaikanlagen wurden Dones et al. (2004) entnommen, die entsprechenden Emissionsdaten für Wasserkraft- und Kernkraftwerke stammen aus Marheineke (2002).

Werte für den Kraftwerkspark wurden mit Hilfe der jeweiligen Anteile an der Stromerzeugung nach DIW Wochenbericht 10/2006 aus den Kosten für die Energieträger berechnet. Nach Vorgabe der Auftraggeber wurden dabei die Kosten der Kernkraft zum einen mit den Durchschnittskosten des Kraftwerksparks ohne Kernkraftwerke („Mix ohne Kernkraft“), zum andern mit den Kosten der Braunkohle als Energieträger mit den höchsten Umweltkosten angesetzt.

## 2. LÄRMKOSTEN

Die Kosten durch Lärmbelastung beinhalten quantifizierbare Kosten durch Herzinfarkte, Angina Pectoris, Bluthochdruck und Schlafstörungen sowie die Zahlungsbereitschaft zur Verringerung von Lärmbelastung nach Working Group on Health and Socio-Economic Aspects (2003)<sup>47</sup>. Tabelle 20 zeigt die verwendeten Expositions-Wirkungsbeziehungen für die Gesundheitseffekte.

Effekt	Erwartungswert je 1.000 Erwachsene	Einheit	Schwellenwert	Wert in €
Herzinfarkt, tödlich, verlorene Lebenszeit	$0.084 L_{\text{DEN}} - 5,25$	Jahre	70 dB(A)	50 000
Herzinfarkt (nicht-tödlich), Krankenhaustage	$0.504 L_{\text{DEN}} - 31,5$	Tage	70 dB(A)	620
Herzinfarkt (nicht-tödlich), Abwesenheitstage	$0.896 L_{\text{DEN}} - 56$	Tage	70 dB(A)	88
Herzinfarkt	$0.028 L_{\text{DEN}} - 1,75$	Fälle	70 dB(A)	14 360
Angina pectoris, Krankenhaustage	$0.168 L_{\text{DEN}} - 10,5$	Tage	70 dB(A)	620
Angina pectoris, Abwesenheitstage	$0.684 L_{\text{DEN}} - 42,75$	Tage	70 dB(A)	88
Angina pectoris, Krankheitstage	$0.240 L_{\text{DEN}} - 15$	Tage	70 dB(A)	230
Hypertonie, Krankenhaustage	$0.063 L_{\text{DEN}} - 4,5$	Tage	70 dB(A)	320

**Tabelle 20** Verwendete Exposition-Wirkungsbeziehungen und monetäre Werte für Gesundheitsschäden durch Lärm (Quelle: Schmid, 2005; European Commission, 2005).

Anm.:  $L_{\text{DEN}}$  = Day Evening Night Sound Level; zusammengesetzter Lärmindex, bei dem die Abendstunden mit einem Zuschlag von 5 dB(A) und die Nachtstunden mit einem Zuschlag von 10 dB(A) gewichtet werden.

<sup>47</sup> Zahlungsbereitschaft von 25 € pro Haushalt, Jahr und dB(A); Schwellenwert von 45 dB(A)  $L_{\text{DEN}}$  für Strassen- und Fluglärm, 50 dB(A)  $L_{\text{DEN}}$  für Schienenlärm.



## GLOSSAR

BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMF	Bundesministerium für Finanzen
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BVWP	Bundesverkehrswegeplanung
Energiepreiszuschlag	Zuschlag auf den Marktpreis für die zu beziehende Energie (Strom, fossil) in der Höhe der Umweltkosten
EWS	Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
GVFG	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz
HBEFA	Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
ICLEI	Local Governments for Sustainability
KNA	Kosten-Nutzen-Analyse. Zu unterscheiden sind betriebswirtschaftliche Analysen (aus Sicht des Investors) und volkswirtschaftliche Analysen (aus Sicht der gesamten Volkswirtschaft unter Einbezug von Kosten und Nutzen für die Allgemeinheit)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr (Straße, Schiene)
RAS-W	Richtlinie für die Anlage von Straßen Teil: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen
Schattenpreis	Umweltkosten pro Umwelt- oder Leistungseinheit (z.B. Kosten pro Einheit emittierter Schadstoff)
Strategische UVP	Strategische Umweltprüfung: Prüfung von verschiedenen Varianten als Basis für umweltoptimierte Infrastrukturinvestitionen (gemäß EU-Richtlinie)
UCTE	Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity
Umweltkosten	Volkswirtschaftliche Kosten einer übermäßigen Umweltbelastung, als Basis für die Berechnung von umweltbezogenen Schattenpreisen (z.B. Kosten pro Einheit emittierter Schadstoff)

WIRE

Wirtschaftlichkeitsrechnung: EDV-Tool für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Energiebezogenen Investitionen im Gebäudebereich in der Schweiz.

## LITERATUR

- AGENTUR FÜR NACHHALTIGKEIT (2005):** Agendatransfer, <http://www.agenda-transfer.de/gmbh/de/home.html>.
- BAST Bergisch-Gladbach (2000):** Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle 1998.
- BICKEL, P. (2005):** Externe Grenzkosten verkehrsbedingter Umwelt- und Gesundheitsrisiken – Eine orts- und situationsabhängige Analyse auf Basis des Wirkungspfadansatzes. NOMOS Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- BMVWB (2002):** Grundzüge der Gesamtwirtschaftlichen Bewertungsmethodik, Bundesverkehrswegeplan 2003. Berlin.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU- UND WOHNUNGSWESEN (2001):** Leitfaden Nachhaltiges Bauen. Berlin.
- BUWAL (2004):** Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA). Version 2.1.
- DE KLUIZENAAR, Y., PASSCHIER-VERMEER, W. and H.M. MIEDEMA (2001):** Adverse effects of noise exposure on health – a state of the art summary. TNO report 2001.171, Leiden.
- DONES R., BAUER C., BOLLIGER R., BURGER B., FAIST EMMENEGGER M., FRISCHKNECHT R., HECK T., JUNGLUTH N. and A. RÖDER (2004):** Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz. Final report ecoinvent 2000 No. 6. Paul Scherrer Institut Villigen; Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, Switzerland. Retrieved from: [www.ecoinvent.ch](http://www.ecoinvent.ch).
- DÜRING, I. und A. LOHMEYER (2004):** Modellierung nicht motorbedingter PM10-Emissionen von Straßen. KRdL-Expertenforum Staub und Staubinhaltsstoffe, Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN, KRdL-Schriftenreihe Nr. 33, Düsseldorf.
- EUROPEAN COMMISSION (1999):** ExternE Externalities of Energy. Vol. 10 – National Implementation. A Report produced for the EC – DG XII, Luxembourg, Office of Publications for the European Communities, Luxembourg.
- EUROPEAN COMMISSION (2005):** ExternE - Externalities of Energy – Methodology 2005 Update. EUR 21951 EN. Office for Official Publications of the European Communities, ISBN 92-79-00423-9, Luxembourg.
- EWS (1997):** Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen FGSV, Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen. Aktualisierung der RAS-W.

- FHG Karlsruhe, PROGNOS Basel (1991):** Konsistenzprüfung einer denkbaren zukünftigen Wasserstoffwirtschaft. Projekt-Nr. 0326630 i.A. des BMFT.
- GEHRUNG, P. et al. (2001):** Bundesverkehrswegeplanung, in: Internationales Verkehrswesen 12/2001, S. 579-584.
- GEMIS (2006):** Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme, Version 4.3, Darmstadt: <http://www.oeko.de/service/gemis/de/index.htm>.
- GRESSER, K. (2001):** Verkehrsprognose 2015 in: Internationales Verkehrswesen 12/2001, S. 584-591.
- GÜNTHER, E. und I. KLAUKE (2004):** Umweltorientiertes Bauen in den Kommunen. Ergebnisse einer Befragung sächsischer Kommunen im Rahmen des Forschungsprojektes NaBesi, in: Wissenschaftliche Zeitschrift der technischen Universität Dresden 1-2/2004.
- HASSEL, D. et al. (1995):** Abgasemissionsfaktoren von Nutzfahrzeugen in der Bundesrepublik Deutschland.
- HEUSCH-BOESEFELDT Aachen (1996):** Ergänzung und Aktualisierung der Verfahren zur Bewertung von Fernstraßenprojekten für die Bundesverkehrswegeplanung. Projekt-Nr. 90393/93 LA.des BMVBV.
- HEUSCH-BOESEFELDT Aachen, BVU Freiburg, PLANCO Essen (1998):** Analyse des BVWP-Verfahrens in Methodik und Ablauf. Projekt-Nr. 96483/97 i.A. des BMVBW.
- HEUSCH-BOESEFELDT Aachen, VSU HERZOGENRATH (2000):** Weiterentwicklung der Stadtmodellbausteine als Grundlage für Abschätzungs- und Bewertungsaufgaben der Verkehrsplanung. Projekt-Nr. 70.554/98 i.A. des BMVBW.
- ICLEI (2005):** Procura+. [Http://www.iclei-europe.org/index.php?procuraplus](http://www.iclei-europe.org/index.php?procuraplus).
- INFRAS (2004):** Verkehrsbedingte Gebäudeschäden in der Schweiz. Im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung, Bern.
- INFRAS (2005):** Weitere externe Kosten des Verkehrs. Im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung, Bern.
- INFRAS/Ecoplan (2005):** Transportkostenrechnung Schweiz TRAKOS. Im Auftrag des Bundesamtes für Statistik (noch nicht veröffentlicht), Zürich/Bern.
- INFRAS/IWW (2004):** External Cost of Transport. Update study, commissioned by UIC, Paris.
- IPPC (2001):** Third Assessment Report, Synthesis Report, Geneva 2001.
- IWW Karlsruhe, IFEU Heidelberg, KuP Freiburg, PÖU Hannover, PTV Karlsruhe (1998):** Entwicklung eines Verfahrens zur Aufstellung umweltorientierter Fernverkehrskonzepte

als Beitrag zur Bundes Verkehrswegeplanung. Projekt Nr. 10506001 i.A. des Umweltbundesamtes.

- JANSEN, G. (2000):** Lärmbewertungsverfahren für den Bundesverkehrswegeplan. Verfahrensvorschlag für die Bewertung von Geräuschen im Freiraum. Projekt-Nr. 29855269 i. A. des Umweltbundesamtes.
- JOCHEM, E. et al. (1997):** Energieszenarien mit reduzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2050, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Heft 8, 1997.
- KREWITT, W. u.a. (2006):** Externe Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern. Gutachten für das Bundesumweltministerium. Download unter [http://www.bmu.de/erneuerbare\\_energien/downloads/doc/37085.php](http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/37085.php)
- MARHEINEKE, T. (2002):** Lebenszyklusanalyse fossiler, nuklearer und regenerativer Stromerzeugungstechniken. IER Forschungsbericht Band 87, Stuttgart.
- PLANCO Essen (1999):** Modernisierung der Methoden zur Schätzung der gesamtwirtschaftlichen Rentabilität von Projekten der Bundesverkehrswegeplanung. Projekt-Nr. 96487/97 i.A. des BMVBW.
- PREGGER, T. (2006):** Ermittlung und Analyse der Emissionen und Potenziale zur Minderung primärer anthropogener Feinstäube in Deutschland. Dissertation, Stuttgart. <http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2006/2590/>.
- RAS-W (1986):** Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, Köln.
- SCHMID, S. A. (2005):** Externe Kosten des Verkehrs: Grenz- und Gesamtkosten durch Luftschadstoffe und Lärm in Deutschland. Stuttgart. <http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2005/2449/>
- TÜV Rheinland (1993):** Abgasemissionsfaktoren von Pkw in der Bundesrepublik Deutschland.
- UMWELTBUNDESAMT (1999):** Handbuch Umweltfreundliche Beschaffung. Empfehlungen zur Berücksichtigung des Umweltschutzes in der öffentlichen Verwaltung und im Einkauf, München.
- UMWELTBUNDESAMT (2002):** Der Stand des betrieblichen Umweltschutzes und Umweltmanagements in Bundesbehörden. Auswertung einer Umfrage des UBA, 2001/2002, Berlin.
- UMWELTBUNDESAMT (2005):** Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten. Stand Juli 2005, Berlin.

- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2004):** Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. INFRAS AG Bern im Auftrag von Umweltbundesamt Berlin und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Version 2.1, April 2004 Berlin (Hrsg.).
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) Dessau (2005):** Emissionen, Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren der stationären Quellen in Deutschland – Auszug aus dem Zentralen System Emissionen (ZSE). Schriftliche Mitteilung, UBA FG I 4.6, 12/2005.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) Dessau (2007):** Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten.
- VERMEULEN, J., BOON, B., VAN ESSEN, H., DEN BOER, L., DINGS, J., BRUINSMA, F. and M. KOETSE (2004):** The price of transport - Overview of the social costs of transport. Delft, CE. <http://www.ce.nl/eng/index.html>.
- VSS (2006) Schweizerischer Verband der Straßen- und Verkehrsfachleute:** Kosten-Nutzen-Analysen im Straßenverkehr, Norm SN 641 820 1.8.2006
- WEINBERGER, M., THOMASSEN, H. G. und R. WILLEKE (1991):** Kosten des Lärms in der Bundesrepublik Deutschland. Berichte des Umweltbundesamtes 9, Berlin.
- WILLECKE, R. (2003):** Bundesverkehrswegeplan 2003, in: Internationales Verkehrswesen 11/2003, S. 525-528.
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT BEIM BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR (1996):** Methodische Weiterentwicklung und Privatisierungsperspektiven, Bundesverkehrswegeplanung, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 67. Jahrgang 1996, Heft 2.
- WORKING GROUP ON HEALTH AND SOCIO-ECONOMIC ASPECTS (2003):** Valuation of Noise. Position Paper of the Working Group on Health and Socio-Economic Aspects. Brussels.  
[http://europa.eu.int/comm/environment/noise/pdf/valuatio\\_final\\_12\\_2003.pdf](http://europa.eu.int/comm/environment/noise/pdf/valuatio_final_12_2003.pdf)