

Grundwassersanierung - Maßnahmen mit Restrisiko

Hans-Peter Lühr

(Vortrag auf Kongress Wasser Berlin 2000)

1. Problembeschreibung

Die der Grundwassersanierung infolge von Altlasten zugrundeliegenden Gefahrenabwehr geht gemäß §4 BBodSchG von gleichwertigen Maßnahmen zur Dekontamination und Sicherung aus. Neben der rein sachlich, ökologisch begründeten Entscheidung für die eine oder andere Maßnahme spielen letztlich die Kosten für den Sanierungspflichtigen die entscheidende Rolle. Im Sinne der Verhältnismäßigkeit und Angemessenheit der Maßnahme wird man sich immer für die jeweils kostengünstigste Lösung entscheiden.

Hierbei werden bislang nur die direkten Kosten für die Sanierungsmaßnahmen in Ansatz gebracht und zum Vergleich der in Frage stehenden Alternativen herangezogen, um eine Entscheidungsfindung zu begründen. Damit wurde das gemacht, was zum jetzigen Zeitpunkt überblickt werden konnte.

Der gesamtwirtschaftliche Rahmen von Bund, Ländern und Gemeinden, aber auch der privaten Sanierungspflichten zeigt immer deutlicher, dass zukünftig bei Sanierungsmaßnahmen angesichts begrenzter finanzieller Mittel zielorientierter kalkuliert werden muss. Insbesondere sind Sanierungsmaßnahmen nicht immer einmalige Ausgaben, sondern können auch Folgekosten nach sich ziehen. Um Fehlinvestitionen vorzubeugen, müssen bereits im Planungs- und Entscheidungsstadium Chancen und Risiken einer Investition umfassend verdeutlicht werden. Deshalb sind zur Absicherung des planerischen Handelns Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchzuführen, die erkennen lassen, dass die günstigste Zweck-Mittel-Beziehung gewählt wurde. Für diese Wirtschaftlichkeits-berechnungen bei der Altlastensanierung sind die Methoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung [1, 2, 3] heranzuziehen und zu prüfen, welche der vorhandenen Methoden am geeignetsten ist, um der Sachlage Altlasten gerecht zu werden. Denn bei der Altlastensanierung handelt es sich nicht um eine typische Investitionsentscheidung.

Nicht berücksichtigt in der Entscheidungsfindung für die optimalen Maßnahmen wurden in der Vergangenheit bislang die Kosten für das **verbleibende Restrisiko über die Zeit** und der **Wahrscheinlichkeit** seines Wirksamwerdens, das sich aus der nicht vollständigen Beseitigung bzw. Umschließung der Schadstoffe bei einem zeitlich versetzten Versagen der Maßnahme sowie durch Sekundärereignisse (z.B. Überflutung, Erdbeben) für die betroffenen Schutzgüter/Nutzungen ergibt, die direkt oder über die Transferpfade betroffen sein können. Eine Reihe von Dokumentationen [4, 5, 6] belegen dieses. Die Bestimmung des Restrisikos ist gerade auf Grund der jüngsten Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts (1 BvR 315/99) notwendig, um eine gesamtwirtschaftliche Bewertung zu erzielen, so dass die Verhältnismäßigkeit bewertbar ist. Denn nach dem Urteil des Bundesverfassungsgerichts dürfen die Sanierungskosten den Wert des Grundstückes nicht übersteigen.

Da sich das verbleibende Restrisiko in der Regel immer zu einem späteren Zeitpunkt (oft Jahrzehnte später) bei den Schutzgütern bemerkbar macht und Kosten für die menschliche Gesundheit und die Umwelt nach sich ziehen, die dann von der öffentlichen Hand zu tragen sind, sollte im Zentrum der

Entscheidungsfindung eine **gesamt-ökologisch-ökonomische Bewertung** stehen. Diese besteht stets aus zwei Säulen für die in Frage kommenden Maßnahmen, den

direkten Maßnahmekosten (Erkundungs-, Analysen-, Bau-, Betriebs-, Geräte-, Monitoringkosten, etc.) und

Schadenskosten, die sich aus dem verbleibenden Restrisiko ergeben,

die in einem integralen Bewertungsansatz zusammenzubinden sind. In einem Optimierungsverfahren sind die verbleibenden Risiken in äquivalente **Schadenskosten** umzurechnen, die den gesellschaftlich gerechtfertigten Aufwand zur Risikoverminderung quantifizieren. Auf dieser Basis lassen sich auch in Fällen, in denen Kosten- und Risikoaspekte gegenläufig sind (d.h. geringere verbleibende Risiken bei höheren Maßnahmekosten), Sanierungsentscheidungen ableiten. So kann für den Einzelfall eine „Natural-Attenuation-Maßnahme“ durchaus sehr viel teurer sein als eine Dekontaminationsmaßnahme, weil das verbleibende Restrisiko zur bestimmenden Größe wird (Bild 1).

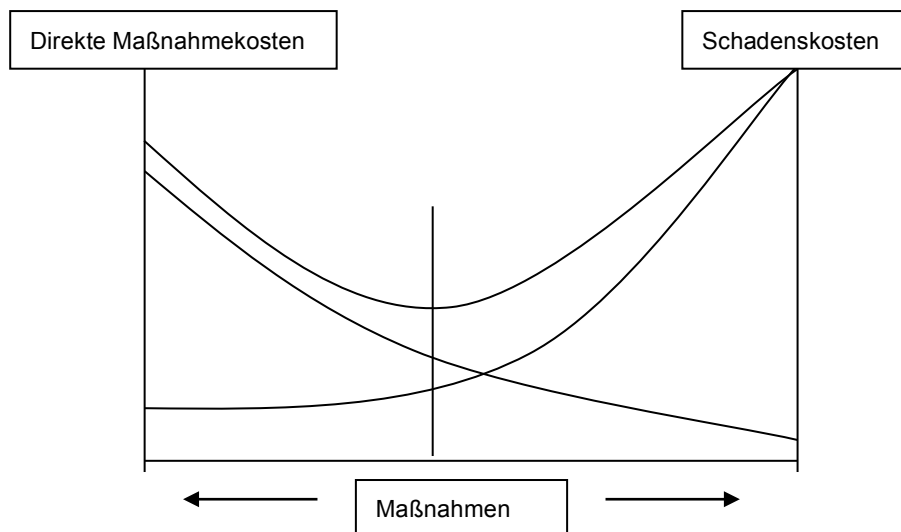


Bild1: Kostenoptimierung mittels einer gesamt-ökologisch-ökonomischen Bewertung

Bei dieser Betrachtung ist in einem ersten Schritt zunächst in bewährter Art die Gefahrenbeurteilung einer Altlast mit der Ableitung und Begründung in Frage kommender Alternativen von Sanierungsmaßnahmen durchzuführen. Dabei ist darzulegen, welche Maßnahmen oder Kombinationen von Maßnahmenelemente (pump and treat, mikrobiologische in situ Maßnahmen etc.) zu einer Gesamtmaßnahme Sinn machen und auch unter naturwissenschaftlichen und technischen Gesichtspunkten realisierbar erscheinen. Hierfür sind die **direkten Maßnahmekosten** zu bestimmen.

In einem zweiten Schritt sind die Schadenspotenziale, die von einer mit einer bestimmten Sanierungsmaßnahme zu überziehenden Altlast ausgehen (Altlastschadenspotenziale), zu erfassen, zu quantifizieren und monetär zu bewerten (**Schadenskosten**). Hierbei ist der gesamte potenzielle Betrachtungsraum (Einzugsgebiet) mit allen möglichen Expositionsbereichen einzubeziehen, und

zwar zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Maßnahme und nach Eintritt ihres möglichen Versagens sowie durch mögliche Sekundärereignisse, wie z.B. Überflutung, Erdbeben.

Altlastschadenspotenziale können für Schutzgüter und Nutzungen wie

- Schutzgut „Menschliche Gesundheit“,
- Schutzgut „Grundwasser“,
- Wassernutzung als Trinkwasser, Beregnung, Viehtränke,
- Nutzung „Fischfang“,
- Nutzung „Naherholung, Freizeit“,
- Weidenutzung in Überschwemmungsgebieten,
- Aufbringung von Baggeregut und Schlamm auf Feldern

entstehen. Sie sind über eine Sensitivitätsanalyse für den potenziellen Betrachtungsraum (Einzugsgebiet) und Zeitraum zu erfassen.

In dem zu wählenden Bewertungsrahmen sollen neben die Betrachtung der Individualdosis für das **Schutzgut „Menschliche Gesundheit“** die Kollektivdosis als angemessene Größe zur Abschätzung des kollektiven Schadens treten, wie sie bei der Gefahrenbeurteilung infolge von Strahlenbelastungen üblich ist [7]. Denn bei der Forderung, dass Sanierungsmaßnahmen einen positiven Gesamtnutzen haben sollen, ist es unausweichlich, die Kollektivdosis bei der Quantifizierung des **Gesamtschadens** mit in die Bewertung einzubeziehen. Dabei geht es darum, die Belastung der gesamten Anzahl der Betroffenen, die unmittelbar und in der Reichweite der möglichen **Expositionsbereiche** betroffen sind, einzubeziehen.

Als Expositionsbereiche kommen in Frage:

- Schadstoffbelastungen durch Inhalation von kontaminiertem Staub,
- Schadstoffbelastungen durch Ingestion von kontaminiertem Boden,
- Schadstoffbelastungen durch Ingestion von kontaminiertem Grund- und Oberflächenwasser,
- Schadstoffbelastungen durch Ingestion von kontaminierten Nahrungsmitteln.

Die tatsächlich auftretenden Belastungen hängen dabei von einer Vielzahl von Faktoren ab, wie z.B.

- Möglichkeiten der Freisetzung von Schadstoffen in Atmosphäre, Grund- und Oberflächenwasser,
- Ausbreitungsverhalten der Schadstoffe in Atmosphäre oder Grund- und Oberflächenwasser,
- Lebensgewohnheiten der betroffenen Personen (z.B. Freizeitverhalten, Essgewohnheiten).

Wesentliche Elemente dieser Betrachtung sind die

- Berücksichtigung der direkten Maßnahmekosten,
- Berücksichtigung des verbleibenden Restrisikos,
- Einführung der Zeitachse,
- Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeit,

- Berücksichtigung der Kollektivdosenbetrachtung,

deren Kriterien monetär bewertet werden. Mit der **gesamt-ökologisch-ökonomischen Bewertung** der einzelnen Sanierungsalternativen werden die **direkten Maßnahmekosten** für die jeweiligen Maßnahmen und die von ihnen abhängenden **Schadenskosten** zusammengeführt. Sie bilden somit die Grundlage für eine objektivere und zielorientiertere Entscheidungsfindung.

In die gesamt-ökologisch-ökonomische Bewertung sollen auch die Elemente einer Umweltbilanzierung, wie sie von der LfU Baden-Württemberg auf der Basis der anerkannten Verfahren für die Erstellung von Ökobilanzen entwickelt wurde, einbezogen werden. Hierbei werden insbesondere die Aspekte der Umweltverträglichkeit der Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt.

Ein wesentlicher Faktor bei der Entscheidungsfindung für die eine oder andere Dekontaminations- oder Sicherungsmaßnahme stellt auch die zukünftige Nutzung des zu betrachtenden Areals dar. Insofern ist das Entwicklungs-/Nutzungspotenzial des Areals, in die Betrachtung miteinzubeziehen. Denn dieses hat Fragen der Finanzierung und Versicherbarkeit sowie die Verbesserung der Wertschöpfung zur Folge, die sich auch in der Kosten- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung niederschlagen müssen.

Da die Bewertung letztlich anhand von vergleichenden Kosten durchgeführt wird, ist aus den verschiedenen Wirtschaftlichkeitsberechnungsmethoden das für die anstehende Problemlage der Altlastensanierung geeignetste Verfahren mittels einer Matrixanalyse herauszufinden und evtl. zu modifizieren. Da der Zeitfaktor eine wesentliche Rolle spielen wird, erscheint z.Zt. ein dynamisches Verfahren der Investitionsrechnung oder der Vergleichskostenrechnung als geeignet.

In die Wirtschaftlichkeitsberechnung gehen somit folgende drei Kostenbereiche ein:

- Direkte Maßnahmekosten,
- Schadenskosten,
- Kosten der Finanzierung und Versicherbarkeit.

Für die Einzelpositionen der Wirtschaftlichkeitsrechnung sind die Kosten und Kostenmaßstäbe abzuleiten und zu begründen. Diese sind für den Bereich der direkten Kosten relativ einfach, da einschlägige Erfahrungen und Kenntnisse vorliegen. Für den Bereich der Schadenskosten auf Grund des verbleibenden Restrisikos ist die Ableitung und Begründung der Kostensätze und –maßstäbe wesentlich schwieriger, da hier Kosten für ökologische Schäden, Nutzungseinschränkung oder Belastungen für Menschen zu benennen sind. In diesem Zusammenhang ist auf die umfangreiche nationale und internationale Forschung zur Quantifizierung und Monetarisierung von Umwelt- und Gesundheitschäden der letzten fünfzehn Jahre zurückzugreifen, die besonders im Energiebereich vorangetrieben worden ist.

2. Elemente des gesamt-ökologisch-ökonomischen Bewertungsansatzes

2.1 Relevante Sanierungsmaßnahmen

Für die unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen sind die kostenrelevanten Elemente zu definieren, die im konkreten Einzelfall mit Kosten belegt werden können (**direkte Kosten**). Die Kostenberücksichtigung bei der Sanierungsmaßnahmenentscheidung setzt erst nach der

orientierenden Bewertung ein, die im Sanierungsfall mit dem generellen Maßnahmenvorschlag endet. Als Kostenstellen kommen somit in Frage:

Sanierungsuntersuchungen einschließlich vorbereitender und begleitender Gutachten, Investitionen für Gerätschaften, Bauausführungen, Betrieb, Überwachung, Finanzierungen.

Diese Kostenstellen sind für die unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen, wie

Dekontaminationsmaßnahmen (z.B. Auskoffern, Behandeln, Beseitigen oder Pump and Treat), Sicherungsmaßnahmen (z.B. Kapseln, Immobilisieren, Chemische Reaktionen), Reaktive Wände/Adsorberwände, Natural Attenuation, keine Maßnahmen,

auf ihre grundsätzliche Bedeutung für die Entscheidungsfindung zu prüfen.

2.2 Ermittlung der Restrisiken

In Abhängigkeit der unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen bleiben für die Schutzgüter/Nutzungen auf und im unmittelbaren Umfeld, aber auch im Fernfeld der Altlast durch die in Frage stehenden Schadstoffe Belastungen übrig, die zu Schäden führen können. Bei den Schäden kann es sich um solche der menschlichen Gesundheit, der Ökologie, der Wasserversorgung, der Nahrungsmittel, der Naherholung, an Bauwerken handeln. Bei der menschlichen Gesundheit soll insbesondere die Kollektivdosenbetrachtung berücksichtigt werden, da über sie das Fernfeld der Altlast in die Entscheidungsfindung Eingang findet.

Die in Frage kommenden Schadenspotenziale auf und im unmittelbaren Umfeld, aber auch im Fernfeld der Altlast werden systematisiert, so dass sie quantifizierbar und monetarisierbar (**Schadenskosten**) sind.

Als Beispiel für ein Element der Fernfeldbetrachtung möge der folgende Fall dienen. Im Zusammenhang mit der Altlast des Bitterfelder Raumes zahlte die Hansestadt Hamburg für eine der ersten Maßnahmen Anfang der 90ziger Jahre für die unmittelbar an der Mulde abgelagerten kontaminierten Ionenaustauschern rund 700.000 DM zur Beseitigung der Ionenaustauscher, damit sie nicht bei Hochwasser über die Mulde nach Hamburg (die Mulde gehört zum Einzugsgebiet der Elbe) transportiert werden.

In einem weiteren Schritt ist die Versagenswahrscheinlichkeit von zu treffenden Maßnahmen zu erfassen. Dabei ist zu berücksichtigen, wonach das Versagen in der Maßnahme selber oder durch Fremdeinflüsse begründet sein kann. Die nach Versagen der Maßnahme verbleibenden Restrisiken werden systematisiert und quantifiziert sowie monetär bewertet (**Schadenskosten**) [9, 10].

Ein wesentlicher Parameter für die Bewertung der Sanierungsmaßnahme ist der **Betrachtungszeitraum**. Bei dessen Festlegung sind Unsicherheiten bezüglich zukünftiger Entwicklungen für folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Quell- und Ausbreitungsverhalten (z.B. geochemisches Milieu),
- Expositionsentwicklung (z.B. Bevölkerungsstruktur, Nutzung von Wasser und Boden),
- Eintreten außergewöhnlicher Ereignisse (z.B. Erdbeben)
- Haltbarkeit technischer Barrieren.

Im Bereich radiologischer Fragestellungen hat sich die Festlegung der EPA in den USA auf 200 Jahre weitgehend durchgesetzt. Gleichzeitig sollten längere Zeiträume durch Sensitivitätsanalysen untersucht werden.

Ein weiterer wesentlicher Parameter für die Bewertung der Sanierungsmaßnahme ist der **Betrachtungsraum**. Als Betrachtungsraum ist die Altlast selbst sowie die gesamte Umgebung (Nah- und Fernfeld), die über die Transferpfade durch die Schadstoffe belastet werden können, einzubeziehen. Insbesondere hinsichtlich der Kollektivdosenbetrachtung bezüglich des **Schutzgutes „Menschliche Gesundheit“** sind die potenziellen Transferbereiche zu erfassen. Dieses kann u.U. ein ganzes Flusseinzugsgebiet bedeuten. Für die Quantifizierung möglicher Schäden muss jeweils bestimmt werden, ob lineare Schadensfunktionen vorliegen (konstanter marginaler Schaden), oder ob in Abhängigkeit vom Belastungsniveau der spezifische Schaden pro Schadstoffeinheit variiert (zunehmender oder abnehmender marginaler Schaden). Liegt keine lineare Schadensfunktion vor, so ist in jedem Fall auch das Niveau der bestehenden Hintergrundbelastung durch einen betrachteten Schadstoff mit in die Analyse einzubeziehen.

Der wichtigste Schritt ist die Transformation der quantitativen Schäden hin zu monetären Größen. Hierzu sind sog. Schadensfunktionen zu ermitteln, die einen Zusammenhang zwischen schutzgut-/nutzungsspezifischen Belastungsgrößen und Schadenskosten bilden. Bild 2 gibt ein schematisches Beispiel wieder.

Der monetäre Schaden kann ein absoluter Schaden in DM oder ein auf einer Schadensbezugsgröße normierter monetärer Schaden sein. Die wichtigsten Schadensarten, für die Schadensfunktionen zu definieren sind, sind:

- Schäden an menschlicher Gesundheit
- private Vermögensschäden,
- Schäden durch Nutzungsausfall,
- Umweltschäden.

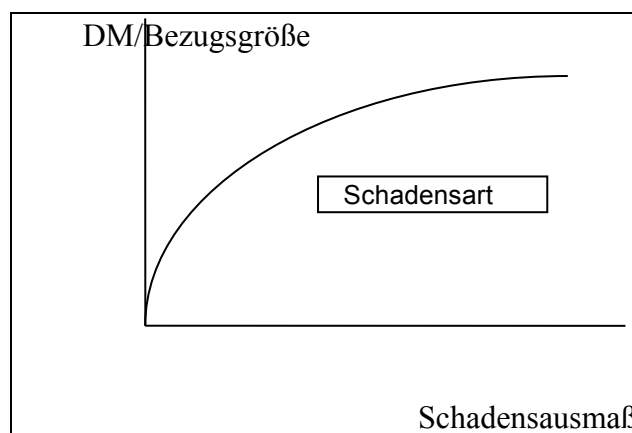


Bild 2: Schadenskosten in Abhängigkeit des Schadensausmaßes

Die Erfassung der Schadenspotenziale bedingt somit

- eine Festlegung des Betrachtungsraumes,
- eine Erfassung, Kartierung der Schutzgüter/Nutzungen im Betrachtungsraum,

- eine Quantifizierung der betroffenen Menschen sowie der übrigen Schutzgüter und Nutzungen
- eine Erfassung eventuell bestehender Vor- oder Hintergrundbelastungen.

2.3 Finanzierung und Versicherbarkeit

Die zukünftige Nutzung eines kontaminierten Areals hängt neben seinem rechtlich gesicherten Zustand (Realisierung der Sanierungsanforderungen) auch von der Finanzierung und der Versicherbarkeit der Flächenentwicklung (Flächenrecycling) ab, was wiederum an das verbleibende Restrisiko gebunden ist. Hierfür sind von den Banken und Versicherern die entsprechenden Bewertungskomponenten und monetären Größen vorzugeben und in die Wirtschaftlichkeitsberechnung einzuführen.

2.4 Instrument der Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Entscheidungsfindung basiert letztlich auf einer Wirtschaftlichkeitsberechnung. Hierfür gibt zahlreiche Ansätze, die u.a. aus den Bereichen der Kosten-Nutzen-Analyse, der Ökobilanzierung, der betriebswirtschaftlichen Investitionsrechnung, der Versicherungswirtschaft stammen. Diese sind bezüglich der hier anstehenden Problemlage der Altlastensanierung zu analysieren und auf ihre Tauglichkeit hin zu überprüfen. Ziel muss es sein, ein transparentes, dv-gestütztes Instrument zu entwickeln, das in der Praxis einfach zu handhaben ist.

5. Zusammenfassung

Das Instrument einer gesamt-ökologisch-ökonomischen Bewertung liefert auch einen konkreten Beitrag zur Bilanzierung von Risiken durch

- Quantifizierung von Rückstellungen,
- Auflösung von Rückstellungen,
- Versicherbarkeit,
- Finanzierbarkeit.

Damit kann es auch zu einem wichtigen Instrument des Flächenrecycling im Zusammenhang mit den neuen Versicherungskonzepten, insbesondere der „Cleanup Cost Cap-Deckung“ der Versicherungswirtschaft werden [8]. Mit diesem dargestellten Ansatz wird umweltpolitisch der Immissions- bzw. Qualitätszielbetrachtung ein wichtiger Platz eingeräumt. Gleichzeitig werden über den Maßstab „Kosten“ alle in die Betrachtung einzubeziehenden Elemente und Kriterien vergleichbar quantifiziert, wodurch ein transparenter und nachvollziehbarer Ansatz für eine sachbezogene, gesellschaftspolitische Diskussion gegeben wird, da Fragen wie „Welches Restrisiko ist man bereit zu tragen?“ oder „Was kann ein Gewässer noch verkraften?“ oder „Was ist man überhaupt bereit, an Kosten zu tragen?“ offen angesprochen werden müssen.

6. Literatur

- [1] W. Harmgardt „Die Investitionsrechnung - Instrument zur zielgerichteten Steuerung des Kapitaleinsatzes in der öffentlichen Verwaltung“, UBWV 10/91 [1, 2]
- [2] R. Kroker „Wirtschaftlichkeitsrechnung in der öffentlichen Verwaltung – Statische Verfahren der betriebswirtschaftlichen Investitionsrechnung“, (Manuscript)
- [3] Vorläufige Verwaltungsvorschriften zu § 7 Abs. 2 BHO
- [4] „Modellhafte Sanierung von Altlasten – Fachübergreifende Auswertung der Ergebnisse“, (Fortschrittsbericht 1998 des BMBF)
- [5] „Analyse durchgeführter Altlastsanierungen im Hinblick auf Sanierungserfolge“
(UBA-Texte 67/96)
- [6] „Anforderungen an die Altlastensanierung im Rahmen des Flächenrecycling“
UBA-F+E Vorhaben (Forschungsbericht 203 40 827)
- [7] W. Goldammer, A. Nüsser, E. Bütow, H.-P. Lühr
„Integrated Assessment of Radiological and Non-Radiological Risks at Contaminated Sites“,
Mathematische Geologie, Band 3, April 1999, C.Press, Dresden
- [8] D. Mehrhoff, S. Röhrig
„Neue Versicherungskonzepte für die Boden- und Altlastensanierung“,
Geoprofi 2/1999).
- [9] Hohmeyer, Olav und Michael Gärtner (1992)
“The Costs of Climate Change - A Rough Estimate of Orders of Magnitude”,
Studie im Auftrag der EG Kommission. Selbstverlag FhG/ISI, Karlsruhe
- [10] Hohmeyer, Olav, Richard L. Ottinger und Klaus Rennings (Hrsg.):
„Social Costs and Sustainable Mobility. Strategies and Experiences in Europe and the United States“,
Proceedings of an International Conference, held at New York City, October 1 - 3, 1998,
Physica-Verlag, Berlin