

10 U 3 B ~~455~~  
99/4

**INSTITUT WAR - Bibliothek -**  
Wasserversorgung, Abwassertechnik  
Abfalltechnik und Raumplanung  
Technische Universität Darmstadt  
Petersenstraße 13, 64287 Darmstadt  
TEL. 0 61 51/16 36 59 + 16 27 48  
FAX 0 61 51/16 37 58

Umweltforschungsplan des  
Bundesministeriums für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Forschungsbericht 105 06 001 neu: 295 54.001  
UBA-FB 98-058 - im Auftrag des Umweltbundesamtes

# Entwicklung eines Verfahrens zur Aufstellung umweltorientierter Fernverkehrskonzepte als Beitrag zur Bundesverkehrswegeplanung

von

**Astrid Gühnemann, Karsten Kuchenbecker, Werner Rothengatter,  
Wolfgang Schade**

IWW Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung, Universität  
Karlsruhe

**Jens Borken, Ulrich Höpfner, Udo Lambrecht**

IFEU Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH

**Peter Kessel, Hans-Paul Kienzler, Thomas Selz**

KuP Kessel + Partner, Freiburg

**Adrian Hoppenstedt, Dietrich Kraetzschmer, Andreas Preising**

PÖU Planungsgruppe Ökologie + Umwelt, Hannover

**Ulrich Brannolte, Frank Puschner**

PTV Consult GmbH Beratende Verkehringenieure, Karlsruhe



# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
---------------------------	----------

## I.

### Grundlagen

<b>2 Die Bundesverkehrswegeplanung</b> .....	<b>7</b>
2.1 Entwicklung der Bundesverkehrswegeplanung.....	7
2.2 Das gesamtwirtschaftliche Bewertungsverfahren für den BVWP '92.....	10
2.2.1 Grundlagen.....	10
2.2.2 Bewertung der Einzelvorhaben.....	12
2.2.3 Vergleichende Projektauswahl.....	17
2.2.4 Einbeziehung der Umweltrisikoeinschätzung in die BVWP.....	17

## II.

### Erweiterung der monetären Bewertung von Umweltwirkungen in der Kosten-Nutzen-Analyse

<b>3 Wirkungen durch Abgasbelastungen</b> .....	<b>21</b>
3.1 Bestehende Bewertungsansätze und Aktualisierungen.....	21
3.1.1 Bewertungsansatz der Bundesverkehrswegeplanung für Abgasbelastungen.....	21
3.1.2 Verwendung von Toxizitätsfaktoren.....	24
3.2 Aktualisierung und Erweiterung der Bewertung von Schadstoffbelastungen.....	26
3.3 Kanzerogene Stoffe.....	29
3.3.1 Immissionssituation.....	30
3.3.2 Krebsrisiko.....	31
3.3.3 Krebsfälle durch verkehrsbedingte Emissionen.....	32
3.3.4 Berechnung der Kosten.....	33
3.4 Ozon als bodennaher Schadstoff.....	36
3.4.1 Heutige und zukünftige Emissionen von Vorläufersubstanzen.....	37
3.4.2 Bildung von bodennahem Ozon.....	38
3.4.3 Schadwirkungen von Ozon auf Menschen.....	40
3.4.4 Schadwirkungen von Ozon auf Pflanzen.....	48
3.4.5 Ozonbedingte Materialschäden.....	53
3.4.6 Zusammenfassung.....	54
3.5 Zusätzlicher Treibhauseffekt.....	55
3.6 Fazit.....	58
<b>4 Lärm außerhalb von Wohnungen</b> .....	<b>61</b>
4.1 Monetäre Lärmbewertung in verkehrlichen Regelwerken.....	61
4.1.1 Bundesverkehrswegeplan 1992 (BVWP '92).....	61
4.1.2 Richtlinien für die Anlage von Straßen; Teil: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (RAS-W '86).....	64
4.1.3 Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS-97).....	65
4.1.4 Status-quo der Regelwerke.....	65
4.2 Verkehrslärm beim Aufenthalt im Freien.....	66
4.2.1 Grundlagen.....	66
4.2.2 Datenanforderungen.....	67
4.2.3 Festlegung eines Bewertungsgerüsts.....	68

4.3 Verfahren zur monetären Bewertung von Verkehrslärm außerhalb von Wohnungen.....	70
4.3.1 Ausgangsdaten.....	70
4.3.2 Zum Begriff der Betroffenheit.....	71
4.3.3 Beschreibung der Lärm-Raumtypen.....	72
4.3.4 Quantifizierung des Betroffenheitswertes.....	75
4.3.5 Ziel-Lärmpegel.....	78
4.3.6 Bestimmung relevanter Werte eines Katasters.....	80
4.3.7 Lärmkosten.....	80
4.3.8 Fazit.....	83
<b>5 Natur und Landschaft.....</b>	<b>85</b>
5.1 Einführung.....	85
5.1.1 Zielsetzung des Beitrags und Einordnung in das Gesamtvorhaben.....	85
5.1.2 Umweltziele für Natur und Landschaft.....	87
5.2 Bewertungsansatz der Bundesverkehrswegeplanung 1992.....	89
5.2.1 Verkehrsträger Straße und Schiene.....	89
5.2.2 Verkehrsträger Wasserstraße.....	93
5.3 Grundlagen der fachlichen Beurteilung der Auswirkungen von Verkehrswegen auf Natur und Landschaft.....	94
5.3.1 Betroffene Schutzgüter.....	95
5.3.2 Wirkfaktoren der Verkehrsträger Straße und Schiene.....	96
5.3.3 Wirkfaktoren von Bundeswasserstraßen.....	99
5.4 Generelle Probleme und Grenzen einer Monetarisierbarkeit von Natur und Landschaft.....	107
5.4.1 Das Generalisierungsproblem.....	107
5.4.2 Das Problem unterschiedlicher Wertkategorien.....	109
5.4.3 Anmerkungen zu methodischen Problemen der Umweltökonomie.....	109
5.4.4 Monetarisierbarkeit von Natur und Landschaft.....	111
5.5 Verfahren einer monetären Bewertung verkehrswegebedingter Auswirkungen auf Natur und Landschaft.....	113
5.5.1 Grundlagen und Konzeption.....	113
5.5.2 Vermeidungskostenansatz.....	117
5.5.3 Kompensationskostenansatz.....	131
5.5.4 Entsiegelungskostenansatz.....	148
5.6 Operationalisierung der Wirkfaktoren der Verkehrswege.....	149
5.6.1 Straßen und Schienenwege.....	149
5.6.2 Wasserstraßen.....	153
5.7 Fazit.....	160
5.7.1 Konzeption.....	160
5.7.2 Einschätzung der Ergebnisse.....	161
5.7.3 Weiterer Forschungsbedarf.....	163
<b>6 Inner- und außerörtliche Verkehrsanteile.....</b>	<b>167</b>
6.1 Aufgabenstellung.....	167
6.2 Gebräuchliche Abgrenzungen.....	168
6.3 Empirische Aufteilungen der Fahrleistungen auf Inner-/Außerortsstraßen.....	174
6.4 Inner-/Außerortsanteile im Eisenbahn- und Binnenschiffsverkehr.....	176
6.5 Fazit.....	177
<b>7 Behandlung von Langfristrisiken.....</b>	<b>179</b>
<b>8 Ergebniszusammenfassung und Beurteilung der direkten Methode.....</b>	<b>183</b>
8.1 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	183
8.2 Beurteilung.....	187

### III.

## Entwicklung eines Verfahrens zur Aufstellung umweltorientierter Fernverkehrskonzepte und Bewertung auf der Basis von Opportunitätskosten

<b>9 Grundlagen der Bewertung von Umweltwirkungen auf der Basis von Opportunitätskosten.....</b>	<b>191</b>
9.1 Zielsetzung und Methodik des Verfahrens.....	191
9.2 Grundlagen des Opportunitätskostenansatzes.....	193
9.2.1 Indirekte Bewertung externer Effekte über Opportunitätskosten.....	193
9.2.2 Grundlagen der Bestimmung von Opportunitätskosten.....	196
<b>10 Umweltziele.....</b>	<b>201</b>
10.1 Nachhaltigkeit und Indikatoren.....	201
10.2 Hintergrund zur Aufstellung von Umweltzielen.....	202
10.3 Wichtigste Umweltproblemfelder und -wirkungskategorien.....	207
10.4 Überprüfung der Anwendbarkeit der Umwelthandlungsziele des UBA innerhalb dieses Vorhabens.....	209
10.5 Festlegung von Umweltzielen als Verfahrensbestandteil.....	212
<b>11 Maßnahmenzenarien.....</b>	<b>215</b>
11.1 Grundsätzliche Vorgehensweise.....	215
11.2 Maßnahmen.....	217
11.3 Maßnahmen im ersten Grobszenario.....	222
11.4 Maßnahmen im zweiten Grobszenario.....	228
<b>12 Wirkungsanalyse.....</b>	<b>229</b>
12.1 Verkehrsprognose.....	229
12.1.1 Systemansatz der Verkehrsprognose.....	229
12.1.2 Personenverkehrsprognose.....	239
12.1.3 Güterverkehrsprognose.....	244
12.2 Modellierung von Umweltbelastungen.....	246
12.2.1 Modellierung der luftgetragenen Verkehrsemissionen.....	246
12.2.2 Ausbreitung von Emissionen - Immissionen.....	249
12.2.3 Gewässerbelastung.....	252
12.2.4 Modellierung der Lärmbelastung.....	254
12.2.5 Regionale Wirkungen.....	255
<b>13 Ökonomische Bewertung.....</b>	<b>263</b>
13.1 Grundlagen.....	263
13.2 Methodik.....	264
13.3 Vorgehensweise.....	267
13.4 Kostenbestandteile.....	271

### IV.

## Prognoseergebnisse

<b>14 Ergebnisse der Verkehrsprognose.....</b>	<b>277</b>
14.1 Güterverkehrsergebnisse.....	277
14.1.1 Güterverkehrsaufkommen.....	277
14.1.2 Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr.....	277
14.2 Personenverkehrsergebnisse.....	281
14.2.1 Personenverkehrsaufkommen.....	281
14.2.2 Verkehrsmittelwahl im Personenverkehr.....	282
14.2.3 Induzierter Neuverkehr.....	286

14.3 Verkehrsbelastungen.....	288
14.3.1 Bahnverkehre.....	288
14.3.2 Straßenverkehre.....	290
14.3.3 Binnenschiffahrtsverkehre.....	299
<b>15 Ergebnisse der Modellierung von Umweltbelastungen am Beispiel Baden- Württemberg.....</b>	<b>301</b>
15.1 Auswirkungen auf Natur und Landschaft.....	301
15.1.1 Flächeninanspruchnahme.....	301
15.1.2 Zerschneidung von Schutzgebieten.....	302
15.1.3 Risiken für AusschluBräume.....	303
15.2 Schadstoffbelastung.....	309
15.2.1 Emissionsberechnungen Straßenverkehr.....	309
15.2.2 Emissionsberechnungen Schienenverkehr.....	315
15.2.3 Emissionsberechnungen für die Binnenschiffahrt.....	322
15.2.4 Schadstoffemissionen des Gesamtverkehrs.....	328
15.2.5 Schadstoffkonzentrationen.....	332
15.3 Lärm.....	335
15.4 Zusammenfassung der Ergebnisse der Modellierung der Umweltbelastungen.....	340
<b>16 Ökonomische Wirkungen und Opportunitätskosten.....</b>	<b>341</b>
16.1 Bewertung der Wirtschaftlichkeit.....	341
16.1.1 Beförderungskosten.....	341
16.1.2 Erreichbarkeit von Zielen / Zeitkosten.....	344
16.1.3 Unfallkosten.....	345
16.1.4 Verkehrsinfrastrukturkosten.....	346
16.1.5 Kosten von Mobilitätsveränderungen.....	347
16.1.6 Zusammenstellung der Kostenkomponenten.....	348
16.2 Gewichtung der Umweltbelastung anhand der Zielsetzung.....	350
16.3 Zuordnung belastungsspezifischer Opportunitätskosten.....	352
16.3.1 Opportunitätskosten: CO <sub>2</sub> -Emissionen.....	353
16.3.2 Opportunitätskosten: NO <sub>x</sub> -Emissionen.....	353
16.3.3 Opportunitätskosten: Dieselruß.....	354
16.3.4 Opportunitätskosten: Benzol.....	355
16.3.5 Opportunitätskosten: Lärm.....	355
16.4 Zusammenfassung der Opportunitätskostenberechnung.....	358
<b>V.</b>	
<b>Zusammenfassung und Fazit</b>	
<b>17 Zusammenfassung des Verfahrensvorschlags.....</b>	<b>361</b>
17.1 Verfahren zur Entwicklung umweltorientierter Fernverkehrskonzepte.....	361
17.2 Verfahren zur projektbezogenen Bewertung von Umwelteffekten.....	363
17.3 Verfahren der Projektanmeldung.....	364
17.4 Zusammenhang mit Zielen der Raumordnung.....	367
17.5 Vergleich mit dem Verfahren der Bundesverkehrswegeplanung.....	369
<b>18 Fazit.....</b>	<b>373</b>
<b>Anhang A.....</b>	<b>375</b>
<b>Anhang B.....</b>	<b>403</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>469</b>