

HGF-Verbundprojekt
„Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für
Deutschland

Zwischenbericht des Arbeitspakets 2
„Flächendeckende Erfassung der
Aktivitätsfelder in quantitativer Form“

U. Klann* / V. Schulz**

Stuttgart/Karlsruhe, den 09.03.2001

* Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Technische Thermodynamik, Abteilung Systemanalyse und Technikbewertung

** Forschungszentrum Karlsruhe (FZK), Technik und Umwelt, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse

Vorbemerkung - Zur inhaltlichen Bedeutung des Arbeitspaketnamens

Das Arbeitspaket „Flächendeckende Erfassung der Aktivitätsfelder in quantitativer Form“ ist in das HGF-Verbundprojekts „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“ folgendermaßen einzuordnen: Ziel des Gesamtprojektes ist der Entwurf von Handlungsstrategien zur Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung. Voraussetzung für die Bewertung von Handlungsoptionen ist der Entwurf von Szenarien, der wiederum eine Zustandsbeschreibung voraussetzt. Sie liefert einen allgemeinen Überblick und gibt den anderen Bereichen des Projekts Hinweise auf wichtige Details, insbesondere auf solche, die in der jeweils übliche Abgrenzung der Gegenstandsbereiche der Beachtung entgehen könnten.

Um einen unmittelbaren Zugang zu erleichtern und gleichzeitig den Namen des Arbeitspakets zu erläutern, dürfte eine kurze Erläuterung der Begriffe „Aktivitätsfeld“ und „flächendeckend“ hilfreich sein¹. Die gesellschaftlichen bzw. volkswirtschaftlichen Aktivitäten werden auf folgende Bereiche – „Aktivitätsfelder“ (AF) - verteilt, die auch wesentliche Einheiten der Arbeitsteilung sind, in denen Nachhaltigkeitsprobleme geortet und Handlungsstrategien entwickelt werden sollen:

- Bauen und Wohnen,
- Mobilität,
- Ernährung und Landwirtschaft,
- Information und Kommunikation,
- Freizeit und Tourismus,
- Textilien und Bekleidung,
- Gesundheit sowie
- sonstige gesellschaftliche Aktivitäten, wo überwiegend staatliche Aktivitäten enthalten sind.

Zur praktischen Handhabung wurden die AF in der Input-Output(IO)-Tabelle des Statistischen Bundesamtes unter Verwendung weiterer Statistiken, wie z.B. Produktionsstatistiken, datentechnisch bestimmt, womit Technologien, Bedürfnisse und ihre ökonomischen Verbindungen beschrieben sind. Das statistische Werk der IO-Tabelle bietet als gesamtwirtschaftliches Bilanzierungsschema eine Gewähr für eine flächendeckende Erfassung. Als Teil der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) ist eine Verbindung mit vielfältigen ökonomischen und sozialen Daten vorhanden. Da das Statistische Bundesamt ökologisch relevante Größen in seiner Umweltökonomische Gesamtrechnungen (UGR) kompatibel mit der IO-Tabelle ausweist, entsteht eine Verbindung der verschiedenen Nachhaltigkeitsdimensionen.

¹ Ausführlich: Klann, U./ J. Nitsch (1999): Verursacherbezogene, konsistente Erfassung von Belastungsbeiträgen und Integration in ein gesamtwirtschaftliches Modell, HGF-Projekt „Untersuchung zu einem integrativen Konzept nachhaltiger Entwicklung: Bestandsaufnahme, Problemanalyse, Weiterentwicklung“ Abschlußbericht Band 5, Hrsg.: Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung (ITAS), Karlsruhe. Klann, U./ J. Nitsch (2000): Der Aktivitätsfelderansatz – Ein methodisches Untersuchungsgerüst zur Formulierung von Nachhaltigkeitsstrategien. In: TA-Datenbank-Nachrichten Jg. 9, Nr.2, S.58-64.

Die zugrundeliegende Vorstellung über Inhalt und Abgrenzung der AF werden am Beispiel „Mobilität“ erläutert. Der AF-Ansatz hat den Anspruch möglichst alle mit „Mobilität“ zusammenhängende Aktivitäten zu erfassen. Vorliegende Studien befassen sich typischerweise entweder

1. mit den Verkehrsbewegungen; dabei werden z.B. nur der direkte Verbrauch von Kraftstoffen und die dadurch verursachten Luftschadstoffemissionen erfasst;
2. mit der Produktion von Verkehrsmitteln; hier werden z.B. die im Straßenfahrzeugbau und bei der Produktion der Vorprodukte (z.B. beim Abbau von Erzen und in der Eisen- und Stahlindustrie) emittierten Luftschadstoffe erfasst;
3. mit den Aktivitäten und Güterkäufen der privaten Haushalte zur Befriedigung der Mobilitätsbedürfnisse, wiederum unter Berücksichtigung aller Vorprodukte. Hier sind dann z.B. alle mit dem Bau von privaten Garagen, also etwa aus der entsprechenden Zementherstellung, verbundenen Luftschadstoffemissionen und die mit der Produktion von Reifen, die von Haushalten gekauft werden, zu finden.

Das AF „Mobilität“ umfasst alle diese Bereiche sowie zusätzlich die Verkehrsinfrastruktur und staatlichen Dienstleistungen für den Verkehr. Die gemäß Punkt 2 komplett zu einem AF gehörenden Produktionsbereiche (z.B. Straßenfahrzeugbau) sowie den gewerblichen Verkehr (Teil von Punkt 1) werden **Kernbereiche** genannt. Die Güterkäufe der privaten Haushalte (gemäß Punkt 3), der private Verkehr (Rest von Punkt 1) sowie staatliche Dienstleistungen für Mobilität definieren das dazugehörige **Bedarfsfeld**. Hinzu kommen sämtliche Vorleistungen. Insgesamt basiert der **Aktivitätsfeldansatz** demnach auf einer **bedürfnisorientierten Kategorisierung des gesamtgesellschaftlichen Konsummusters unter Einbeziehung der ökonomisch-technischen Zusammenhänge**. Hierdurch wird ein Untersuchungsraum geschaffen, in dem alle Aspekte der Mobilität darstellbar und diskutierbar sind. Durch äquivalente Überlegungen gelangt man für alle AF zu einer Zuordnung. Überlappungen werden bewusst zugelassen: Beispielsweise ist der Transport von Baumaterial inklusive aller Vorleistungen als Transport von Baumaterial sowohl Bestandteil von „Mobilität“ als auch von „Bauen und Wohnen“. Ein anderer derartiger Bereich sind Freizeitfahrten, die einen wesentlichen Einfluss auf das AF „Mobilität“ haben und gleichzeitig zentraler Bestandteil von AF „Freizeit und Tourismus“ sind. Durch die Überlappungen können wichtige gesellschaftliche bzw. volkswirtschaftliche Bereiche gleichzeitig aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. Dadurch wird berücksichtigt, dass diese durch Maßnahmen bzw. Strategien in zwei oder mehreren Aktivitätsfeldern beeinflusst werden können.

Durch die Einordnung in die IO-Tabelle werden die Aktivitätsfelder in die Datensysteme der Volkswirtschaftlichen und Umweltökonomischen Gesamtrechnungen integriert. Dies wird genutzt, um mittels Zurechnungsmodellen – einem Teilgebiet der IO-Analyse – Bilanzierungssysteme zu errechnen, aus denen die Stellung der einzelnen Aktivitätsfelder in Deutschland sowie die innere Struktur der Aktivitätsfelder entnommen werden kann. Ergebnisse derartiger Rechnungen werden im folgenden präsentiert.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
 2. Zur Bestandsaufnahme 1993
 - 2.1 Sämtliche Aktivitätsfelder betreffende Analysen
 - 2.1.1 Zur Identifikation besonders umweltbeeinträchtigender Produktionsbereiche
 - 2.1.2 Zur Bedeutung des Außenhandels
 - 2.2 Zum Aktivitätsfeld „Mobilität“
 3. Zur zeitlichen Entwicklung
 - 3.1 Zur zeitlichen Entwicklung der CO₂-Emissionen in ausgewählten Aktivitätsfeldern
 - 3.2 Zur zeitlichen Entwicklung der SO₂-Emissionen im Aktivitätsfeld "Bauen und Wohnen"
- Anhang: Liste der Produktionsbereiche

1. Einleitung

Das Arbeitspaket 2 hat das Ziel, auf Basis einer Deutschland abdeckenden Bestandsaufnahme einen allgemeinen Überblick über die Aktivitätsfelder zu liefern und den Bearbeitern der Aktivitätsfelder auf besonders zu beachtende Sachverhalte hinzuweisen. Im folgenden werden hierzu ausgewählte Ergebnisse dargestellt und im Einzelfall, um Hinweise aus vertieften, nicht dargestellten, Analysen ergänzt.

„Ausgewählte Ergebnisse“ bezieht sich dann auf zweierlei: Erstens darauf, dass jedes Teilergebnis aus einem zusammenhängenden Bilanzsystem stammt, aus dem der jeweilige Gesamtzusammenhang hervorgeht, der vertiefte Einsichten zu vermitteln vermag. Zweitens bedeutet es, dass entsprechende Daten in Abschnitt 2 für sämtliche bearbeitete Indikatoren (s.u. Abb. 2.4) und Aktivitätsfelder errechnet wurden. Abschnitt 2 beruht auf einer breiten Bestandsaufnahme für das Bezugsjahr 1993 (Abschnitt 2). Aufgrund fehlender Ursprungsdaten kann Abschnitt 3, wo die zeitliche Entwicklung von 1980 bis 1993 der Aktivitätsfelder für einige Indikatoren (Abschnitt 3) dargelegt wird, nicht mit allen diesen Größen arbeiten. Das Bezugsjahr 1993 und das Ende der zeitlichen Untersuchung in diesem Jahr ist dabei datentechnisch bedingt. Das etwas zurückliegende Bezugsjahr 1993 wird als wenig gravierend angesehen, da das Augenmerk vor allem auffälligen Mustern und relativen Größenordnungen gilt, die als relativ stabil einzuschätzen sind. Im weiteren Projektverlauf ist aber noch ein Fortschreibung bis 1995 geplant.

Neben der Relevanz der Ergebnisse wurde bei der Auswahl auch darauf geachtet, dass ein Eindruck des gesamten vorliegenden Datensystems vermittelt wird. Begonnen wird in der Bestandsaufnahme mit Ergebnissen, die noch nicht aktivitätsfelderspezifisch sind (Abschnitt 2.1). Dann wird ein Aktivitätsfeld – Mobilität – beispielhaft genauer betrachtet (Abschnitt 2.2). In Abschnitt 3 werden schließlich zeitliche Entwicklungen für die Emissionen der Luftschadstoffe CO₂ und SO₂ dargestellt.

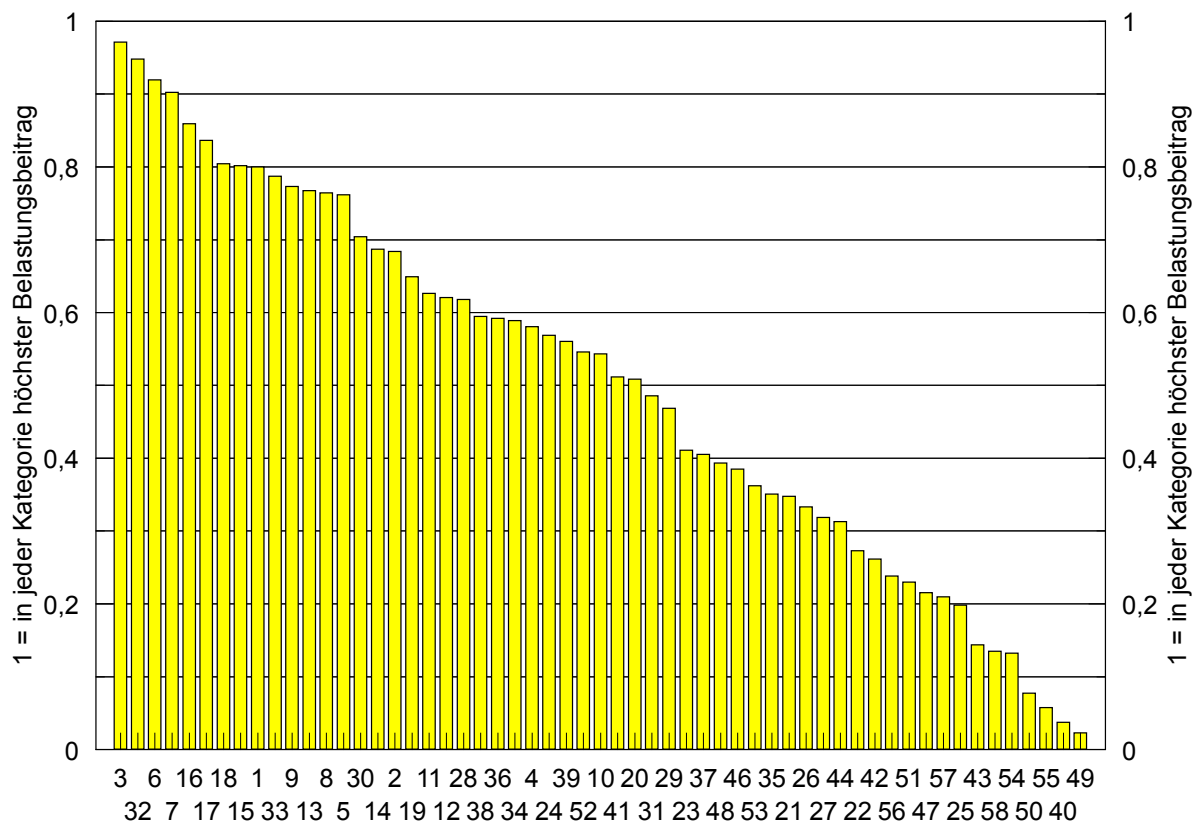
2. Bestandsaufnahme 1993

2.1 Sämtliche Aktivitätsfelder betreffende Analysen

Als erstes werden Ergebnisse zu den inländischen Produktionstätigkeiten vorgestellt, die die Grundlage für die Interpretation weiterer Ergebnisse liefern. Den sich anschließenden Ergebnissen zum Außenhandel kommt aufgrund der starken Außenhandelsorientierung Deutschlands eine vergleichbare Funktion zu. Mit diesen beiden Abschnitten werden damit wichtige Hintergrundinformationen für die Aktivitätsfeldanalyse gegeben.

2.1.1 Zur Identifikation besonders umweltbeeinträchtigender Produktionsbereiche

Um für Umweltbeeinträchtigungen besonders wichtige Produktionsbereiche zu isolieren, wurde untersucht, ob es Produktionsbereiche gibt, über die man alle Beeinträchtigungen in großem Umfang beeinflussen kann oder deren Outputs besonders umweltintensiv erzeugt werden. Hierbei müssen zusätzlich zu den Aktivitäten in den Bereichen selbst auch sämtliche Vorleistungen analysiert werden. Ansonsten würde man z.B. ein Gut als unproblematisch charakterisieren, dessen letzte Produktionsstufe nahezu keine Umweltbeeinträchtigungen verursacht (direkte Beiträge), dessen Bereitstellung aber sehr umweltschädigende Vorleistungen voraussetzt (indirekte Beiträge). Diese indirekten Beiträge werden aber durch z.B. technische Maßnahmen oder Nachfrageänderungen ebenso beeinflusst wie die direkten Beiträge. Falls man nur die direkten Beiträge betrachtet, schätzt man also die Reduktionspotentiale falsch ein und würde Maßnahmen, die direkten Beiträge verringern und gleichzeitig die indirekten in stärkerem Maße erhöhen, fälschlich positiv beurteilen. Deshalb wurden kumulierte bzw. spezifisch kumulierte Werte (Menge Belastungsbeitrag/Output in DM) verwendet. Letztere geben die Umweltintensität an: Bei Vermeidung einer Inputeinheit (in DM) führen die Güter mit dem höchsten Werten zur stärksten Reduktion der Umweltbelastungen.



Anmerkung: Die Rangordnung für sechs spezifisch kumulierte Umweltindikatoren wurde addiert und durch 348 dividiert (6 x 58); (Schlüssel zu Produktionsbereichsnummern s. Anhang)

Abb. 2.1: Umweltintensivste Produktionsbereiche nach Rangordnung spezifisch kumulierter Größen

In **Abb. 2.1** sind auf der horizontalen Achse sämtliche Produktionsbereiche mit ihrem Zahlenschlüssel aufgeführt; die dazugehörige Bezeichnung findet sich im Anhang. Betrachtet wurden hier sechs Umweltindikatoren: Primärenergieverbrauch (PEV), Versauerungsgas(VSG)- und Treibhausgas(THG)emissionen, Wasserverwendung, Abfall (inkl. Bauschutt) sowie besonders überwachungsbedürftiger Abfall. Die Werte für die einzelnen Produktionsbereiche wurden folgendermaßen ermittelt: Für jeden Indikator wurde der Rang der Produktionsbereiche nach Höhe der spezifisch kumulierten Werte bestimmt (höchster Wert: 58, niedrigster: 1). Die Ränge wurden für jeden Produktionsbereich über alle Indikatoren addiert und die Summe auf Werte zwischen 1/58 und 1 normiert. In **Abb. 2.1** signalisiert demnach eine Nähe zu 1, dass dieser Produktionsbereich wahrscheinlich in Bezug auf alle betrachteten Umweltbelastungen besonders intensiv ist. Die Ausweisung in **Abb. 2.1** ist vom in diesem Sinne umweltintensivsten zum am wenigsten umweltintensiven Produktionsbereich geordnet. Man erkennt - in Verbindung mit weiteren Analysen - folgendes Muster, das für die Bearbeiter der AF Hinweise auf wichtige Produktionsbereiche und Gütergruppen sowie auf wichtige Aspekte innerhalb dieser Gruppierungen, gibt:

- spezifisch kumulierte Beiträge (**Abb. 2.1**) zeigen die Landwirtschaft, Rohstoffgewinnung, Energiewirtschaft und die Grundstoffindustrie als die umweltintensivsten an. In ihnen sind hohe direkte Beiträge zu finden;

- Investitionsgüter-, Konsumgüterproduzenten sowie Dienstleistungen sind zwar wenig umweltintensiv aber aufgrund ihrer Größe bedeutsam. Für diese Bereiche sind direkte Beiträge weniger wichtig, die Vorproduktwahl ist von höchster Bedeutung (vgl. unter **Abb. 2.5**). Für die Dienstleistungen sind zusätzlich deren Investitionen zu beachten.

Zu den Ergebnissen im einzelnen:

- Aufgrund gleichzeitiger hoher Umweltintensität (**Abb. 2.1**) und hoher absoluter (kumulierter) Beiträge (nicht abgebildet) sind die Elektrizitätserzeugung (3), die Chemische Industrie (9), die Eisen- und Stahlherstellung (16), die Landwirtschaft (1) und - etwas eingeschränkt - der Kohlebergbau (6), die Papiererzeugung (32), die Nahrungsmittelindustrie (38) sowie Gewinnung von Steine und Erden (13) als neuralgisch anzusehen.
- Aufgrund ihrer Größe können folgende Produktionsbereiche insbesondere über Vorprodukte die Umweltbelastungen stark beeinflussen: Bausektor (41), der Abfall inkl. Bauschutt beherrscht, Straßenfahrzeugbau (23), Maschinenbau (21), Herstellung von (H. v.) elektrotechnischen Erzeugnissen (26), Gebietskörperschaften (56) und sonstige Dienstleistungen (55).
- Sehr hohe Umweltintensitäten weisen auf: Nichtkohlebergbau (8), Erdöl- und Ergaserzeugung (8), H. v. Nichteisenmetallen (17), H. v. Gießereierzeugnissen (18) und H. v. Glas (15).

Nach einer Untersuchung der inländischen Produktionstätigkeiten ist es naheliegend, sich der anderen Quelle für in Deutschland verfügbare Güter zuzuwenden: Den Importen. Diese werden im Zusammenhang mit den Exporten diskutiert, um einen Gesamtüberblick über die Außenhandelsbeziehungen zu geben.

2.1.2 Zur Bedeutung des Außenhandels

Die Im- und Exporte wurden aufgrund ihres Umfangs eigens untersucht. Als Beispiel wird ein Ergebnis zu den Eigenschaften der kompletten Im- und Exportgüterbündel präsentiert, das in einer Zusammenfassung auch unter Bezugnahme auf einzelne Im- und Exportgütern interpretiert wird.

Die IO-Analyse ist sehr gut geeignet, um folgende interessante Frage zu beantworten: In welcher Höhe müssten z.B. THG-Emissionen für Deutschland ausgewiesen werden, wenn man die Produktion der Güter, die in Deutschland verwendet werden, zugrundelegen würde? In **Abb. 2.2**, linke Hälfte, wird die Frage anhand des monetär gemessenen Güteraufkommens (enthält alle Güter und Dienstleistungen) verdeutlicht: Die in Deutschland verfügbaren Güter werden entweder in Deutschland erzeugt oder aber importiert. Dabei entsprach der Import 1993 21,6% der Erzeugung im Inland (sämtliche weiteren Prozentzahlen in diesem Abschnitt beziehen sich auf die Erzeugung im Inland), was zu einem Güteraufkommen von 121,6% der deutschen Produktion führt. Dieses Güteraufkommen wird entweder im Inland verwendet (99,4%) oder exportiert (22,2%). Im Inland wurden also etwa 0,6% weniger Güter verwendet als produziert (Außenbeitrag). Diese Differenz muss sich aus bilanztechnischen Gründen sowohl aus Export minus Import als auch aus Erzeugung im Inland minus Verwendung im Inland ergeben. Dieser Zusammenhang wurde für die Beantwortung der Eingangsfrage genutzt.

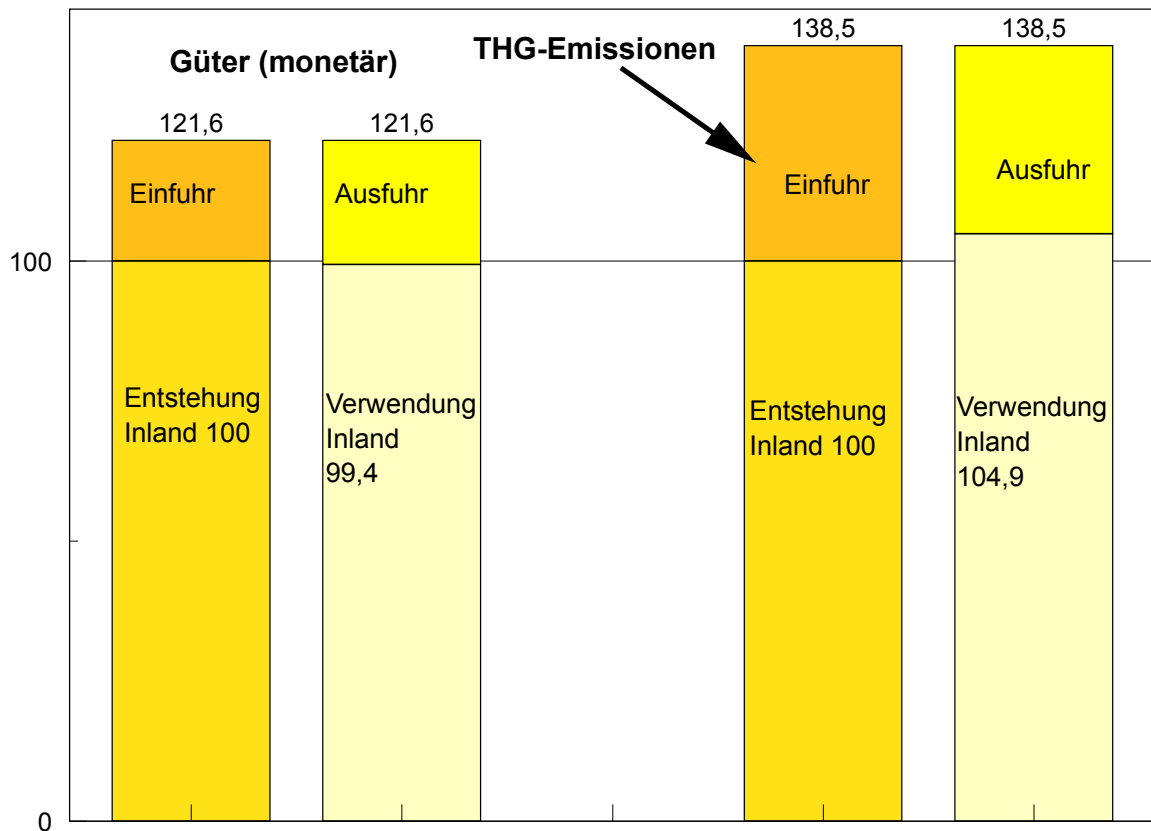


Abb. 2.2: Zur Bedeutung des Außenhandels für THG-Emissionen (Entstehung in Deutschland = 100)

Abb. 2.2, rechte Hälfte, zeigt das Ergebnis für die THG-Emissionen. Bei der Produktion der Importe entstehen im Ausland 38,5% der deutschen THG-Emissionen. Für den Export und die heimischen Verwendung erhält man entsprechende Größen in Höhe von 33,6% bzw. 104,9%. Demnach sind mit den Importen um 4,9% höhere THG-Emissionen verbunden als mit den Exporten. Dies ist gleichbedeutend mit der Aussage, dass die Produktion der in Deutschland verwendeten Güter die THG-Emissionen in Deutschland um 4,9% übersteigt. Der Unterschied ist für andere Indikatoren deutlich niedriger. Generell ergibt sich folgendes Gesamtbild: Die mit der Verwendung in Deutschland verbundenen Beiträge entsprechen etwa den in Deutschland entstehenden. Ausnahmen sind die THG-Emissionen (Güterverwendung ca. 5% höher) und die VSG-Emissionen (Güterverwendung ca. 15% höher).

Insbesondere für diese beiden Größen sind die landwirtschaftlichen Importe und tlw. Nahrungsmittelimporte sehr wichtig, da die hohen Werte für die THG-Emissionen und VSG-Emissionen hauptsächlich aus den diesen Gütern zugerechneten Methanemissionen bzw. Ammoniakemissionen resultieren. Da Methan und Ammoniak überwiegend in der Tierhaltung entstehen, ist der Anteil der Produkte tierischen Ursprungs an den landwirtschaftlichen Im- bzw. Exporten sehr wichtig. In der top-down-Analyse wurde nun aber nicht zwischen Nahrungsmitteln tierischen und pflanzlichen Ursprungs unterschieden. Da zusätzlich die landwirtschaftlichen Importe im Vergleich zur inländischen Erzeugung

relativ hoch sind, wird für das AF Landwirtschaft und Ernährung eine Analyse landwirtschaftlicher Importe und deren Produktion im Ausland vorgeschlagen.

Allgemein zeigt die Analyse, dass sowohl das Import- als auch das Exportgüterbündel relativ umweltintensiv produziert werden. Die Gesamtmenge der z.B. durch die Produktion der Importe ausgelösten Belastungsbeiträge liegt mit einer Größenordnung von 30-50% (THG: 38,5%) deutlich über dem monetären Anteil von 21,6%. Dies wird durch einen Blick auf die zusätzlich zu landwirtschaftlichen Erzeugnissen wichtigsten Importgüter verständlich (vgl. Abschnitt 2.1): Zu nennen sind Erdöl und -gas sowie Mineralölprodukte, die größtenteils über die Kraftstoffkette im AF Mobilität und die Raumwärme im AF Bauen und Wohnen abgedeckt werden. Hinzu kommen Papierimporte (AF Information und Kommunikation) sowie Nichteisenmetalle. Mit den hohen Exporten chemischer Erzeugnisse ist auch ein Großteil der Exportgüter sehr umweltintensiv. Daneben sind allerdings die Exporte der weniger umweltintensiv produzierten Straßenfahrzeuge (AF Mobilität) und Maschinen von großer Bedeutung.

Mit der Untersuchung der Produktionsbereiche und des Außenhandels sind wichtige Eigenschaften der gesamten deutschen Volkswirtschaft charakterisiert. Damit kann man sich Teilsystemen der Volkswirtschaft - wie Aktivitätsfelder - zuwenden, die nun nicht nur für sich analysiert sondern auch in die gesamte Volkswirtschaft eingeordnet werden können.

2.2 Zum Aktivitätsfeld Mobilität

Die Struktur des Aktivitätsfelds Mobilität als Teilsystem der deutschen Volkswirtschaft wird in **Abb. 2.3** skizziert. Um dabei die Verbindung zwischen dem AF und der gesamten Volkswirtschaft zu verdeutlichen, wird das AF weitgehend nach volkswirtschaftlichen Kategorien geordnet. Da an dieser Stelle Ergebnisse im Vordergrund stehen, wird das System anhand eines konkreten Beispiels – den THG-Emissionen - erläutert.

Das Flussdiagramm in **Abb. 2.3** zeigt, wo die THG-Emissionen entstehen (direkte Emissionen) und wofür die entsprechenden Güter - bewertet mit der Masse der Emissionen - verwendet werden (Endnachfrage). Unmittelbar der Mobilität dienende unternehmerische Leistungen (z.B. Fahrzeugbau und Gütertransporte), die definitionsgemäß kein Teil der Endnachfrage sind, sind unter „Fahrzeugbau u. Verkehrsleistungen“ dazwischengeschaltet.

Das THG-Aufkommen des AF Mobilität von 362 Mt erhält man, indem man ausgehend von den Güterkäufen der Haushalte für Mobilität, deren Verkehrsbewegungen und staatlichen Verwaltungstätigkeiten für den Verkehr („Konsum“), den Verkehrsbauten (Teil der „Nettoinvestitionen“), dem Fahrzeugbau und den unternehmerischen Verkehrsleistungen („Fahrzeugbau u. Verkehrsleistungen“) den Vorleistungsketten up-stream folgt und dabei sämtliche direkten THG-Emissionen addiert. Folgt man zusätzlich den unternehmerischen Leistungen für Mobilität (z.B. Fahrzeugbau) down-stream bis zur Bilanzgrenze, so wird z.B. sichtbar, dass mit dem Export – u.a. von Fahrzeugen - 42 Mt verbunden sind. Aus einer konsistenten Zusammenfassung dieser Zusammenhänge resultiert die **Abb. 2.3**.

Aufgrund des konsistenten Bilanzierungssystems kann das Aufkommen von 362 Mt sowohl als Summe über alle direkten Emissionen als auch als Summe über die Endnachfrage errechnet werden. Ebenso sind die mit den Importen verbundenen THG-Emissionen (82 Mt), die in der Graphik durch grau unterlegte Zahlen kenntlich gemacht wurden, sowohl unter „Vorleistungen Ausland“ als auch als Summe der grauen Felder unter „Endnachfrage“ zu finden. Beispielsweise entstehen die 11 Mt unter „Nettoinvestitionen“ im Verhältnis 7:4 im In- und Ausland. Dieses Verhältnis differiert, da je nach Bereich Importgüter in verschiedenem Umfang und in verschiedener Zusammensetzung relevant sind. Damit dürften auch Reduktionsmaßnahmen in einzelnen Bereichen in verschiedenem Maße im In- und Ausland wirken. Aufgrund der globalen Wirkung von THG-Emissionen ist dies ökologisch irrelevant, mag aber gleichwohl politisch von Bedeutung sein.

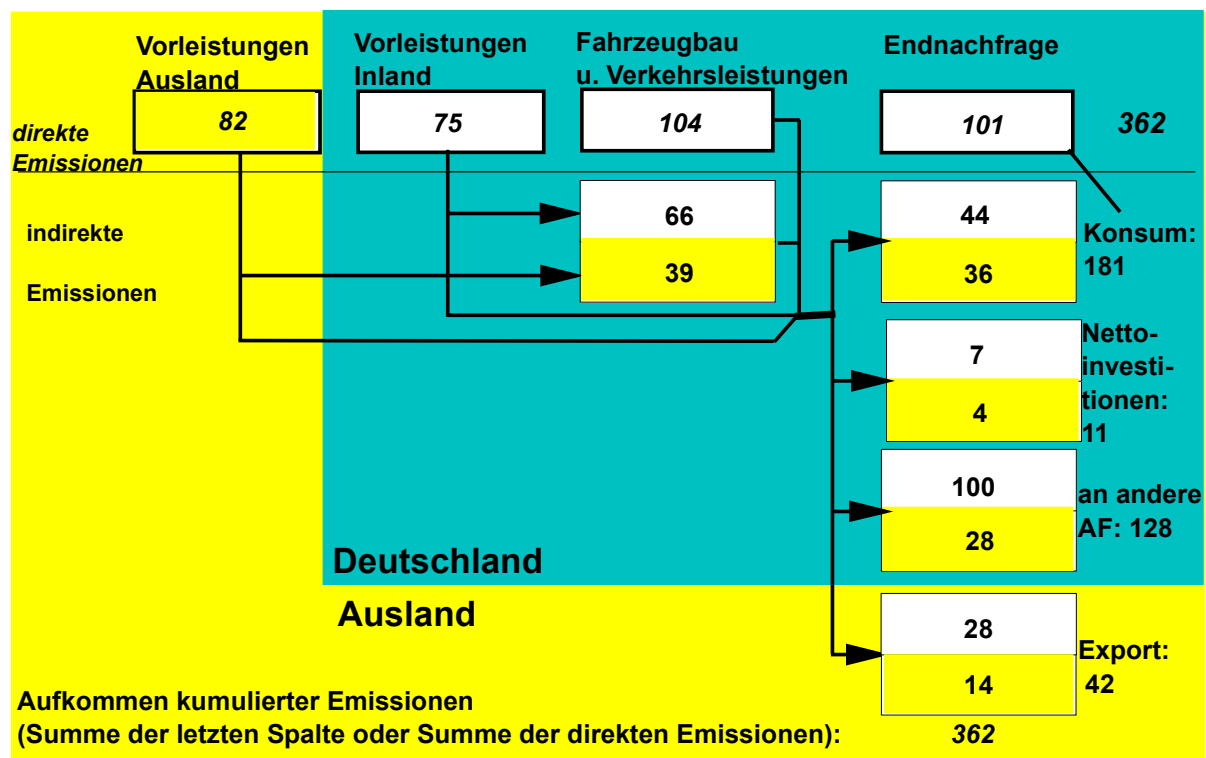
Im einzelnen setzt sich das THG-Aufkommen von 362 Mt wie folgt zusammen:

- 101 Mt werden durch den Kraftstoffverbrauch im motorisierten Individualverkehr der privaten Haushalte emittiert („Endnachfrage“, „direkte Emissionen“)
- 104 Mt werden vom Fahrzeugbau und dem Straßengüter- und Geschäftsverkehr emittiert („Fahrzeugbau u. Verkehrsleistungen“, „direkte Emissionen“). Davon stammen 99 Mt aus dem Kraftstoffverbrauch und 5 Mt aus dem Fahrzeugbau (nicht in der Abbildung ersichtlich).
- Hinzu kommen 75 Mt durch Vorleistungen aus dem Inland („Vorleistungen Inland“). Diese Position enthält z.B. Emissionen aus der inländischen Stromerzeugung für den Schienenverkehr und aus der Stahlerzeugung für den Fahrzeugbau.
- Schließlich werden 82 Mt bei der Produktion von Vorleistungen im Ausland emittiert („Vorleistungen Ausland“). Hier sind z.B. Emissionen aus der Produktion von importierten Straßenfahrzeugen und aus der Gewinnung und dem Transport von Erdöl subsumiert.

Mit 200 Mt, die sich aus den 101 Mt unter „Konsum“ und 99 Mt von den Verkehrsleistungen der Unternehmen ergeben, dominiert der Kraftstoffverbrauch als Quelle. Zieht man vom Aufkommen zusätzlich die 5 Mt direkten THG-Emissionen aus dem Fahrzeugbau ab, so verbleiben 157 Mt. Um diese zu untersuchen, muss man sich die Vorleistungen der Mobilitätsbereiche zuwenden – z.B. unter „Fahrzeugbau und Verkehrsleistungen“, „indirekte Emissionen“.

Die Vorleistungen für diese Bereiche sind für 105 Mt (66 Mt +39 Mt) THG-Emissionen verantwortlich. Neben der Straßenfahrzeugproduktion in Deutschland, auf die ca. 60 Mt/a der indirekten Emissionen entfallen, sind hier insbesondere die Kraftstoffbereitstellung sowie der Stromverbrauch im Verkehr zu nennen. Der restliche Fahrzeugbau fällt kaum ins Gewicht. Das deutet darauf hin, dass mit dem Energieverbrauch für Verkehrsbewegungen und dessen Vorkette sowie dem Straßenfahrzeugbau, inkl. Vorprodukten, bereits ein Großteil der THG-Emissionen erfasst wird. Ob diese Aussage für das gesamte Aktivitätsfeld gilt, kann anhand der Spalte „Endnachfrage“ untersucht werden. Dort sind neben der inländischen Produktion von Straßenfahrzeugen und den Leistungen der inländischen Speditionen alle weiteren zu Mobilität gehörenden Güter zu finden. Dabei handelt es sich z.B. um von deutschen Haushalten oder Unternehmen gekaufte ausländische Straßenfahrzeuge („Vorleistungen Aus-

land“ an „Konsum“ bzw. „Nettoinvestitionen“) und Beton für den Straßenbau („Vorleistungen Inland“ an „Nettoinvestitionen“).



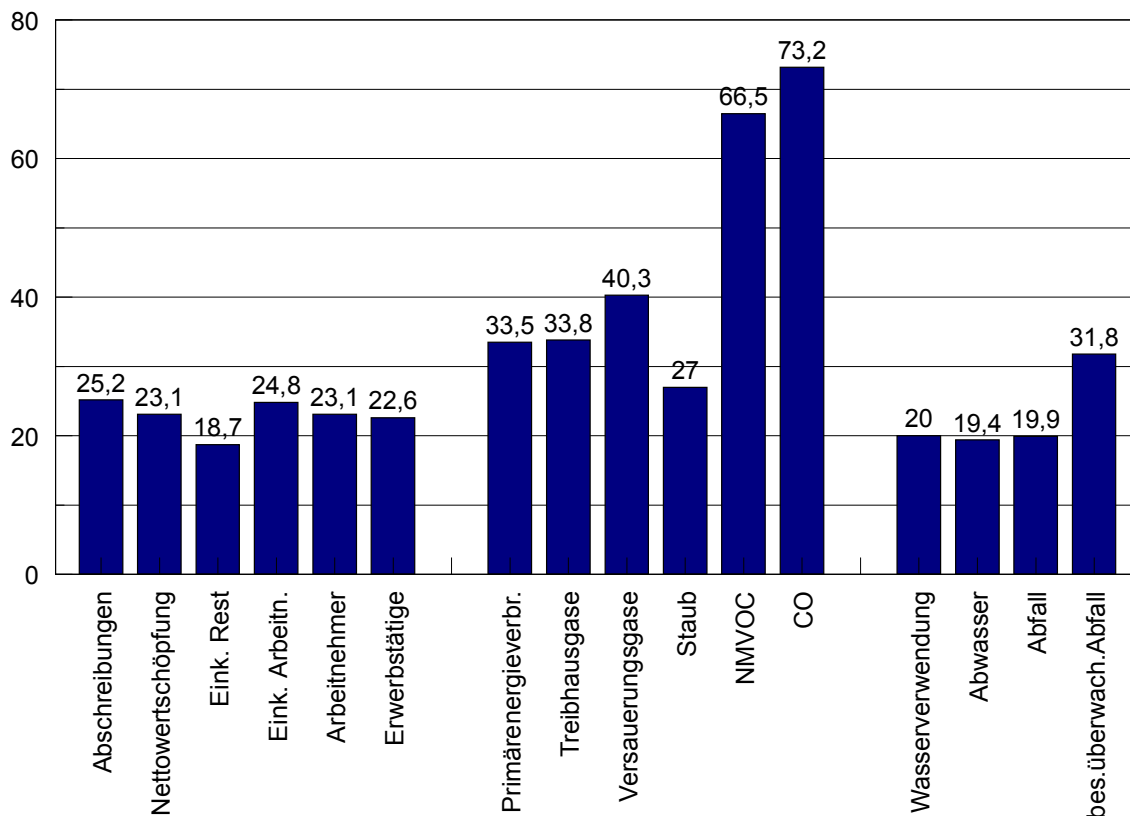
Quelle: Eigene Berechnung

Abb. 2.3: Flussdiagramm für das AF Mobilität am Beispiel der THG-Emissionen (in Mt; 1993)

Unter „Endnachfrage“ fallen die geringen Beiträge der „Nettoinvestitionen“ (11 Mt) und die sehr hohen Beiträge von „an andere AF“ (128 Mt) auf. Der kleine Wert für Nettoinvestitionen weist auf eine geringe Bedeutung des Zubaus von Verkehrswegen hin, welcher unter Nettoinvestitionen subsumiert ist. Hingegen sind Tätigkeiten des AF Mobilität für andere AF sehr wichtig („an andere AF“). Hierbei handelt es sich überwiegend um Geschäftsfahrten und Gütertransporte von z.B. Nahrungsmittel oder Baumaterialien für den Wohnungsbau (AF „Landwirtschaft & Ernährung“ und „Bauen und Wohnen“). Demnach haben andere AF einen großen Einfluss auf die THG-Emissionen in Mobilität.

Eine nähere Analyse der gesamten „Endnachfrage“ bestätigt, dass mit dem Energieverbrauch im Verkehr und der Herstellung von Straßenfahrzeugen – auch der importierten Straßenfahrzeuge – die wesentlichen THG-Quellen im AF Mobilität erfasst werden. Auch für die anderen untersuchten Indikatoren (s.u.), unter denen allerdings kein Flächenindikator zu finden ist, reichen die genannten Bereiche für eine weitgehende Erfassung des AF Mobilität. Eine Ausnahme ist jedoch zu nennen: Für Abfall, inkl. Bauschutt, erhält man für Verkehrsbauten einen Anteil von ca. 30% am Gesamtbeitrag des AF Mobilität, was 6% der deutschen Abfallentstehung entspricht. Zum Vergleich können die unbedeutenden Anteile der Verkehrsbauten am Gesamtbeitrag des AF Mobilität für andere Indikatoren aufgeführt werden: Die Anteile betragen ca. 2,5% am Primärenergieverbrauch (PEV) und den Luftschadstoffemissionen sowie 5% an den restlichen Indikatoren im AF Mobilität.

Die untersuchten Indikatoren sind in **Abb. 2.4** aufgeführt, in der ein Überblick über das AF Mobilität gegeben wird. Dort ist jeweils die Aufkommensgröße für das AF Mobilität, bezogen auf den entsprechenden Wert im Inland (Deutschland=100), abgebildet. Beispielsweise liegen dem Wert für die THG-Emissionen die 362 Mt aus **Abb. 2.3** zugrunde, die sowohl die im In- als auch im Ausland entstehenden THG-Emissionen umfassen. Dividiert man diese 362 Mt durch die deutschen THG-Emissionen im Jahr 1993 (1072 Mt) und multipliziert das Ergebnis mit 100, so erhält man den Wert 33,8 in **Abb. 2.4**. Die 33,8 besagt demnach, dass das Aktivitätsfeld Mobilität weltweit THG-Emissionen in Höhe von 33,8% der deutschen Emissionen auslöst.



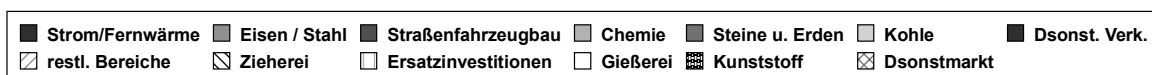
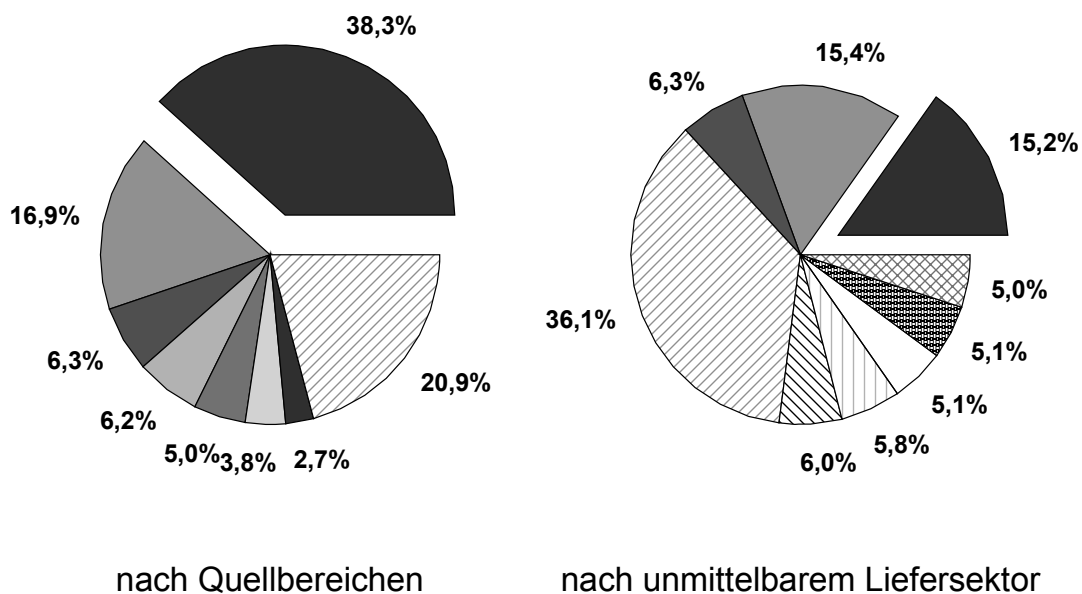
Quelle: Eigene Berechnung

Abb. 2.4: Aufkommenswerte einzelner Indikatoren im AF Mobilität bezogen auf die Werte für Deutschland (Deutschland = 100)

Die Indikatoren wurden in **Abb. 2.4** in drei Blöcke gegliedert: Von links der erste Block bietet ökonomisch/soziale Indikatoren, der zweite den PEV sowie Luftschadstoffemissionen und der dritte je zwei Wasser und Abfall betreffende Größen. Erkennbar sind der PEV und die Luftschadstoffemissionen (außer Staub) sowie der besonders überwachungsbedürftige Abfall („Sondermüll“) besonders wichtige Größen. Dabei sind NMVOC, CO und daneben die VSG hervorzuheben. Will man diese Emissionen deutlich reduzieren, so wird man im AF Mobilität ansetzen müssen.

Mit 20-25% für all diese Größen dient ein beträchtlicher Anteil der wirtschaftlichen Aktivitäten der Mobilität. Als Ausnahme ist der geringe Anteil des „restlichen Einkommens“ - das sich als Summe der Vermögenseinkommen, der Entlohnung für die Arbeit Selbständiger und der Produktionssteuern abzüglich der Subventionen errechnet - zu nennen. Der geringe Wert beruht zum einen auf der äußerst

prekären ökonomischen Situation des Schienenverkehrs in 1993. Zum anderen enthält das restliche Einkommen Residualeinkommen, die besonders schnell und stark auf Konjunkturschwankungen reagieren. Da die Herstellung von Investitions- und langlebigen Gebrauchsgütern, wie Fahrzeugen, überdurchschnittlich von Rezessionen getroffen wird, dürfte auch die Rezession in 1993 zu dem relativ geringen Anteil beitragen. Er ist folglich als vorübergehendes Phänomen einzuschätzen und dürfte bei gleichzeitiger, entsprechender Erhöhung des Anteils der Wertschöpfung in Nicht-Rezessionsjahren höher liegen. Für die anderen ökonomisch/sozialen Größen sind keine derartigen konjunkturellen Besonderheiten im Vergleich zur Gesamtentwicklung zu vermuten. Die anderen ökonomischen/sozialen Größen deuten auf keine ausgeprägten Besonderheiten hin. Um jedoch den Informationsgehalt dieser Größen zu verdeutlichen, wird trotzdem eine Auswertungsmöglichkeit angeführt: Der größere Anteil der Arbeitnehmereinkommen im Vergleich zur Anzahl der Arbeitnehmer weist auf einen relativen hohen Durchschnittslohn hin, was als Indiz für einen relativ human- oder sachkapitalintensiven Bereich angesehen werden kann. Verbunden mit dem im Vergleich zur Wertschöpfung hohen Anteil der Abschreibungen lässt sich als eine Erklärung eine relativ hohe Kapitalintensität vermuten. Da allerdings diese unterschiedlichen Anteile nicht sonderlich ausgeprägt sind, sind die ökonomischen/sozialen Größen für das gesamte Aktivitätsfeld generell als wenig auffällig einzustufen. Als Besonderheiten von Mobilität bleiben demnach der PEV, die Luftschadstoffemissionen - mit besonderer Bedeutung von CO, den NMVOC und den VSG – sowie der Sondermüll festzuhalten, die überwiegend durch den Energieverbrauch für den Verkehr – insbesondere der Kraftstoffkette - und dem in- und ausländischen Straßenfahrzeugbau entstehen.



Quelle: Eigene Berechnung

Abb. 2.5: Herkunft der kumulierten THG-Emissionen im Straßenfahrzeugbau (64 Mt)

Da gezeigt wurde, dass der Straßenfahrzeugbau in Deutschland besonders wichtig ist, wird er beispielhaft für THG näher untersucht (**Abb. 2.5**). Ihm sind 64 Mt kumulierte THG-Emissionen zuzurechnen. Die beiden Kreisdiagramme zeigen, wo sie emittiert werden und durch welche Käufe des Straßenfahrzeugbaus sie mit ihm verbunden sind. Die zwei Aufteilungen der 64 Mt können anhand der hervorgehobenen Beiträge von Elektrizität/Fernwärme (38,3% „nach Quellbereichen“; 15,2% „nach unmittelbarem Liefersektor“) erläutert werden. Man kann zum einen die Perspektive des Straßenfahrzeugbaus einnehmen. In diesem Sektor kennt man die Produkte, die man kauft; z.B. kann der Stromverbrauch am Zähler abgelesen werden. Die THG-Emissionen, die über alle Vorprodukte mit dem Bezug dieses Stroms verbunden sind, sind unter „nach unmittelbaren Liefersektoren“ abzulesen: Für die Stromkäufe des Straßenfahrzeugbaus sind 15,2% von 64 Mt zu veranschlagen (ca. 10 Mt.). Die Aufteilung „nach Quellbereichen“ gibt eine andere Perspektive wieder. Sie zeigt, dass die Stromerzeugung 38,3% zu den kumulierten THG-Emissionen des Straßenfahrzeugbaus beiträgt. In diesen 38,3% sind dabei z.B. auch die THG-Emissionen enthalten, die durch die Stromerzeugung für die Produktion der Nichteisenmetalle entstehen, welche an den Straßenfahrzeugbau geliefert werden. In **Abb. 2.5** wurden für die beiden Aufteilungen die jeweils 7 bzw. 8 bedeutendsten Sektoren separat ausgewiesen und die jeweils restlichen zusammengefasst.

Die beiden Diagramme zeigen folgendes:

- der Energieträgermix in der Stromerzeugung ist wesentlich wichtiger als der direkte Stromverbrauch im Straßenfahrzeugbau;
- da ein großer Anteil der Vorleistungen auf Dienstleistungen entfällt, tragen Dienstleistungen beachtenswerte Mengen zu den kumulierten Emissionen bei (z.B.: Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen („Dsonstmarkt“)),
- die direkten Emissionen sind im Vergleich zu den indirekten relativ klein (6,3%); ähnliches gilt für die den Ersatzinvestitionen zuzurechnenden Emissionen (5,8%);

Hinzu kommen die oben für die betrachteten Indikatoren abgeleiteten Ergebnisse:

- Verkehrsbauten sind – außer für Abfall inkl. Bauschutt – im AF Mobilität von untergeordneter Bedeutung,
- über die Produktion von Straßenfahrzeugen im In- und Ausland und den Energieeinsatz für Verkehrsbewegung (jeweils inkl. Vorprodukte) kann der größte Teil der Beiträge erfasst werden,
- wichtige Ansatzpunkte sind der durch andere Aktivitätsfelder induzierte Güter- und Geschäftsverkehr sowie der motorisierte Individualverkehr der privaten Haushalte;
- das AF Mobilität trägt in besonderem Maße zum Primärenergieverbrauch und den Luftschadstoffemissionen (außer Staub) sowie zum Aufkommen von besonders überwachungsbedürftigen Abfall bei. Hervorzuheben sind CO, NMVOC und VSG.

3. Zur zeitlichen Entwicklung

3.1 Zur zeitlichen Entwicklung der CO₂-Emissionen in ausgewählten Aktivitätsfeldern

In diesem Abschnitt wird eine Übersicht über die Entwicklung der CO₂-Emissionen in den Aktivitätsfeldern "Bauen und Wohnen" (Abb. 3.1), "Mobilität" (Abb. 3.2) und "Ernährung und Landwirtschaft" (Abb. 3.3) dargestellt und kommentiert. Diese drei Aktivitätsfelder weisen die höchsten CO₂-Emissionen aller betrachteten Aktivitätsfelder auf. Aktivitätsfelder weisen gegenseitige Überlappungen auf, insofern dürfen die CO₂-Werte für eine Gesamtbetrachtung der Aktivitätsfelder nicht einfach addiert werden. Ohne diese Überlappungen erfolgte in diesen drei Aktivitätsfeldern etwa 80% der gesamten CO₂-Erzeugung im Inland (1993), was die Bedeutung dieser drei Aktivitätsfelder für CO₂-Emissionen, aber auch für andere vorwiegend energiebedingte Luftschadstoffe sowie für den Energieverbrauch unterstreicht.

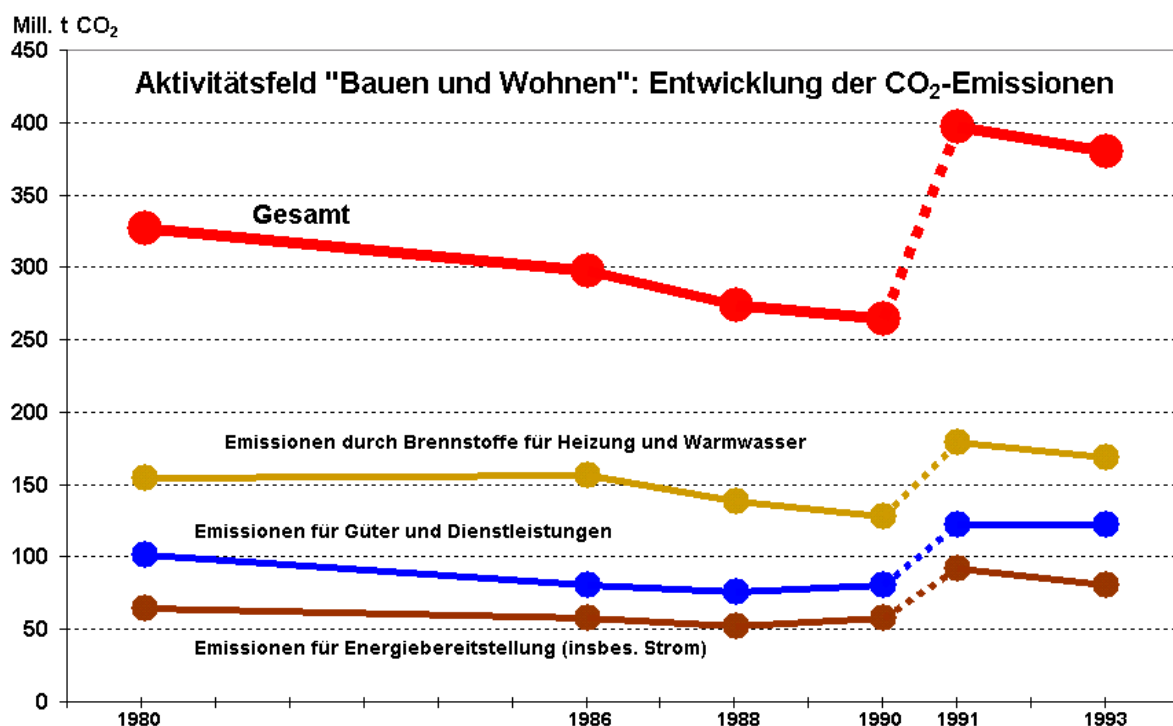


Abb. 3.1: Zeitliche Entwicklung der CO₂-Emissionen im Aktivitätsfeld „Bauen und Wohnen“ (nur Emissionen im Inland)

Die gestrichelten Linienteile sollen den Sprung durch die Erweiterung um die Neuen Bundesländer und die damit verbundene eingeschränkte Vergleichbarkeit vor und nach der Wiedervereinigung darstellen. Deutlich ist zu erkennen, dass die Emissionen für die Aktivitätsfelder "Bauen und Wohnen" und "Ernährung und Landwirtschaft" eine kontinuierlich fallende Tendenz aufweisen. Allerdings wurde dieser Trend durch die Wiedervereinigung unterbro-

chen, setzte sich danach aber offenbar von einem höheren Niveau aus weiter fort. Für das Aktivitätsfeld "Mobilität" ergibt sich hingegen ein stetiger Anstieg der Emissionen.

Zu diesen Abbildungen ist von besonderem Interesse, daß nicht nur die Gesamtbilanz für die einzelnen Jahre erstellt wurde, sondern dass diese Gesamtbilanz auf einer Vielzahl von Einzelgrößen basiert, die prinzipiell auch in ihrer zeitlichen Entwicklung darstellbar sind und somit die Voraussetzungen für Ursachenanalysen liefern. In den Grafiken sind hierfür als erster Schritt die Aufgliederungen auf die CO₂-Emissionen für die direkt verwendeten Energieträger (Strom, Brenn- und Kraftstoffe und den hierfür erforderlichen kumulierten Vorleistungen) einerseits und die kumulierten CO₂-Emissionen für die Verwendung von Gütern und Dienstleistungen andererseits eingetragen. Die jeweiligen Beiträge besitzen in den drei Aktivitätsfeldern erwartungsgemäß deutlich unterschiedliche Anteile.

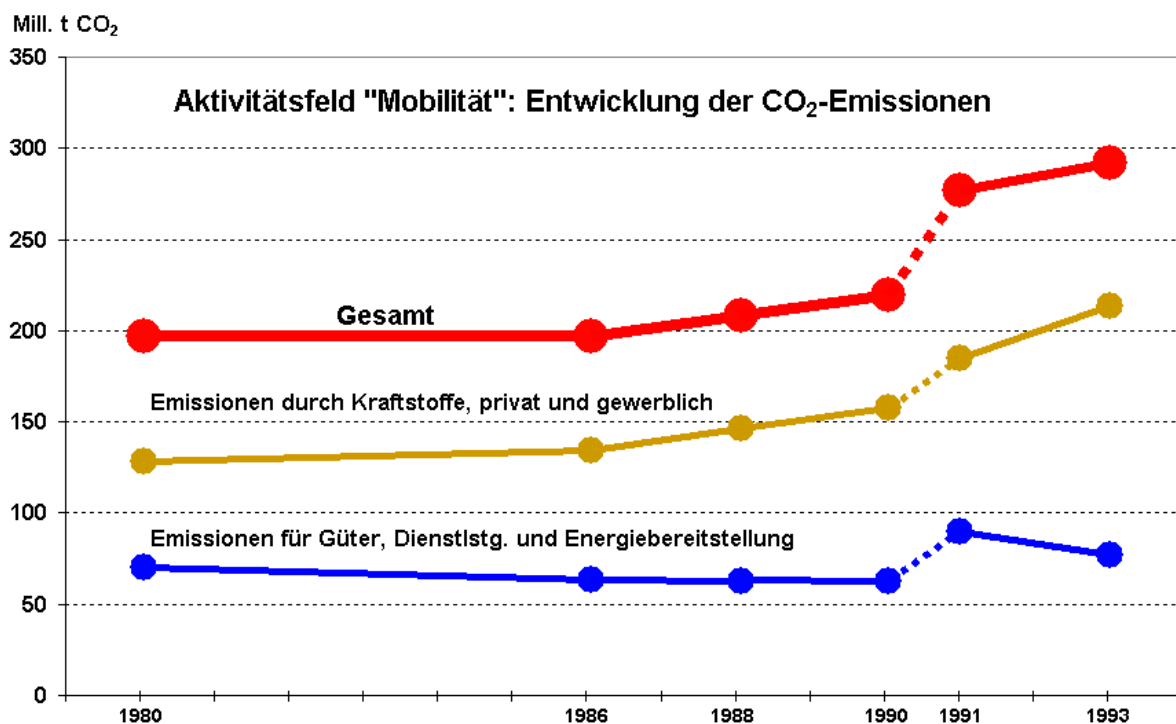


Abb. 3.2: Zeitliche Entwicklung der CO₂-Emissionen im Aktivitätsfeld „Mobilität“ (nur Emissionen im Inland)

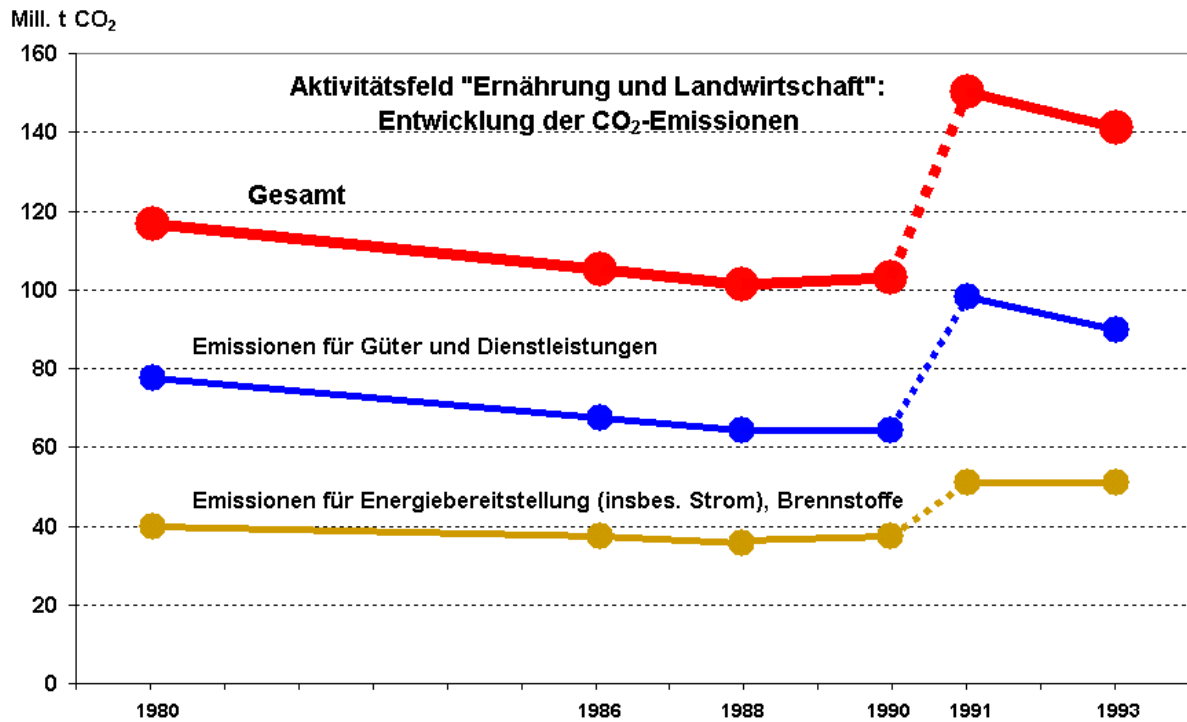


Abb. 3.3: Zeitliche Entwicklung der CO₂-Emissionen im Aktivitätsfeld „Ernährung und Landwirtschaft“ (nur Emissionen im Inland)

Die Zurechnung der CO₂-Emissionen für 1995 ist vorgesehen, trotz vorhandener Basisdaten konnten bisher die entsprechenden Rechnungen aufgrund der Umstellung der Systematik der Input-Output-Tabellen aber noch nicht durchgeführt werden.

3.2 Zur zeitlichen Entwicklung der SO₂-Emissionen im Aktivitätsfeld "Bauen und Wohnen"

In unmittelbarem Anschluss an die zeitliche Entwicklung für die CO₂-Emissionen bietet es sich an, die entsprechenden Betrachtungen auf weitere Schadstoffemissionen auszuweiten. Hierzu wird beispielhaft in Abb. 3.4 die Entwicklung der SO₂-Emissionen für das Aktivitätsfeld "Bauen und Wohnen" aufgezeigt.

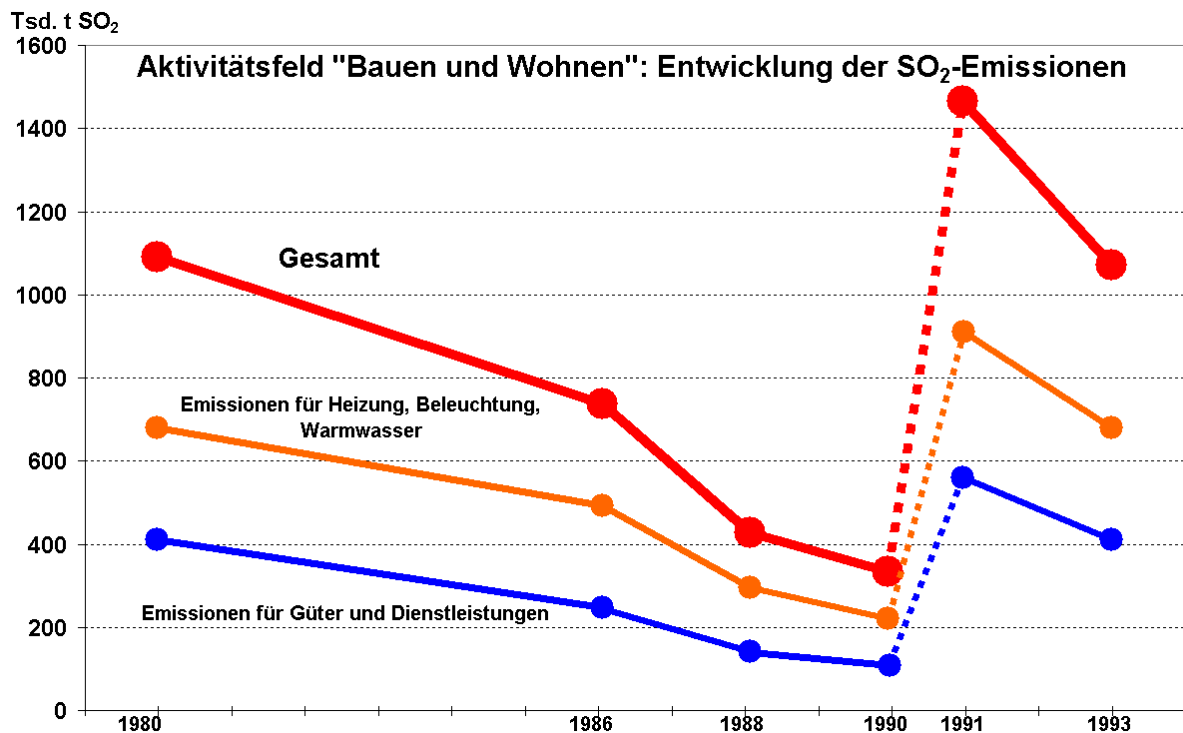


Abb. 3.4: Zeitliche Entwicklung der SO₂-Emissionen im Aktivitätsfeld "Bauen und Wohnen" (nur Emissionen im Inland)

Im Vergleich zu den CO₂-Emissionen (Abb. 3.1) ist der Abfall der Emissionen von 1980 bis 1990 deutlich stärker ausgeprägt, wozu insbesondere die Entschwefelungsmaßnahmen bei Kraftwerken, aber auch weitere Effekte wie die Umstellung auf schwefelärmere Brennstoffe beigetragen haben. Durch die Wiedervereinigung erfolgte auch bei den SO₂-Emissionen ein sprunghafter Anstieg. Von 1991 bis 1993 ist aber bereits wieder ein deutlicher Rückgang erkennbar, der auch wiederum deutlich stärker ausfällt als bei den CO₂-Emissionen.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch, dass trotz der erheblichen Schwankungen der SO₂-Emissionen im Aktivitätsfeld "Bauen und Wohnen" der Anteil an den gesamten inländischen SO₂-

Emissionen relativ stabil blieb, er bewegte sich zwischen 33% und 37 %. Für CO₂ bewegte sich im gleichen Zeitraum der Anteil zwischen 38% und 43%, was auf etwas höherem Niveau eine praktisch identische Schwankungsbreite wie bei SO₂ bedeutet, obwohl die Absolutwerte der Emissionen sich für CO₂ deutlich moderater entwickelten.

Anhang: Übersicht über die Produktionsbereiche in der Systematik der Input-Output-Tabellen bis 1993

Nummer	offizielle Bezeichnung
1	Erzeugung von Produkten der Landwirtschaft
2	Erzeugung von Produkten der Forstwirtschaft, Fischerei usw.
3	Erzeugung und Verteilung von Elektrizität, Dampf, Warmwasser
4	Erzeugung und Verteilung von Gas
5	Gewinnung und Verteilung von Wasser
6	Gewinnung von Kohle, Herstellung von Erzeugnissen des Kohlebergbaus
7	Gewinnung von Bergbauerzeugnissen (ohne Kohle, Erdöl, Erdgas)
8	Gewinnung von Erdöl, Erdgas
9	Herstellung von chemischen Erzeugnissen, Spalt- und Brutstoffen
10	Herstellung von Mineralölerzeugnissen
11	Herstellung von Kunststoffherzeugnissen
12	Herstellung von Gummierzeugnissen
13	Gewinnung von Steine und Erden, Herstellung von Baustoffen usw.
14	Herstellung von feinkeramischen Erzeugnissen
15	Herstellung von Glas und Glaswaren
16	Herstellung von Eisen und Stahl
17	Herstellung von NE-(Nichteisen-)Metallen, NE-Metallhalbzeug
18	Herstellung von Gießereierzeugnissen
19	Herstellung von Erzeugnissen der Ziehereien, Kaltwalzwerke usw.
20	Herstellung von Stahl- und Leichtmetallerzeugnissen, Schienenfahrzeugen
21	Herstellung von Maschinenbauerzeugnissen
22	Herstellung von Büromaschinen, ADV-Geräten und –einrichtungen
23	Herstellung von Straßenfahrzeugen
24	Herstellung von Wasserfahrzeugen
25	Herstellung von Luft- und Raumfahrzeugen
26	Herstellung von elektrotechnischen Erzeugnissen
27	Herstellung von feinmechanischen und optischen Erzeugnissen, Uhren
28	Herstellung von Eisen-, Blech- und Metallwaren (EBM-Waren)
29	Herstellung von Musikinstrumenten, Spielwaren, Sportgeräten, Schmuck usw.
30	Bearbeitung von Holz
31	Herstellung von Holzwaren, Reparaturen an Gebrauchsgütern aus Holz u.ä.
32	Herstellung von Holzschliff, Zellstoff, Papier und Pappe

Nummer	offizielle Bezeichnung
33	Herstellung von Papier- und Pappwaren
34	Herstellung von Erzeugnissen der Druckerei und Vervielfältigung
35	Herstellung von Leder, Lederwaren, Schuhen
36	Herstellung von Textilien
37	Herstellung von Bekleidung
38	Herstellung von Nahrungsmittel (ohne Getränke)
39	Herstellung von Getränken
40	Herstellung von Tabakwaren
41	Hoch- und Tiefbau u.ä.
42	Ausbau
43	Leistungen des Großhandels u.ä., Rückgewinnung
44	Leistungen des Einzelhandels
45	Leistungen der Eisenbahnen
46	Leistungen der Schifffahrt, Wasserstraßen, Häfen
47	Leistungen des Postdienstes und des Fernmeldewesens
48	Leistungen des sonstigen Verkehrs
49	Leistungen der Kreditinstitute
50	Leistungen der Versicherungen (ohne Sozialversicherung)
51	Vermietung von Gebäuden und Wohnungen*
52	Marktbestimmte Leistungen des Gastgewerbes und der Heime
53	Leistungen der Wissenschaft und Kultur und der Verlage**
54	Marktbestimmte Leistungen des Gesundheits- und Veterinärwesens
55	Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen***
56	Leistungen der Gebietskörperschaften+
57	Leistungen der Sozialversicherungen++
58	Leistung der privaten Organisationen ohne Erwerbszweck, Häusliche Dienste+++

* 51 enthält Mieteinkünfte inkl. kalkulatorische Mieten f. vom Eigentümer bewohnten Häuser oder Wohnungen

** 53 enthält z.B. private Schulen und Kindergärten, aber sämtliche Theater.

*** 55 enthält z.B. Architektur und Ingenieurbüros, Anwaltskanzleien, Wirtschaftsberatung und Prüfung, Werbung, Börsen aber auch Wäschereien, Gebäudereinigung, Friseure.

+ 56: Kommunen, Länder, Bund; enthält z.B. Militär, Polizei, Gerichte, öffentliche Verwaltung.

++ 57 enthält z.B. Arbeitsämter, gesetzl. Krankenkassen

+++58: enthält z.B. Interessenverbände, Kirchen