

Carsten Nathani, Sonja Kraner
Daniel Sutter, Martin Herren, Jürg Heldstab

Revision der NAMEA Energie
2001 und 2005 und Erstellung
einer NAMEA Energie 2008

Schlussbericht an das
Bundesamt für Statistik

Auftraggeber

Bundesamt für Statistik, Neuchâtel

Projektbetreuung: Jacques Roduit

Auftragnehmer

Rütter + Partner, Rüschlikon

INFRAS AG, Zürich

Autoren

Carsten Nathani, Rütter + Partner (Projektleitung)

Sonja Kraner, Rütter + Partner

Daniel Sutter, INFRAS

Martin Herren, INFRAS

Jürg Heldstab, INFRAS

Mitarbeit

Oliver Hoff, Rütter + Partner

Begleitgruppe

Jacques Roduit, Bundesamt für Statistik, Sektion Umwelt, Nachhaltige Entwicklung, Raum

Florian Kohler, Bundesamt für Statistik, Sektion Umwelt, Nachhaltige Entwicklung, Raum

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Das Wichtigste für Nutzer der NAMEA Energie | 5 |
| 1. Einleitung und Zielsetzung | 7 |
| 1.1 Einleitung | 7 |
| 1.2 Zielsetzung | 9 |
| 1.3 Aufbau des Berichts | 9 |
| 2. Aufbau und Erstellung der NAMEA Energie | 11 |
| 2.1 Aufbau der NAMEA Energie | 11 |
| 2.2 Vorgehen zur Erstellung der NAMEA Energie | 17 |
| 3. Aufkommen von Energieträgern (Supply-Tabelle) | 20 |
| 4. Verwendung von Energieträgern (Use-Tabelle brutto) | 23 |
| 4.1 Stationärer Energieverbrauch | 23 |
| 4.1.1 Disaggregation und Anpassung der Energiebilanz | 24 |
| 4.1.2 Energieumwandlung | 25 |
| 4.1.3 Nichtenergetischer Verbrauch | 26 |
| 4.1.4 Endverbrauch | 26 |
| 4.2 Mobiler Energieverbrauch | 29 |
| 4.2.1 Benzin, Diesel, Kerosin und Heizöl EL | 30 |
| 4.2.2 Erdgas und Flüssiggas | 32 |
| 4.2.3 Biogas | 34 |
| 4.2.4 Elektrizität | 35 |
| 4.2.5 Flüssige Biotreibstoffe (Biodiesel, Pflanzen-/Altöl Bioethanol) | 37 |
| 5. Ausblick | 39 |
| ANHANG | 40 |
| Anhang 1: Branchengliederung für die NAMEA Energie | 40 |
| Abbildungsverzeichnis | 43 |
| Abkürzungsverzeichnis | 45 |
| Literatur | 47 |

Das Wichtigste für Nutzer der NAMEA Energie

Mit dem hier beschriebenen Projekt wurde die Schweizerische NAMEA Energie für das Jahr 2008 erstellt und die NAMEA Energie für 2001 und 2005 aktualisiert. Für jedes Bezugsjahr stellt die NAMEA Energie vier Tabellen bereit, die Daten zu Aufkommen und Verwendung von Energie nach Wirtschaftsakteuren enthalten.

- Die *Supply-Tabelle* zeigt das Aufkommen von Energieträgern durch Entnahme aus der Umwelt, Produktion durch Wirtschaftsbranchen sowie durch Importe aus dem Ausland.
- Die *Use-Tabelle (brutto)* enthält die Verwendung von Energieträgern durch die Wirtschaftsakteure. Da sowohl Inputs in die Energieumwandlung als auch Outputs der Energieumwandlung verbucht werden, entstehen Doppelzählungen. Deshalb wird diese Tabelle als Brutto-Tabelle bezeichnet.
- Diese Doppelzählung wird in der *Use-Tabelle (netto)* eliminiert, was eine eindeutige Aufteilung des gesamtwirtschaftlichen Energieverbrauchs auf die Wirtschaftsakteure erlaubt. In dieser Darstellung werden die Outputs der Energieumwandlung den Abnehmern zugeordnet und Umwandlungsverluste, Eigenbedarf sowie Verteilverluste den Umwandlungsbranchen.
- Die vierte Tabelle enthält den *emissionsrelevanten Energieverbrauch*, d.h. den Verbrauch von Energieträgern, deren Verwendung zu Emissionen führt. Diese Tabelle dient als Basis zur Berechnung der stationären energiebedingten Emissionen.

Diese Tabellen werden in zwei Branchengliederungen bereitgestellt, die der NOGA 2002 folgen:

- Der Tabellensatz nach Produktionsbereichen kann zusammen mit der symmetrischen IOT verwendet werden. Dieser Tabellensatz unterscheidet analog zur energiebezogenen IOT der Schweiz 66 Wirtschaftsbranchen für 2001 und 2005 und 68 Branchen für 2008.
- Der Tabellensatz nach Wirtschaftsbereichen gemäss Produktionskonto ist bezüglich der Branchenabgrenzung mit dem offiziellen Produktionskonto der VGR kompatibel. Er unterscheidet 42 Wirtschaftsbranchen.

Eine Besonderheit betrifft die Stromeigenerzeugung ausserhalb der eigentlichen Energieumwandlungsbranchen (inkl. Kehrlichtverbrennungsanlagen), die rund 2% der gesamten Stromerzeugung ausmachen. Diese wird in der Supply-Tabelle aus konzeptionellen Gründen nicht ausgewiesen. Das Total der Stromerzeugung ist daher kleiner als in der Gesamtenergiestatistik des BFE. Der Energieeinsatz zur Stromeigenerzeugung ist jedoch bei den jeweiligen Strom erzeugenden Branchen in der Use-Tabelle aufgeführt.

Für die Erstellung der NAMEA wurden die verfügbaren Daten gemäss den Konventionen der umweltökonomischen Gesamtrechnung ausgewertet. Es wurden keine eigenen Daten erhoben. Die wichtigsten Quellen sind offizielle Energiestatistiken. Daneben wurden Studien sowie Daten von Branchenverbänden und anderen Organisationen verwendet. Wenn keine spezifischen Daten verfügbar waren, wurden Hilfsschlüssel auf der Basis von Beschäftigtendaten verwendet, um den Energieverbrauch der Zielbranchen zu schätzen. Das Ziel war, die NAMEA mit einer Branchendifferenzierung zu erstellen, die derjenigen der IOT bzw. des Produkti-

onskontos entspricht, auch wenn dadurch einige Branchen mit Schätzungen abgebildet werden. Bei der Verwendung der NAMEA für Modellrechnungen scheint es uns sinnvoller zu sein, trotz bestehender Datenunsicherheiten auf möglichst disaggregiertem Niveau zu rechnen und dann die Ergebnisse zusammenzufassen, als alle Daten vor den Berechnungen auf das kleinste gemeinsame Niveau zu aggregieren. Letzteres würde unweigerlich zu Aggregationsfehlern führen. Umso wichtiger ist es, bei der Interpretation der Daten zum Energieverbrauch oder der Ergebnisse von Modellrechnungen die Datenquellen und Datenqualität für die betroffenen Branchen einzubeziehen.

- Für den stationären Energieverbrauch im Industrie- und Dienstleistungssektor gilt, dass die Daten für die 19 Branchengruppen, die in der Energieverbrauchserhebung des BFE unterschieden werden, und die wichtigsten Energieträger Heizöl, Erdgas und Elektrizität gut abgestützt sind. Grössere Unsicherheiten bestehen bei den stärker disaggregierten Branchen und den übrigen Energieträgern.
- Beim mobilen Energieverbrauch sind die Unsicherheiten ausserhalb des eigentlichen Verkehrssektors (NOGA 60 bis 63) grösser, da hier die Beschäftigtenzahl als Hilfsschlüssel zur Verteilung des Energieverbrauchs auf die Zielbranchen verwendet wurde.

Damit die Qualität der Daten zum Energieverbrauch in der Use-Tabelle transparent und nachvollziehbar ist, wurde eine eigene Tabelle erstellt, die für jede Branche und jeden Energieträger einen dreistufigen Qualitätsindikator enthält:

- Qualitätsstufe 1: Daten stammen aus oder beruhen auf amtlichen Statistiken (z.B. Statistiken des Bundesamtes für Energie oder des Bundesamtes für Statistik).
- Qualitätsstufe 2: Daten stammen aus oder beruhen auf anderen Datenquellen (z.B. Studien, Verbandsdaten, mit Unternehmensangaben hochgerechnete Daten).
- Qualitätsstufe 3: Daten wurden über einen Hilfsschlüssel generiert (Anzahl Beschäftigte, ungewichtet oder gewichtet mit Energieintensitäten aus anderen europäischen Ländern).

Diese Tabelle kann für Plausibilitätsüberlegungen herangezogen werden. Insgesamt lassen sich knapp 80% des Energieverbrauchs auf der Basis offizieller Statistiken zuordnen, je 10% beruhen auf anderen Quellen und auf Hilfsschlüsseln. Die Anteile dieser drei Qualitätsstufen sind jedoch je nach Energieträger und Aggregationsniveau sehr unterschiedlich. Grundsätzlich gilt: je höher das Aggregationsniveau, desto kleiner die Bedeutung von Hilfsschlüsseln für die Bestimmung des Energieverbrauchs.

1. Einleitung und Zielsetzung

1.1 Einleitung

Die National Accounting Matrix including Environmental Accounts – kurz NAMEA – ist Teil der Umweltgesamtrechnung, mit der die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (VGR) so um Umweltdaten ergänzt wird, dass eine systematische Analyse der Wechselwirkungen zwischen Wirtschaftsaktivitäten und Umweltbelastungen möglich wird. Die methodischen Konventionen der Umweltgesamtrechnung sind international weitgehend harmonisiert (UN 2012) und werden laufend weiterentwickelt.

Innerhalb der Umweltgesamtrechnung sind verschiedene Instrumente zur Darstellung von Umweltdaten vorhanden. Die NAMEA gehört zu den sogenannten hybriden Konten, die physische Umweltdaten mit den ökonomischen Daten der VGR und insbesondere den Input-Output-Tabellen (IOT) verbinden (Eurostat, 2009). In einer NAMEA werden Umweltbelastungen den direkt verursachenden Wirtschaftsakteuren, d.h. Wirtschaftsbranchen und privaten Haushalten, zugeordnet. Konzepte, Definitionen und Systemgrenzen entsprechen dabei denen der VGR. Eine NAMEA kann Daten zu verschiedenen Umweltindikatoren enthalten, z.B. Ressourcen- und Energieverbrauch, Treibhausgas- und Luftemissionen, Wasseremissionen oder Abfallaufkommen. In der Schweiz wurde bisher eine NAMEA-air und eine NAMEA Energie aufgebaut (BFS 2009a, Nathani et al., 2011b), die die ökonomischen Daten der VGR um Daten zu Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch ergänzen.

Eine NAMEA Energie stellt Aufkommen und Verwendung von Energieträgern in physischen Einheiten nach Wirtschaftsakteuren in tabellarischer Form dar. Sie wird auch als Energieflusskonto (engl. energy flow account) bezeichnet. Die NAMEA Energie steht in einem engen Zusammenhang mit der NAMEA air und der energiebezogenen IOT (Energie-IOT), die für das BFE erstellt wurde (Nathani, Sutter et al. 2011c). So werden die stationären energiebedingten CO₂-Emissionen in der NAMEA air über die Daten zum Energieverbrauch in der NAMEA Energie berechnet. Aufkommen und Verwendung von Energieträgern in der NAMEA Energie bilden ausserdem die physische Basis für die Bestimmung von Aufkommen und Verwendung in monetären Einheiten in der Energie-IOT.

Seit der Erstellung der NAMEA Energie 2005 hat Eurostat den Entwurf eines Handbuchs zur Erstellung von Energieflusskonten publiziert (Eurostat 2012). Konzeptionell sind ähnliche Tabellensätze wie in der Schweizerischen NAMEA Energie vorgesehen. Die Energieflüsse von der Umwelt in die Wirtschaft und zurück in die Umwelt werden jedoch vollständiger abgebildet. Im Frühjahr 2012 hat Eurostat gemeinsam mit den statistischen Ämtern ausgewählter europäischer Länder einen Testlauf zur Erstellung von Energieflusskonten gestartet und einen Questionnaire zur Erfassung der Daten entwickelt.

Durch die Verknüpfung von physischen Energiedaten mit ökonomischen Daten in einem konsistenten methodischen Rahmen ist eine Vielzahl von Anwendungen möglich (vgl. z.B. Eurostat 2009). Dabei kann zwischen deskriptiven und analytischen Anwendungen unterschieden werden. Letztere bedingen zum Teil den Einsatz von Modellen. Nachfolgend sind einige Anwendungsmöglichkeiten skizziert.

Deskriptive Anwendungen

Deskriptive Anwendungen der NAMEA Energie umfassen die direkte Auswertung der NAMEA und die Verknüpfung mit den zugehörigen ökonomischen Daten der IOT bzw. des Produktionskontos. Sie dienen unter anderem zum Beantworten der folgenden Fragestellungen:

- Welche ökonomischen Aktivitäten sind in welchem Umfang für den Energieverbrauch eines Landes verantwortlich? Mit anderen Worten: Wie verteilt sich der Energieverbrauch auf die einzelnen Wirtschaftsakteure? Welche Wirtschaftsakteure nutzen bestimmte Energieträger? Wieviel Energie wird in den Haushalten genutzt und für welche Aktivitäten?
- Wie energieintensiv sind die einzelnen Branchen, bezogen auf den Bruttoproduktionswert oder die Bruttowertschöpfung? Wie energieintensiv sind die einzelnen Konsumbereiche der privaten Haushalte, z.B. bezogen auf die Ausgaben?
- Wie hat sich der Energieverbrauch bzw. die Energieintensität der Wirtschaftsakteure im zeitlichen Verlauf entwickelt? Konnte der Energieverbrauch von der Wirtschaftsleistung entkoppelt werden und welche Branchen waren dabei besonders oder weniger erfolgreich?
- Wie ist die Energieintensität der Wirtschaftsakteure im Vergleich zu anderen Ländern?

Analytische Anwendungen

Analytische Anwendungen einer NAMEA Energie beschreiben nicht nur einen Zustand oder eine Entwicklung, sondern versuchen, die Gründe für Veränderungen herauszuarbeiten, indirekte Effekte zu identifizieren oder mögliche Zukunftsentwicklungen zu bestimmen. Sie erfordern in der Regel den Einsatz von Modellen.

- Welches sind die Gründe für die Entwicklung des Energieverbrauchs eines Landes? Welche Rolle spielen Wachstum und strukturelle Verschiebungen der Endnachfrage, der Strukturwandel der Branchen oder Verbesserungen der Energieeffizienz. Diese Fragen können durch eine Strukturelle Dekompositionsanalyse beantwortet werden und erfordern den Einsatz eines Input-Output-Modells, das Input-Output-Tabellen mit Energieflusskonten für verschiedene Jahre verknüpft (vgl. z.B. Miller/Blair, 2009).
- Analysen aus der Konsumperspektive: Wie hoch ist der Energieverbrauch, der direkt und indirekt durch die einzelnen Bereiche der Endnachfrage verursacht wird? Als „direkt“ wird dabei der direkte Energieverbrauch der privaten Haushalte bezeichnet, insbesondere für Heizung und Mobilität. Der Begriff „indirekt“ bezieht sich auf die Energie, die insgesamt in der Volkswirtschaft für die Bereitstellung der Güter der Endnachfrage verbraucht wird. Mit einem Input-Output-Modell wird den einzelnen Gütern der Endnachfrage der Energieverbrauch zugerechnet, den sie über alle Lieferketten hinweg im Inland verursachen. Zudem können die Energieintensitäten der jeweiligen Endnachfragebereiche oder –güter pro Einheit Produktwert bestimmt werden.
- Durch den Einsatz von Mehr-Länder-IO-Modellen lässt sich auch der Energieverbrauch abschätzen, der durch die inländische Endnachfrage im Ausland verursacht wird. Damit lässt sich z.B. erfassen, ob inländische Energieeinsparungen durch den verstärkten Import von energieintensiven Produkten kompensiert wird.

- Die zukünftige Entwicklung des Energieverbrauches eines Landes in ihrer Abhängigkeit von der wirtschaftlichen Entwicklung kann mit verschiedenen gesamtwirtschaftlichen Modellen untersucht werden (z.B. dynamische oder ökonometrische Input-Output-Modelle, allgemeine Gleichgewichtsmodelle). Diese Modelle benötigen – neben vielen anderen Daten – ebenfalls Daten aus Energieflusskonten.

1.2 Zielsetzung

Das Ziel des vorliegenden Projektes war die Erstellung einer NAMEA Energie für das Jahr 2008 und die Anpassung der NAMEA Energie 2001 und 2005 an allfällige methodische Änderungen. Für diese Jahre liegt jeweils eine Input-Output-Tabelle vor. Die Erstellung der NAMEA Energie 2008 wurde mit der Erstellung der energiebezogenen IOT 2008 mit differenziertem Energie- und Verkehrssektor im Auftrag des Bundesamtes für Energie koordiniert.

Die NAMEA Energie selbst besteht aus mehreren Tabellen, die Aufkommen und Verwendung der Energieträger nach Wirtschaftsakteuren darstellen.

1.3 Aufbau des Berichts

Der vorliegende Bericht ist eine überarbeitete Version des Berichts zur NAMEA Energie 2005 (Nathani et al., 2011). Er beschreibt das Konzept zur Erstellung der NAMEA Energie sowie das Vorgehen und die dabei verwendeten Datenquellen für das Jahr 2008. Kapitel 2 erläutert den Aufbau der Schweizerischen NAMEA Energie und das generelle Vorgehen zu ihrer Erstellung. Die Zusammenstellung der Supply-Tabelle wird in Kapitel 3 dargestellt, die der Use-Tabelle (brutto) in Kapitel 4. Kapitel 5 enthält einen kurzen Ausblick auf die künftige Aktualisierung der NAMEA Energie.

2. Aufbau und Erstellung der NAMEA Energie

2.1 Aufbau der NAMEA Energie

Aufbau der Tabellen

Die NAMEA Energie der Schweiz besteht aus den folgenden vier Tabellen:

- eine Supply-Tabelle,
- eine Use-Tabelle (brutto),
- eine Use-Tabelle (netto) und
- eine Tabelle des emissionsrelevanten Energieverbrauchs

Die *Supply-Tabelle* enthält das Aufkommen von Energieträgern in der Volkswirtschaft. Dieses stammt aus drei Quellen:

- Direkt aus der Umwelt, wie z.B. Sonnenenergie, Wasserkraft oder Umweltwärme,
- aus der inländischen Gewinnung oder Umwandlung (Produktion) und
- aus Importen. Zu den Importen gehören gemäss den Systemgrenzen der VGR auch die Käufe von gebietsansässigen Wirtschaftseinheiten im Ausland.

Die inländische Produktion wird auf die erzeugenden Wirtschaftsbranchen aufgeteilt.

Die *Use-Tabelle (brutto)* enthält die Verwendung von Energieträgern in den Wirtschaftsbranchen und den Bereichen der Endnachfrage. Von den Endnachfragebereichen sind der Verbrauch der privaten Haushalte, die Vorratsveränderungen und die Exporte für den Energieverbrauch relevant. Wie in der IO-Tabelle wird der Verbrauch der privaten Haushalte nach Konsumkategorien gemäss der COICOP-Klassifikation aufgeschlüsselt. Die Use-Tabelle wird mit dem Zusatz „brutto“ versehen, um deutlich zu machen, dass die Energieumwandlung brutto dargestellt wird. Es werden also sowohl der Umwandlungseinsatz bei den Energie umwandelnden Branchen als auch der Verbrauch der Umwandlungsprodukte aufgeführt (vgl. Kapitel 2). Die Bruttodarstellung wird für die Berechnung der energiebedingten Emissionen in der NAMEA-air und für die Monetarisierung der Energieflüsse in der Energie-IOT benötigt.

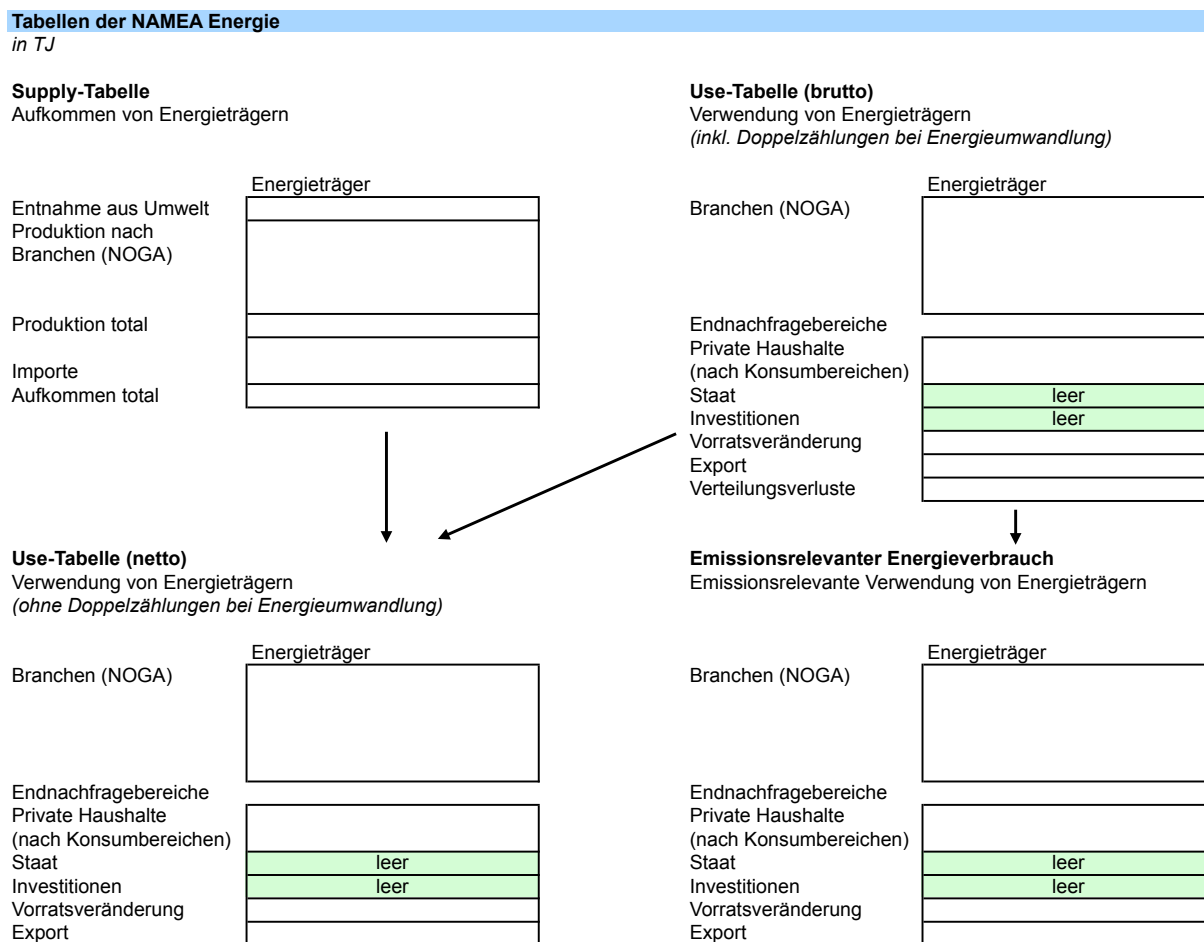
In der *Use-Tabelle (netto)* werden die Doppelzählungen in der Energieumwandlung bereinigt. Den Energie umwandelnden Branchen werden Umwandlungsverluste, Eigenverbrauch und Übertragungsverluste zugeordnet. Die Umwandlungsprodukte (z.B. Heizöl, Benzin, Strom, Fernwärme) werden hingegen nur den Abnehmern zugerechnet. Das Ergebnis ist eine eindeutige und verursachergerechte Zuordnung des Energieverbrauches zu den Wirtschaftsbranchen und privaten Haushalten ohne Doppelzählungen. Für die Berechnung der Use-Tabelle (netto) wird eine Zwischentabelle gebildet, die von der Use-Tabelle (brutto) abgezogen werden kann.

Die vierte und letzte Zieltabelle enthält den *emissionsrelevanten Verbrauch von Energieträgern*. Darin wird jedem Akteur die Energiemenge zugeordnet, die in

seinem Einflussbereich zu direkten Emissionen führt. Energieträger, deren Nutzung nicht mit Emissionen verbunden ist (z.B. Elektrizität, Wasserkraft, Solarenergie, nichtenergetischer Verbrauch (NEV)), werden ausgeblendet. Diese Tabelle entspricht der Use-Tabelle brutto, wobei Energieträger, die keine Emissionen verursachen, nicht berücksichtigt werden.

Die folgende Abbildung enthält einen Überblick über den Aufbau der zu erstellenden Tabellen.

Abbildung 1: Übersicht über den Aufbau der Tabellen der NAMEA Energie



Quelle: Eigene Darstellung

Dieser Satz von vier Tabellen wird für zwei *Branchenabgrenzungen* erstellt,

- **nach Produktionsbereichen:** Für energiebezogene Input-Output-Analysen und Modellrechnungen werden häufig die symmetrischen IO-Tabellen verwendet. Dazu passen die NAMEA-Tabellen nach *Produktionsbereichen*, die mit der SI-OT verknüpft werden können.
- **nach Wirtschaftsbereichen gemäss Produktionskonto:** Für den Vergleich oder die Verknüpfung mit den ökonomischen Daten des Produktionskontos liegen die Daten der NAMEA Energie auch nach *Wirtschaftsbereichen gemäss Produktionskonto* vor.

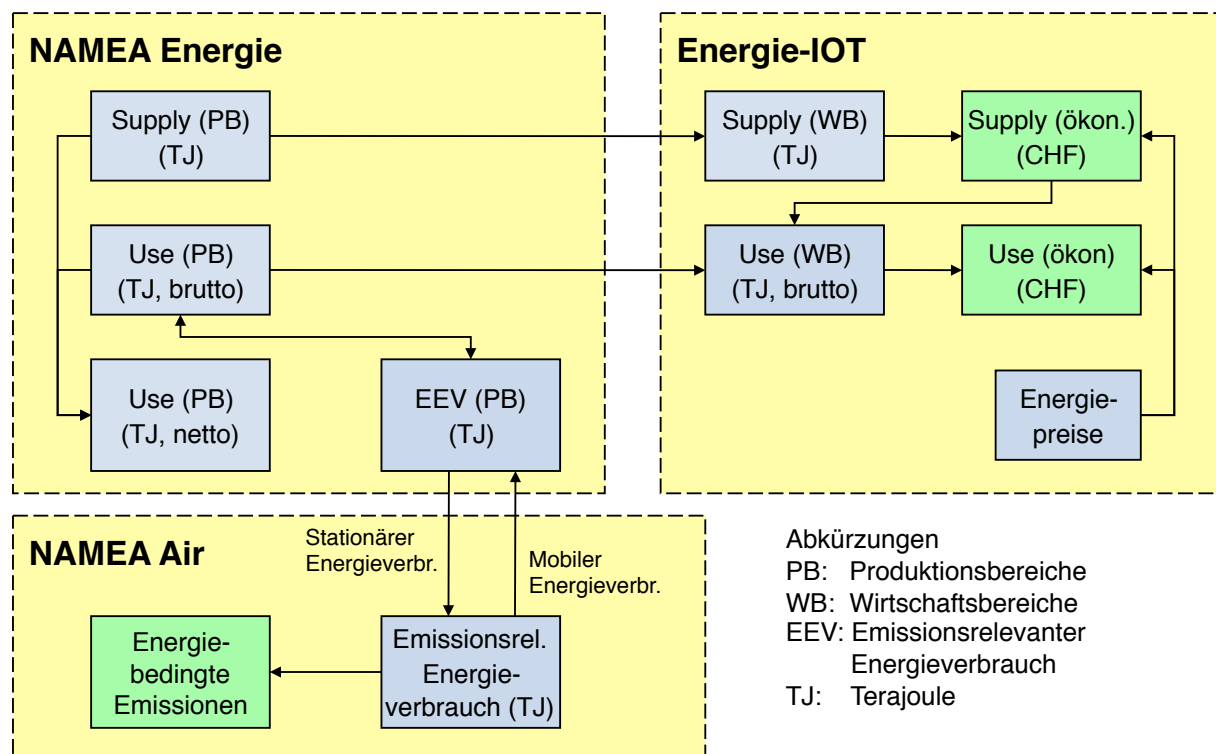
Der gleiche Tabellensatz nach *Wirtschaftsbereichen gemäss IOT* kann mit Hilfe der Tabellen nach *Produktionsbereichen* und der ökonomischen Supply-Tabelle erstellt werden. Wirtschaftsbereiche gemäss IOT sind weniger homogen als Pro-

duktionsbereiche, haben jedoch einen stärkeren Bezug zu den Unternehmen. Bei Analysen, die Aussagen zu Unternehmen liefern sollen, kann die Verwendung der Tabellen nach Wirtschaftsbereichen sinnvoll sein.

Verbindung zu NAMEA Air und Energie-IOT

Die Tabellen der NAMEA Energie stehen auch *in Verbindung mit der NAMEA-air und der energieorientierten Input-Output-Tabelle (Energie-IOT)*. Der Zusammenhang zwischen diesen Tabellen ist in der folgenden Grafik dargestellt.

Abbildung 2: Zusammenhang zwischen NAMEA Energie, NAMEA Air und Energie-IOT



Quelle: Eigene Darstellung

Die Tabelle des emissionsrelevanten Energieverbrauchs nach Produktionsbereichen stellt die *Schnittstelle zur NAMEA-air* dar. Sie ist die Basis zur Berechnung der stationären energiebedingten Treibhausgasemissionen. Andererseits wird der mobile Energieverbrauch in der NAMEA Energie aus den mobilen energiebedingten Emissionen in der NAMEA Air berechnet.

Die Supply-Tabelle und die Use-Tabelle (brutto) nach Wirtschaftsbereichen gemäss IOT werden bei der *Bestimmung der Energie-IOT* benötigt. Sie sind die physische Basis für die Berechnung des Aufkommens und der Verwendung von Energieträgern in monetären Einheiten, die dann in die Energie-IOT integriert werden können. Dazu sind die physischen Daten mit den entsprechenden Energiepreisen zu verknüpfen. Die energiebezogene Supply-Tabelle nach Wirtschaftsbereichen kann direkt bestimmt werden. Für die Berechnung der Use-Tabelle nach Wirtschaftsbereichen aus den Daten nach Produktionsbereichen wird die ökonomische Supply-Tabelle aus der Energie-IOT benötigt.

Exkurs: Branchenabgrenzung in der VGR

In der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung und in der daran anknüpfenden NAMEA können Branchen aus *zwei verschiedenen Perspektiven* definiert sein. Vereinfachend kann von der Unternehmensperspektive und der Güterperspektive gesprochen werden. Aus der *Unternehmensperspektive* werden Unternehmen, die durch ähnliche Hauptaktivitäten gekennzeichnet sind, zu sogenannten *Wirtschaftsbereichen*¹ zusammengefasst. Jedes Unternehmen wird eindeutig und als Ganzes einem Wirtschaftsbereich zugeordnet, einschliesslich aller Nebenaktivitäten, die teilweise branchenfremd sein können. Da Unternehmen zum Teil eine heterogene Produktpalette anbieten (z.B. Industrieunternehmen, die auch Handel treiben oder Dienstleistungen anbieten) wurde das Konzept der *Produktionsbereiche* eingeführt, die jeweils homogene Produktionseinheiten mit ähnlicher Güterproduktion innerhalb der Unternehmen zusammenfassen (*Güterperspektive*). Beim Übergang von der Unternehmens- zur Güterperspektive wird die Produktion der Unternehmen auf die jeweiligen Güter bzw. die entsprechenden Produktionsbereiche aufgeteilt.

Dies sei an einem *Beispiel* erläutert. Die Haupttätigkeit von Versicherungen ist es, Versicherungen zu verkaufen. Daneben haben viele Versicherungen einen Bestand an Immobilien, die sie an Unternehmen oder private Haushalte vermieten. In der Unternehmensperspektive wird der Produktionswert der Unternehmen vollständig dem Wirtschaftsbereich „Versicherungen“ zugeordnet. In der Güterperspektive wird der Produktionswert der Versicherungen hingegen auf die Güter „Versicherungen“ und „Immobilienvermietung“ aufgeteilt.

Die IO-Tabelle stellt Wirtschaftsaktivitäten in beiden Gliederungsformen dar. Mittels der Supply-Tabelle als Teil der IOT ist eine *Umrechnung zwischen beiden Gliederungsformen* möglich. Allerdings kann die Güterperspektive aufgrund fehlender Basisstatistiken in der Schweizerischen IOT nur unvollständig realisiert werden². Grosse teils basiert die Abgrenzung der Produktionsbereiche auf Daten zu Arbeitsstätten, für die immerhin eine im Vergleich zu Unternehmen grössere Homogenität angenommen werden kann.

Branchengliederung

Analog zur VGR folgt die NAMEA Energie der Branchenklassifikation NOGA 2002. Die Gliederungstiefe (d.h. die Zahl der unterschiedenen Wirtschaftsbranchen) ist auf die Gliederungstiefe der zugehörigen ökonomischen Daten abgestimmt:

- Der Tabellensatz nach Produktionsbereichen orientiert sich an der Gliederungstiefe der Energie-IOT. Im Vergleich zur Standard-IOT (Nathani et al. 2011a) ist darin der Energie- und Verkehrssektor deutlich stärker disaggregiert (vgl. Abbildung 3). Insgesamt werden hier bis 2005 66 Branchen unterschieden, für das Bezugsjahr 2008 68 Branchen. Die Liste aller Branchen ist in Anhang 1 aufgeführt.
- Der Tabellensatz nach Wirtschaftsbereichen gemäss Produktionskonto unterscheidet analog zum Produktionskonto 42 Branchen.

¹ Dies ist eine Besonderheit der Schweizer VGR. Im ESVG bestehen Wirtschaftsbereiche aus Arbeitsstätten mit ähnlichen Hauptaktivitäten.

² vgl. Nathani et al. (2008) für weitere Erläuterungen

Abbildung 3: Gliederung der Energie- und Verkehrsbranchen

| NOGA | Energiebranchen | NOGA | Verkehrsbranchen |
|------|--|------|---|
| 23a | Mineralölverarbeitung | 60a | Bahnpersonenverkehr |
| 23b | Herstellung von nuklearem Brennstoff | 60b | Bahngüterverkehr |
| 24 | Chemische Industrie | 60c | Bahninfrastruktur |
| 40a | Stromerzeugung in Laufwasserkraftwerken | 60d | Personenbeförderung im übrigen ÖV (NOGA 60.21) |
| 40b | Stromerzeugung in Speicherkraftwerken | 60e | Gewerblicher Strassenpersonenverkehr (NOGA 60.22 - 60.23) |
| 40c | Strom- und Fernwärmeerzeugung in Kernkraftwerken | 60f | Gewerblicher Strassengüterverkehr (NOGA 60.24) |
| 40d | Übrige Stromerzeugung (2001, 2005) | 60g | Rohrfernleitungen (NOGA 60.3) |
| 40d1 | Fossil-thermische Stromerzeugung (2008) | 61 | Schiffsverkehr |
| 40d2 | Stromerzeugung in Holz-WKK-Anlagen (2008) | 62 | Luftverkehr |
| 40d3 | Stromerzeugung in Windkraft- und Photovoltaik-Anlagen (2008) | 63a | Schifffahrt Infrastruktur |
| 40e | Stromverteilung und -handel | 63b | Luftfahrt Infrastruktur |
| 40f | Fernwärmeversorgung | 63c | Übrige Nebentätigkeiten für den Verkehr; Reisebüros |
| 40g | Gasversorgung | 75a | Strasseninfrastruktur |
| 41 | Wasserversorgung | 75b | Übrige öffentliche Verwaltung; öff. Sozialversicherung |
| 90a | Elektrizitätserzeugung in KVA | | |
| 90b | Fernwärmeerzeugung in KVA | | |
| 90c | Übrige Abwasserreinigung, Abfallbeseitigung | | |

Quelle: Eigene Darstellung

Energieträger

In der NAMEA Energie wird eine *hohe Differenzierung der Energieträger* angestrebt, auch um eine möglichst gute Basis für die Berechnung von energiebedingten Emissionen zu erhalten. Neben den fossilen Energieträgern sollen auch die erneuerbaren Energien und die übrigen Energieträger möglichst gut abgebildet werden. Die Liste der Energieträger ergibt sich aus den verfügbaren Daten in den Energiestatistiken des BFE (Abbildung 4).

Bei den *fossilen Energieträgern* werden Rohöl, Erdölprodukte, Gas und Kohle unterschieden. Erdölprodukte werden weiter in acht Energieträger aufgeteilt, darunter auch Erdölprodukte für den nichtenergetischen Verbrauch. Bei *Abfällen* lassen sich einerseits Industriemüll und Hausmüll differenzieren und zudem die biogenen und nicht biogenen Abfallfraktionen. Bei den *erneuerbaren Energien* werden sechs Energieträger unterschieden. Eine Besonderheit der Wasserkraft, Solarenergie und Windkraft ist, dass ihr Energieinhalt die in Form von Elektrizität oder Wärme genutzte Energie spiegelt, und nicht den Primärenergieinhalt. Die sonstigen erneuerbaren Energien sind ein Restposten, der momentan die mit Wärmepumpen genutzte Umweltwärme umfasst.

Abbildung 4: Liste der einbezogenen Energieträger

| |
|---|
| Rohöl |
| Erdölprodukte |
| Heizöl EL |
| Heizöl MS |
| Benzin |
| Diesel |
| Kerosin |
| Petrolkoks |
| Sonstige Erdölprodukte |
| Nichtenergetische Produkte |
| Kohle |
| Erdgas |
| Abfälle |
| Industriemüll (ohne Biomasse) |
| Hausmüll (ohne Biomasse) |
| Industriemüll (Biomasse) |
| Hausmüll (Biomasse) |
| Erneuerbare Energien |
| Holz |
| Biogas |
| Biofuels |
| Wasserkraft |
| Solarenergie |
| Windkraft |
| Sonstige erneuerbare Energien (insb. Umweltwärme) |
| Kernbrennstoffe |
| Elektrizität |
| Fernwärme |

Quelle: Eigene Darstellung

Energieumwandlung

Die Darstellung der Strom- und Fernwärmeerzeugung folgt den folgenden konzeptionellen Überlegungen. In der *Supply-Tabelle* wird die als Hauptaktivität betriebene Stromerzeugung (NOGA 40) und die Strom- und Fernwärmeerzeugung in Kehrichtverbrennungsanlagen erfasst und nach erzeugenden Branchen dargestellt. Die übrige Stromerzeugung, die als Nebenaktivität in anderen Branchen erfolgt und rund 2% der gesamten Stromerzeugung ausmacht, wird nicht erfasst. Dadurch ist die insgesamt ausgewiesene Stromerzeugung niedriger als z.B. in der Energiebilanz. Die *Use-Tabelle brutto* enthält den Energieträgereinsatz für die gesamte Strom- und Fernwärmeerzeugung, inkl. Stromerzeugung als Nebenaktivität in den Branchen ausserhalb der Energiewirtschaft und der KVA. Die *Use-Tabelle netto* enthält für die Energieumwandlung in der Energiewirtschaft und in KVA nur Umwandlungsverluste, die durch Abzug des Umwandlungsoutputs vom Umwandlungseinsatz berechnet werden, sowie Eigenverbrauch und Leitungsverluste. In den Branchen, die Strom als Nebenaktivität erzeugen, wird hingegen der gesamte

Umwandlungseinsatz erfasst. Die *Tabelle zum emissionsrelevanten Energieverbrauch* enthält wiederum wie die Use-Tabelle brutto für alle Bereiche der Energieumwandlung den gesamten Umwandlungseinsatz, der als Basis für die Berechnung der Emissionen dient. Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht über die Abbildung der Strom- und Fernwärmeerzeugung und –verwendung in den vier Tabellen.

Abbildung 5: Abbildung der Strom- und Fernwärmeerzeugung und –verwendung in den vier Tabellen der NAMEA Energie

| | Supply-Tabelle | Use-Tabelle brutto | Use-Tabelle netto | Emissions-relevanter Energie-verbrauch |
|---|----------------|---|---|--|
| Strom- und Fernwärmeerzeugung als Hauptaktivität | Erzeugung | Umwandlungseinsatz | Umwandlungseinsatz abzgl. Umwandlungs-output | Umwandlungseinsatz |
| Strom- und Fernwärmeerzeugung in KVA | Erzeugung | Umwandlungseinsatz | Umwandlungseinsatz abzgl. Umwandlungs-output | Umwandlungseinsatz |
| Stromerzeugung in anderen Branchen | Nicht erfasst | Umwandlungseinsatz | Umwandlungseinsatz | Umwandlungseinsatz |
| Endverbrauch von Strom- und Fernwärme in Branchen (ohne Energieversorgung und KVA) | | Strom- und Fernwärmeverbrauch abzgl. Eigen-erzeugung; | Strom- und Fernwärmeverbrauch abzgl. Eigen-erzeugung; | |

Quelle: Eigene Darstellung

2.2 Vorgehen zur Erstellung der NAMEA Energie

Erstellung der Tabellen nach Produktionsbereichen

Bei der Erstellung der NAMEA Energie werden zunächst die Daten für die *Supply-Tabelle* und die *Use-Tabelle (brutto)* nach *Produktionsbereichen* zusammengestellt, da Daten zum Energieverbrauch überwiegend nach Arbeitsstätten bzw. nach Produktionsprozessen vorliegen, die eher zur Gliederung nach Produktionsbereichen passen. Analog zur Erstellung der NAMEA-air werden die Daten zum stationären und zum mobilen Energieverbrauch aus operativen Gründen getrennt berechnet und dann zusammengeführt. Mittels Supply-Tabelle und Use-Tabelle (brutto) können dann die *Use-Tabelle (netto)* und die *Tabelle des emissionsrelevanten Energieverbrauchs* abgeleitet werden. In den Kapiteln 3 und 4 werden das methodische Vorgehen und die Datenquellen zur Erstellung der Supply-Tabelle und der Use-Tabelle (brutto) näher erläutert.

Erstellung der Tabellen nach Wirtschaftsbereichen gemäss Produktionskonto

Im nächsten Schritt werden die Energiedaten in die entsprechenden *Tabellen nach Wirtschaftsbereichen gemäss Produktionskonto* überführt. Für die Umrechnung in die Gliederung nach Wirtschaftsbereichen wird die ökonomische *Supply-Tabelle* benötigt. Sie ist ein Bestandteil der schweizerischen Input-Output-Tabellen und schlüsselt die Bruttoproduktion der Wirtschaftsbereiche nach Gütern auf. Die Umrechnung des Energieverbrauches von Wirtschafts- zu Produktionsbereichen kann nach der folgenden Formel durchgeführt werden. Sei

E^{PB} die $(n \times k)$ - Matrix der Emissionen von k verschiedenen Schadstoffen, unterteilt nach n Produktionsbereichen,

S die $(n \times n)$ - Supply-Matrix, die die Bruttoproduktion nach Wirtschaftsbereichen und Gütern darstellt und

q der $(n \times 1)$ - Vektor der Bruttoproduktion der Produktionsbereiche, der sich aus den Zeilensummen der Supply-Matrix ergibt.

Dann lässt sich die $(n \times k)$ - Matrix der Emissionen nach Wirtschaftsbereichen wie folgt berechnen:

$$E^{WB} = ((E^{PB})^T * (\text{diag}(q)^{-1} * S))^T$$

Bei der Verwendung der ökonomischen Supply-Tabelle zur *Umrechnung von Produktions- zu Wirtschaftsbereichen* stellte sich die Frage, ob die nach 66 Branchen disaggregierte Supply-Tabelle aus der neu erstellten Energie-IOT verwendet werden sollte oder die für die Berechnung der NAMEA-air verwendete Supply-Tabelle nach 49 Branchen. In der letztgenannten Tabelle liegen Energie- und Verkehrsbranchen deutlich stärker aggregiert vor. Die regelmässige Erstellung der Energie-IOT ist jedoch nicht sichergestellt. Um methodenbedingte Brüche innerhalb der Zeitreihe der NAMEA Energie zu vermeiden und zudem mit der NAMEA-air kompatibel zu bleiben, wurde entschieden, die Supply-Tabelle mit 49 Branchen zu verwenden.

Diese Entscheidung sichert die Kontinuität der Daten, ist jedoch mit einem Verlust an Genauigkeit verbunden. Das höhere Aggregationsniveau der Branchen in der Supply-Tabelle kann zu *unsachgemässen Verzerrungen bei der Darstellung der Emissionen nach Wirtschaftsbereichen* führen. Es ist daher wichtig, das Resultat der Umbuchungen zu kontrollieren und solche Umbuchungen rückgängig zu machen, die nur zu statistischen Artefakten führen. Dies sei an einem *Beispiel* erläutert.

Die Supply-Tabelle zeigt, dass der Wirtschaftsbereich Staat (NOGA 75) u.a. Arbeitsstätten im Entsorgungssektor hat. Die Entsorgungsbranche weist wegen ihrer Kehrichtverbrennungsanlagen hohe CO_2 -Emissionen auf. Entsprechend wird beim Übergang von Produktions- zu Wirtschaftsbereichen ein Teil der in KVA anfallenden CO_2 -Emissionen zum Staat umgebucht. Eine genauere Analyse der Betriebszählung auf NOGA-4-Steller-Ebene zeigt jedoch, dass die Arbeitsstätten des Staates im Entsorgungssektor kaum zur Abfall- oder Abwasserentsorgung (NOGA 90.01 und NOGA 90.02) gehören, sondern vor allem zur sonstigen Entsorgung (NOGA 90.03), die u.a. die Strassenreinigung enthält. Diese Teilbranche ist jedoch wesentlich weniger emissionsintensiv als die beiden erstgenannten Teilbranchen. Die Umrechnung über die stärker aggregierte Supply-Tabelle führt daher dazu, dass deutlich zu viele Emissionen vom Entsorgungssektor zum Staat umgebucht werden, als sachlich richtig wäre. Es ist daher sinnvoll, diese Umbuchung rückgängig zu machen.

Die *Korrektur* des Übergangs der Emissionen von Produktions- zu Wirtschaftsbereichen dient dazu, *aggregationsbedingte Verzerrungen zu vermeiden* und eine sachgerechtere Zuordnung der Emissionen zu Wirtschaftsbereichen zu gewährleisten. Sie führt jedoch auch dazu, dass eine einfache Umrechnung zwischen Produktions- und Wirtschaftsbereichen mit Hilfe der Supply-Tabelle nicht mehr möglich ist. Dies sollte gegenüber externen Anwendern der NAMEA kommuniziert werden, damit diese die Daten richtig interpretieren können.

Um schliesslich mit dem Produktionskonto kompatibel zu sein, ist eine weitere Anpassung nötig. Im Produktionskonto wird das öffentliche Bildungswesen als Teil der Branche „Öffentliche Verwaltung“ (NOGA 75) geführt, während es in der IOT zum Wirtschaftsbereich „Bildungswesen“ (NOGA 80) gehört. Für die Darstellung nach *Wirtschaftsbereichen gemäss Produktionskonto* muss daher der Energieverbrauch des öffentlichen Bildungswesens von der Branche Bildungswesen zur Branche „Öffentliche Verwaltung“ umgebucht werden.

Die Basisjahre 2001, 2005 und 2008 richten sich nach den Basisjahren der für die Schweiz verfügbaren IO-Tabellen. Zur Branche Stromerzeugung ist anzumerken, dass das Jahr 2005 aufgrund einer unterdurchschnittlichen Produktion in Kernkraft- und Wasserkraftwerken kein typisches Jahr war.

Beschäftigungsdaten als Hilfsschlüssel

Bei der Erstellung der NAMEA Energie werden *sektorale Beschäftigungsdaten* für die Zuordnung der Emissionen zu Branchen benötigt, die dann eine Aufteilung erlauben, wenn keine spezifischen Informationen vorliegen. Da die Zuordnung der Emissionen zu Produktionsbereichen erfolgt, ist auch eine Gliederung der Beschäftigung nach Produktionsbereichen erforderlich. Für Beschäftigungsdaten sind verschiedene Datenquellen vorhanden, die dafür in unterschiedlicher Weise geeignet sind. Die Beschäftigungsstatistik und die Betriebszählung enthalten Daten zur (vollzeitäquivalenten) Beschäftigung nach Wirtschaftsbereichen, die jedoch nicht vollständig mit dem Produktionskonto kompatibel sind. Aus diesem Grund wird für die Zwecke der VGR ein eigener Datensatz zur Beschäftigung nach Wirtschaftsbereichen erstellt, der mit dem Produktionskonto kompatibel ist. Von diesem Datensatz ausgehend wurde im Rahmen der Arbeiten zur Erstellung einer schweizerischen Input-Output-Tabelle (vgl. z.B. Nathani et al., 2011) die Beschäftigung nach 42 Produktionsbereichen bestimmt. Diese Beschäftigungsdaten aus der IOT werden im Rahmen des Parallelprojektes zur Erstellung einer Energie-IOT auf die neue Sektorgliederung disaggregiert.

3. Aufkommen von Energieträgern (Supply-Tabelle)

Das Aufkommen von Energieträgern nach Produktionsbereichen wird in der *Supply-Tabelle* zusammengestellt. Diese enthält drei Teilbereiche.

Ein Teil der Energieträger wird *direkt der Umwelt entnommen*. In der Schweiz sind dies die Wasserkraft, die Solarenergie, die Windkraft und die Umweltwärme, die in Wärmepumpen genutzt wird.

Die *inländische Erzeugung von Energieträgern* konzentriert sich auf die Herstellung von Erdölprodukten in Raffinerien und die Erzeugung von Strom und Fernwärme in öffentlichen Kraftwerken, Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen und Kehrlichtverbrennungsanlagen sowie Heizwerken. Strom und in geringerem Umfang Fernwärme werden darüber hinaus auch als Nebenprodukt in vielen anderen Branchen erzeugt. Gemäss unserer Abgrenzung (vgl. Kap. 2.1) erfassen wir diesen Teil der Stromerzeugung nicht in der Supply-Tabelle.

Importe aus dem Ausland umfassen schliesslich in erster Linie fossile Energieträger und Kernbrennstoffe.

Im Folgenden werden das Vorgehen und die Datengrundlagen für die Zuordnung der im Inland erzeugten Energieträger zu den erzeugenden Branchen erläutert.

Erdölprodukte: In der Energiebilanz der Gesamtenergiestatistik wird die Produktion von Erdölprodukten als Total angegeben. Für die Aufteilung auf einzelne Erdölprodukte wird zusätzlich die in der GEST enthaltene Erdölbilanz verwendet. Leichte Unterschiede zwischen beiden Datenquellen (z.B. Rundungsdifferenzen) werden bei den sonstigen Erdölprodukten aufgefangen. Die Erzeugung der Erdölprodukte kann eindeutig den Raffinerien als Branche (NOGA 23a) zugeordnet werden.

Gas: Gas wird überwiegend importiert. In kleinen Mengen wird zudem Flüssiggas in das Gasnetz eingespeist. Dabei handelt es sich mehr um eine Umwidmung als eine echte Erzeugung von Gas. Diese wird der Branche Gasversorgung (NOGA 40g) zugeordnet. Darüber hinaus wird auch ein Teil des erzeugten Biogases ins Gasnetz eingespeist. In der Energiebilanz wird dies bei der Energieumwandlung verbucht. Der Verbrauch von Biogas wird Teil des Gasverbrauches. Ein Nachteil dieses Vorgehens ist, dass damit die Information zur biogenen Herkunft dieser Gasfraktion verlorengeht. Um die Verwendung von Biogas als erneuerbarem Energieträger von der Verwendung des fossilen Energieträgers Erdgas unterscheiden zu können, wird in der NAMEA Energie das eingespeiste Biogas nicht zum Gas gezählt, sondern verbleibt beim Biogas.

Müll: Die Bereitstellung von Kehrlicht und Industriemüll als Energieträger wird vereinfachend der Abfallwirtschaft zugeordnet. Der Müll wird in der Regel von Entsorgungsbetrieben gesammelt und zum Teil sortiert und vorbehandelt, bevor er als Brennstoff eingesetzt wird. Eine Zuordnung zu den Wirtschaftsakteuren, die den Müll verursachen, wäre nur mit einem hohen Aufwand möglich.

Holz: Holz wird in verschiedenen Formen als Brennstoff eingesetzt. Die verschiedenen Holzprodukte werden in unterschiedlichen Branchen erzeugt. Für die Zuordnung zu Branchen sind die folgenden Holzfraktionen zu unterscheiden:

- Waldholz, stückig, Rinde und Holzschnitzel aus Waldholz, die in der Forstwirtschaft erzeugt werden,

- Holzschnitzel, Pellets und sonstiges Restholz aus der Holzverarbeitenden Industrie
- Übrige Brennstoffe aus Holz, inkl. Altholz und behandelte Holzabfälle, die wir vereinfachend der Abfallwirtschaft zuweisen, da sie gesammelt und zum Teil sortiert oder behandelt werden, bevor sie als Brennstoffe eingesetzt werden.

Die Aufteilung des Holzaufkommens auf Branchen ist nicht unmittelbar bekannt. Wir ermitteln das Aufkommen der oben genannten Holzfraktionen über Daten zu ihrem Verbrauch. Die Holzenergiestatistik enthält Angaben zum Holzverbrauch für 18 verschiedenen Anlagentypen (BFE 2006c). In dieser Statistik ist auch aufgeführt, welche Holzsorten in den einzelnen Anlagentypen verwendet werden, was eine Zuordnung zu den drei oben genannten Holzfraktionen erlaubt. Die Zusammensetzung des Holzeinsatzes in den sogenannten Anlagen für erneuerbare Abfälle entnehmen wir der Teilstatistik der speziellen energetischen Holznutzungen (BFE, 2009d). Die Verbrennung von Holz in KVA wird hier nicht berücksichtigt, da sie bereits beim verbrannten Kehricht gezählt wird.

Biogas: Bei Biogas kann man in erster Näherung davon ausgehen, dass Erzeugung und Nutzung für stationäre Zwecke in der gleichen Branche erfolgen. Biogas wird in Klärgas-, Deponiegas- und Biogasanlagen erzeugt und überwiegend direkt zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt. Die Zuordnung der Erzeugung zu Branchen kann daher der Zuordnung der Verwendung (in der Use-Tabelle) folgen. Eine Ausnahme ist die mobile Nutzung von Biogas (Einspeisung ins Erdgasnetz und Abgabe an Tankstellen), die jedoch eine sehr kleine Bedeutung hat. Die Erzeugung wird hier der Abfallwirtschaft zugeordnet, die insgesamt für rund 80% der Biogasproduktion verantwortlich ist.

Biofuels: In der Schweizerischen Statistik der erneuerbaren Energien (BFE 2009b) werden die in der Schweiz produzierten Mengen an Biodiesel, Pflanzenöl/Altöl und Bioethanol ausgewiesen. Die in der Kategorie Pflanzenöl/Altöl aufgeführte Energiemenge stammt vollumfänglich aus der Rezyklierung von pflanzlichem, tierischem und mineralischem Altöl und wird daher der NOGA-Branche 37 (Recycling) zugeordnet. Das im Jahr 2005 in der Schweiz hergestellte Bioethanol stammte ausschliesslich von der Firma Borregard in Riedholz (SO) und wird der NOGA-Branche 21 zugeordnet (Herstellung von Zellstoff aus Holz). Mittlerweile ist der Produktionsstandort von Borregard geschlossen worden und Bioethanol wird importiert. Die Herstellung von Biodiesel erfolgt durch die Lebensmittelindustrie/Ölproduktion (NOGA 15), direkt in der Landwirtschaft (NOGA 01) sowie aus Altölen in der Recycling-Branche (NOGA 37) (Quellen: BFE 2009b, www.biosprit.ch, www.biofuels-schweiz.ch, www.biomassenergie.ch).

Elektrizität: In der Schweiz stammen 95% des erzeugten Stroms aus Kernkraftwerken und Wasserkraftwerken (BFE 2009b), die in der IOT den entsprechenden Branchen zugeordnet werden können. Dazu gehören auch die Kraftwerke, an denen die SBB beteiligt ist, die als eigenständige Unternehmen ebenfalls zur Branche Energieversorgung gehören (NOGA 40). Es ist denkbar, dass einige kleinere Wasserkraftwerke keine eigenständigen Unternehmen sind, sondern zu Industrie- oder Dienstleistungsunternehmen gehören und die Stromerzeugung daher den entsprechenden Branchen zugeordnet werden müssten. Hierzu sind jedoch keine statistischen Daten vorhanden. Wir zählen daher die Stromerzeugung in Wasserkraftwerken vollständig zur Branche Energieversorgung und dort zu den beiden Teilbranchen Laufkraftwerke und Speicherkraftwerke. Rund 3% des Stroms stammt aus Kehrichtverbrennungsanlagen. Diese gehören zur neuen Teilbranche „Stromerzeugung in Kehrichtverbrennungsanlagen“. Die übrigen 2% des Stroms werden in

diversen Stromerzeugungsanlagen, Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen und Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien erzeugt, die einer Vielzahl von Branchen zuzuordnen sind. Diese werden in der Supply-Tabelle nicht erfasst (vgl. Abschnitt 3.5).

Fernwärme: Etwas mehr als die Hälfte der Fernwärme stammt aus Kehrlichtverbrennungsanlagen (BFE 2009b) und kann der Teilbranche „Fernwärmeerzeugung in KVA“ zugeordnet werden. Die aus Kernkraftwerken ausgekoppelte Fernwärme (gut 5%) wird der Branche „Strom- und Fernwärmeerzeugung in KKW“ zugeordnet. Etwas weniger als 5% werden in Fernheizkraftwerken erzeugt, die mit wenigen Ausnahmen ebenfalls der Branche Energieversorgung angehören. Eine solche Ausnahme ist die Energieversorgung des Flughafens Zürich, der zur Teilbranche Luftfahrtinfrastruktur gehört. Der Rest, der ein gutes Drittel ausmacht, stammt überwiegend aus Fernheizwerken, die nur Fernwärme produzieren. Ein Teil dieser Fernwärme wird wahrscheinlich auch in Industrie- und Dienstleistungsbetrieben erzeugt. Diese Menge ist jedoch nicht identifizierbar. Wir rechnen diesen Rest daher komplett zur Teilbranche „Fernwärmeversorgung“, was wahrscheinlich eine gewisse Überschätzung darstellt.

Datenqualität

Für das Aufkommen von Energieträgern in der Supply-Tabelle kann die *Datenqualität* insgesamt als *gut gesichert* bezeichnet werden. Die Entnahme von Energieträgern aus der Umwelt und der Import von Energieträgern sind bekannt. Die Zuordnung der Herstellung von Energieträgern zu Produktionsbereichen ist mit wenigen Ausnahmen eindeutig. Dies gilt insbesondere für die fossilen Energieträger und Elektrizität. Das Aufkommen von Müll wird hier definitorisch der Abfallwirtschaft zugeordnet. Gute Datenquellen bestehen für Biogas, Holz und Fernwärme. Bei Holz besteht eine gewisse Unsicherheit hinsichtlich des Anteils der Forstwirtschaft und der Holzindustrie am Holzaufkommen. Bei der Fernwärme könnte der Anteil der Energieversorgung über- und der Anteil des Industrie- und Dienstleistungssektors unterschätzt sein.

4. Verwendung von Energieträgern (Use-Tabelle brutto)

In den folgenden Abschnitten wird das Vorgehen bei der Zusammenstellung der Use-Tabelle (brutto) und die dabei verwendeten Datenquellen getrennt für den stationären und mobilen Energieverbrauch erläutert.

Die Daten für die Use-Tabelle werden aus vielen verschiedenen Quellen zusammengetragen, die durch unterschiedliche Unsicherheiten gekennzeichnet sind. Zur *Charakterisierung der Datenqualität* wurde deshalb eine zusätzliche Tabelle erstellt, die analog zur Use-Tabelle aufgebaut ist und für jeden Eintrag die Datenqualität nach einer dreistufigen Skala bewertet. Die folgenden Stufen werden dabei unterschieden:

- Qualitätsstufe 1: Daten stammen aus oder beruhen auf amtlichen Statistiken (z.B. Statistiken des Bundesamtes für Energie oder des Bundesamtes für Statistik).
- Qualitätsstufe 2: Daten stammen aus oder beruhen auf anderen Datenquellen (z.B. Studien, Verbandsdaten, mit Unternehmensangaben hochgerechnete Daten).
- Qualitätsstufe 3: Daten wurden über einen Hilfsschlüssel generiert (Anzahl Beschäftigte, ungewichtet oder gewichtet mit Energieintensitäten).

4.1 Stationärer Energieverbrauch

Bei der Erstellung der NAMEA Energie wurde – abgesehen von konzeptionellen Unterschieden – auf die Kompatibilität mit den Energiestatistiken des BFE geachtet. Da die NAMEA Energie gleichzeitig den ersten Schritt zur Ermittlung der stationären energiebedingten Treibhausgasemissionen in der NAMEA Air bildet, bleibt auch die Abstimmung mit dem Treibhausgasinventar wichtig.

Diese beidseitige Abstimmung wird dadurch erschwert, dass sich die Energieverbrauchsdaten in einigen Fällen zwischen Treibhausgasinventar und Gesamtenergiestatistik (GEST) unterscheiden. So enthält die GEST bei den Erdölprodukten auch den Energieverbrauch von Liechtenstein, während dieser im Treibhausgasinventar abgezogen ist. Darüber hinaus unterscheiden sich die Werte beim Endverbrauch der Verbrauchergruppen (Haushalte, Industrie, Dienstleistungen, Landwirtschaft). Im Rahmen des vorliegenden Projektes konnten die Unterschiede weitgehend geklärt werden. In wenigen Fälle müssen verbleibende Unterschiede als statistische Differenzen deklariert werden.

Die folgenden Abschnitte erläutern die wichtigsten Datenquellen und das Vorgehen zur Ermittlung des stationären Energieverbrauchs der Wirtschaftsakteure.

Wichtige Datenquellen:

Die *Gesamtenergiestatistik* (BFE 2009b) zeigt den Energieverbrauch in der Schweiz im Überblick. Die Energiebilanz, die für alle drei Bezugsjahre vom BFE in revidierter Form zur Verfügung gestellt wurde (BFE 2011a), enthält als Synthesestatistik wichtige Eckwerte für die vorliegende Arbeit.

Teilstatistiken des BFE beleuchten den Energieverbrauch in spezifischen Bereichen. Wichtige Teilstatistiken für die vorliegende Arbeit sind die Elektrizitätsstatistik (BFE 2009c), die Statistik der thermischen Stromproduktion inkl. Wärme-Kraft-Kopplung (WKK-Statistik; BFE 2009f), die Statistik der erneuerbaren Energien (BFE 2009b) oder die Holzenergiestatistik (BFE 2009d).

Eine besonders wichtige Datenquelle ist die *Erhebung zum Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor* (BFE 2009e). Damit wird jährlich der Verbrauch der wichtigsten Energieträger in 19 Branchengruppen erhoben.

Weitere Studien zum Energieverbrauch: Weitere Daten zum Energiebedarf der Wirtschaftszweige und der Haushalte wurden für das vom BAFU erstellte Treibhausgasinventar aufbereitet (Prognos/TEP 2011). In einzelnen Fällen werden auch Angaben von Branchenverbänden herangezogen. Zudem verwenden wir Daten aus der Gesamtrechnung des Primärsektors für die Abschätzung des Energieverbrauchs in Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei.

Zur weiteren Aufschlüsselung des Energieverbrauchs auf Zielbranchen, für die keine originären Daten vorhanden sind, dienen *Daten zur Anzahl der Beschäftigten* nach Branchen, die aus den Arbeiten zur Erstellung der schweizerischen IOT vorliegen (vgl. Kapitel 7). Um Energieintensitätsunterschiede der Branchen bei der Aufschlüsselung des Energieverbrauchs einbeziehen zu können, werden ergänzend auch Daten aus anderen europäischen Ländern verwendet. Mit Hilfe von Energieflusskonten und Beschäftigungsdaten aus Dänemark, Deutschland, Österreich und der Niederlande wurden für die dort erfassten Branchen (NOGA 2-Steller) Energieintensitäten pro Beschäftigten gebildet.

Vorgehen zur Branchenaufteilung

Das Vorgehen zur Zuordnung des Energieverbrauchs zu Wirtschaftsakteuren *orientiert sich am dreiteiligen Aufbau der Energiebilanz*. Nach einer Disaggregation der Energiebilanz wird zunächst der Energieeinsatz zur Energieumwandlung (inkl. Eigenverbrauch und Übertragungsverluste) den Branchen zugeordnet. Danach werden der nichtenergetische Verbrauch und schliesslich der Endverbrauch von Energieträgern auf Branchen und die privaten Haushalte aufgeteilt. Dazu sind die oben genannten Datenquellen in einem aufwendigen Verfahren untereinander und auf die Eckwerte der Energiebilanz abzustimmen. Im Folgenden sind die Arbeitsschritte im Einzelnen erläutert.

4.1.1 Disaggregation und Anpassung der Energiebilanz

In der Energiebilanz der Gesamtenergiestatistik werden einige Energieträger zusammengefasst, insbesondere die Erdölprodukte, Müll- und Industrieabfälle sowie die übrigen erneuerbaren Energien. In einem ersten Schritt wird die *Energiebilanz* deshalb auf die in der NAMEA Energie berücksichtigten Energieträger *aufgefächert*. Dazu werden verschiedene Informationen aus der Gesamtenergiestatistik (z.B. Erdölbilanz, Daten zu KVA und Fernwärmeversorgung) und der Statistik der erneuerbaren Energien zusammengeführt. An verschiedenen Stellen sind zudem *Anpassungen* vorzunehmen, die im Folgenden aufgeführt sind:

- *Abzug des Verbrauchs von Erdölprodukten in Liechtenstein:* Wegen der Zollunion mit Liechtenstein enthält die GEST auch den Verbrauch von Erdölprodukten in Liechtenstein. Dieser Verbrauch lässt sich dem Treibhausgasinventar von Liechtenstein entnehmen. Mit Hintergrunddaten zum Schweizerischen Treibhausgasinventar, die vom BAFU zur Verfügung gestellt wurden, kann dieser

Energieverbrauch bei den Importen, der Energieumwandlung und dem Endverbrauch abgezogen werden.

- **Endverbrauch Erdölprodukte:** Beim Endverbrauch von schwerem Heizöl, Petrolkoks und sonstigen Erdölprodukten nehmen wir an, dass er nur in der Industrie erfolgt. Diese Annahme wird durch Daten von Prognos (2011) gestützt.
- **Einsatz von Kehrlicht in Kehrlichtverbrennungsanlagen:** Die Energiebilanz enthält hier neben dem Kehrlichteinsatz zur Strom- und Fernwärmeerzeugung auch den zur Erzeugung von selbst genutzter Fernwärme. Letzterer wird getrennt ausgewiesen, da er einer anderen Branche (NOGA 90c) zuzuordnen ist als der Einsatz zur Strom- oder Fernwärmeerzeugung (NOGA 90a bzw. 90b).
- **Nichtenergetischer Verbrauch (NEV):** Der in der Energiebilanz ausgewiesene nichtenergetische Verbrauch enthält nach Angaben des Erdölverbandes auch die in Raffinerien anfallenden Nebenprodukte Benzol und Schwefel. Diese werden jedoch überwiegend exportiert. Wir beziehen diese Produkte daher nicht mit ein. In den Hintergrunddaten zum Treibhausgasinventar wird dies ähnlich gehandhabt.
- **Energieeinsatz für den Verkehr:** Einige Energieträger, die in der Energiebilanz beim stationären Energieverbrauch verbucht sind, werden in geringen Mengen für die Mobilität verwendet. Dies betrifft Heizöl EL und Flüssiggase (gehören zu den sonstigen Erdölprodukten). Für die Erstellung der NAMEA Energie werden sie bei den mobilen Energieträgern behandelt (vgl. Kap. 4.2). Entsprechend sind sie beim stationären Energieverbrauch abzuziehen.
- **Biogas im Verkehr:** In der Energiebilanz des BFE wird das ins Gasnetz eingespeiste und als Kraftstoff verwendete Biogas bei der Energieumwandlung verbucht und anschliessend unter dem Energieträger „Gas“ subsummiert. Wie in Kapitel 3 erläutert, belassen wir diese Biogasfraktion in der NAMEA Energie beim Endverbrauch von Biogas, um sie weiterhin als Teil der erneuerbaren Energien identifizieren zu können. Dazu ziehen wir das eingespeiste Biogas in der disaggregierten Energiebilanz bei der Energieumwandlung ab und zählen es beim Endverbrauch Verkehr hinzu. Die Zuordnung zu Branchen wird im Unterkapitel zu den mobilen Energieträgern erläutert (Kapitel 4.2).

Das Ergebnis dieser Schritte ist eine nach Energieträgern aufgeschlüsselte Energiebilanz, die die Basis für die weitere Zuordnung zu Branchen bildet.

4.1.2 Energieumwandlung

In diesem Schritt geht es darum, den in der Energiebilanz aufgeführten Energieverbrauch zur Energieumwandlung auf die Zielbranchen der NAMEA Energie aufzuteilen.

Die wichtigsten Aktivitäten der Energieumwandlung, nämlich die Stromerzeugung in *Wasserkraftwerken* und *Kernkraftwerken* können den entsprechenden Branchen eindeutig zugeordnet werden. Dies gilt auch für die Herstellung von Erdölprodukten in den *Raffinerien*.

Die Kategorie der *fossil-thermischen Kraft-, Fernheiz- und Fernheizkraftwerke* beinhaltet in erster Linie Kehrlichtverbrennungsanlagen, öffentliche Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen und öffentliche Fernheizwerke. Seit der Revision der GEST 2010 enthalten diese Daten auch grosse Industrieanlagen. Deren Energieeinsatz und Stromerzeugung lässt sich mit Daten von Eicher+Pauli (Hausmann 2012) identifizieren. Bei der Aufteilung des Energieverbrauchs auf diese Anlagentypen gehen wir wie folgt vor:

- Der Umwandlungseinsatz der Kehrichtverbrennungsanlagen wird proportional zum Output auf Strom- und Fernwärmeerzeugung aufgeteilt und entsprechend den Produktionsbereichen „Stromerzeugung in KVA“ und „Wärmeerzeugung in KVA“ zugeordnet.
- Der Energieeinsatz in Industrieanlagen wird dem Industriesektor als Endverbrauch zugeordnet.
- Auf die öffentlichen Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen und Fernheizwerke entfällt dann der restliche Energieverbrauch.

Die letzte Anlagenkategorie der Energieumwandlungsanlagen in der Energiebilanz beinhaltet die Strom- und Fernwärmeerzeugung in *Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien*. Diese umfassen Holzfeuerungen, Feuerungen für erneuerbare Abfälle, diverse Biogas-, Klärgas- und Deponiegasanlagen sowie Photovoltaikanlagen und Windkraftanlagen. Die Branchen, in denen diese Anlagen stehen, sind nur zum Teil bekannt. Die meisten Biogas-, Klärgas- und Deponiegasanlagen lassen sich der Entsorgungsbranche oder der Landwirtschaft zuordnen. Der grösste Teil des Energieverbrauchs in Feuerungen für erneuerbare Abfälle kann über die Abfallarten zugeordnet werden. Wichtige Branchen sind hier die Papierindustrie und die Zementindustrie. Holz-WKK-Anlagen und Windkraftwerke rechnen wir zur öffentlichen Stromerzeugung. Die Nutzung von PV-Anlagen verteilen wir mit grober Schätzung zu 85% auf Haushalte und zu 15% auf die öffentliche Stromerzeugung.

Für *Leitungsverluste* gibt es in der Use-Tabelle (brutto) eine eigene Kategorie. In der Use-Tabelle (netto) wird sie dann den jeweiligen Energieversorgungsbranchen (insb. Strom-, Gas- und Fernwärmeversorgung) zugeordnet. Der *Eigenbedarf* wird ebenfalls bei den entsprechenden Energieumwandlungsbranchen verbucht.

4.1.3 Nichtenergetischer Verbrauch

Der nichtenergetische Verbrauch umfasst den Verbrauch von Energieträgern zu stofflichen Zwecken. Beispiele sind der Einsatz von Bitumen im Hoch- und Strassenbau, der Einsatz von Petrolkoks für die Herstellung von Elektroden für die Graphitproduktion oder die Verwendung von Schmierstoffen. Für die Zuordnung zu Branchen identifizieren wir mit Hilfe von Angaben der Erdölvereinigung (2010) und des Verbandes der Schweizerischen Schmierstoffindustrie (VSS, 2010) zunächst die Produkte, die zu dieser Kategorie zählen und ermitteln dann ihren Verwendungszweck und die Branchen, in denen diese Produkte eingesetzt werden. Das Baugewerbe und die Chemische Industrie sind wichtige Abnehmer von nichtenergetischen Erdölprodukten. Der Verbrauch von Schmierstoffen verteilt sich hingegen auf alle Wirtschaftsakteure, die Fahrzeuge oder Maschinen betreiben. Schmierstoffe für Fahrzeuge wurden proportional zum Verbrauch von Benzin und Diesel auf die Branchen verteilt. Schmierstoffe für Maschinen wurden den Industriebranchen mangels anderer Informationen proportional zur Beschäftigung zugeordnet.

4.1.4 Endverbrauch

Die Zuordnung des Endverbrauchs zu Branchen erfolgt in mehreren Stufen, die im Folgenden dargestellt sind.

Für *einzelne Branchen* kann der Energiebedarf aus verschiedenen Quellen *direkt identifiziert* werden. Der Energiebedarf der Branchen des *Primärsektors* kann weitgehend mit Daten aus der Gesamtrechnung des Primärsektors geschätzt werden,

wo zum Teil die Energieverbräuche und zum Teil die Energiekosten in der Land- und Forstwirtschaft sowie bei den Fischereibetrieben erfasst sind (BFS 2010). Aus dem Treibhausgasinventar ist der Energieverbrauch der *Gastrocknungsanlagen* bekannt. Diese werden zur Futtermittelherstellung eingesetzt und können laut BFE der Nahrungsmittelindustrie zugeordnet werden.

Zum Endverbrauch der *übrigen Entsorgungsbranche* (NOGA 90c) rechnen wir auch den Energieeinsatz für die selbst genutzte Wärme in KVA. Zudem ist aus der Elektrizitätsstatistik der Stromverbrauch für die *öffentliche Beleuchtung* bekannt, den wir der aus der öffentlichen Verwaltung herausgelösten Teilbranche Strasseninfrastruktur (NOGA 75b) zurechnen.

Diese bekannten und fixierten Energieverbräuche werden nun von der Endverwendung der Branchenaggregate gemäss der differenzierten Energiebilanz abgezogen. In der Energiebilanz gibt es für einige Energieträger eine Position „*Statistische Differenz inkl. Landwirtschaft*“, die in der NAMEA Energie auf Wirtschaftssektoren aufgeteilt werden muss. Da zur statistischen Differenz keine weiteren Informationen verfügbar sind, verteilen wir diese – nach Abzug des für den Primärsektor ermittelten Endverbrauchs – proportional auf Haushalte, Industrie (ohne Gastrocknungsanlagen) und Dienstleistungen (ohne Eigenverbrauch der KVA und öffentliche Beleuchtung).

Aufteilung des Energieverbrauchs im Industrie- und Dienstleistungssektor auf Branchengruppen

Im nächsten Schritt geht es darum, den Energieverbrauch im Industrie- und im Dienstleistungssektor auf Branchengruppen aufzuteilen.

Beim *Stromverbrauch* ist aus konzeptionellen Gründen eine *Anpassung der Werte aus der Energiebilanz* erforderlich. In der Energiebilanz umfasst der Stromverbrauch auch den Verbrauch des von Selbstproduzenten erzeugten Stroms. In der NAMEA Energie wird der Verbrauch von Strom, der ausserhalb der Energieversorgungsbranche und der KVA erzeugt wurde, jedoch nicht einbezogen. Vor der Aufteilung des Stromverbrauchs auf Branchen ist daher in einem ersten Schritt die Stromeigenerzeugung vom in der Energiebilanz angegebenen Stromverbrauch im Industrie- und Dienstleistungssektor (ohne KVA) abzuziehen. Die dafür benötigten Informationen können weitgehend aus der WKK-Statistik des BFE abgeleitet werden, die einen relativ umfassenden Überblick über die Stromerzeugung ausserhalb der Energiewirtschaft bietet.

Für die *Aufteilung des Energieverbrauchs im Industrie- und im Dienstleistungssektor* ist die *Energieverbrauchserhebung* des BFE (BFE 2009e) eine *wesentliche Grundlage*. Sie erfasst den Energieverbrauch für 19 Branchengruppen und die wichtigsten Energieträger. Bei der Verwendung dieser Daten ist zu berücksichtigen, dass beim Stromverbrauch der Betriebe nur der Bezug aus dem Stromnetz oder von Dritten ausgewiesen wird, nicht jedoch der Verbrauch des selbst produzierten Stroms. Der Verbrauch von anderen Energieträgern schliesst dafür den Einsatz zur Stromerzeugung³ ein.

Um die Werte der Energieverbrauchserhebung *auf die Eckwerte der Energiebilanz* für den Industrie- und Dienstleistungssektor *abzustimmen*, gehen wir wie folgt vor: Bei den Eckwerten des Stromverbrauchs von Industrie- und Dienstleistungsbetrieben wird der selbst erzeugte Strom abgezogen. Zudem enthält die Energiebilanz einige Verbraucher, die in der Energieverbrauchserhebung nicht erfasst werden,

³ für Eigenverbrauch und Abgabe

wie z.B. den Energieverbrauch in Gebäuden ohne Beschäftigte (z.B. Grastrocknungsanlagen oder Kühlhäuser), den Eigenverbrauch von Kehrlichtverbrennungsanlagen oder den Stromverbrauch für die öffentliche Beleuchtung. Soweit diese Verbräuche bekannt sind (d.h. für Grastrocknungsanlagen, KVA und öffentliche Beleuchtung), werden sie von den Eckwerten der Energiebilanz abgezogen, bevor die Totale und entsprechend die Branchenwerte aus der Energieverbrauchserhebung auf diese Eckwerte abgestimmt werden.

In der Energieverbrauchserhebung wird der Verbrauch von leichtem und schwerem Heizöl, Kohle, Erdgas und Elektrizität auf die Grundgesamtheit der Unternehmen hochgerechnet bzw. in einer Vollerhebung erfasst. Für diese ist eine direkte Zuordnung zu den 19 Branchengruppen möglich. Der Verbrauch von weiteren Energieträgern wie Industriemüll und Holz wird erfasst, jedoch nicht hochgerechnet. Für diese und die übrigen Energieträger ergänzen wir die Ergebnisse der Energieverbrauchserhebung mit *Daten aus anderen Quellen*. Zur Aufteilung der Verwendung von Petrolkoks und Flüssiggasen (übrige Erdölprodukte) werden Daten von Basics (2005) und Prognos (2011) verwendet, die für die Energieperspektiven des BFE und das Treibhausgasinventar erstellt wurden. Für Industriemüll werden ergänzend Daten vom Verband der Papierindustrie (ZPK 2010) herangezogen und zur Aufteilung von Holzenergie Daten von Basics (2005), Prognos (2011) und TEP (2011), die ebenfalls aus den Arbeiten für die Energieperspektiven und das Treibhausgasinventar stammen. Bei diesen Datenquellen kann es Abgrenzungsunterschiede zur Branchenerhebung und zur amtlichen Branchengliederung geben. Sie sind jedoch die einzigen öffentlich zugänglichen Quellen, die eine Aufteilung der genannten Energieträger auf Branchen erlauben.

Die Zuordnung von Biogas zu Branchen beruht im wesentlichen auf der Statistik der Erneuerbaren Energien. Aus ihr geht hervor, dass Biogas (in Form von Klärgas und Deponiegas) vor allem in der Abfallwirtschaft erzeugt und verwendet wird. Bei kleineren Biogasmengen (Biogas aus Industrieabwässern, Biogas in Industrie und Gewerbe) mussten vereinfachende Annahmen getroffen werden. Beim Verbrauch von Fernwärme stützen wir uns ebenfalls auf den oben genannten Datenquellen von Prognos und TEP ab.

Weitere Disaggregation des Energieverbrauchs auf Zielbranchen

Der folgende Schritt umfasst die weitere Disaggregation der Energieverbrauchsdaten auf die Zielbranchen der NAMEA Energie. Für einige energieintensive Branchen sind *Schätzungen* mit verfügbaren Daten *möglich*.

- Der Stromverbrauch der *Wasserversorgung* wird mit Kennzahlen grob abgeschätzt. Nach SVGW (2004) liegt der spezifische Stromverbrauch pro m³ Trinkwasser bei rund 0.38 kWh. Bei einem Trinkwasserverbrauch von rund einer Milliarde Kubikmeter Wasser im Jahr 2008 kann der damit verbundene Stromverbrauch auf knapp 1'400 TJ geschätzt werden.
- Unter den Dienstleistungsbranchen ist auch die *Abwasserentsorgung* ein wichtiger Stromverbraucher. Da keine statistischen Daten verfügbar sind, wird der Stromverbrauch über Kennzahlen in AWEL (2009) abgeschätzt. Danach kann durchschnittlich von rund 30 kWh Stromverbrauch pro „Einwohnerwert“ ausgegangen werden. Im Mittel wird in der Schweiz eine Abwassermenge von rund 10.4 Mio. Einwohnerwerten gereinigt (Maurer / Herlyn, 2006). Dies ergibt einen Stromverbrauch von rund 1'100 TJ.
- Bei den Dienstleistungen wird der stationäre Energieverbrauch der Teilbranchen *Bahninfrastruktur* und *Fluginfrastruktur* mit Unternehmensdaten der SBB

sowie der Flughäfen Zürich, Genf und Basel hochgerechnet. Als Basis für die Hochrechnung dient bei der Bahninfrastruktur die Anzahl der Beschäftigten, bei den Flughäfen die Anzahl Flugbewegungen.

Für die weitere Aufteilung auf die Zielbranchen werden *Hilfsschlüssel* auf der Basis der Anzahl Beschäftigten verwendet. Eine proportionale Aufteilung anhand der Zahl der Beschäftigten würde jedoch die unterschiedliche Energieintensität der Zielbranchen vernachlässigen. Um diese überschlägig einzubeziehen, wurden Daten einiger europäischer Länder analysiert. Für die Analyse waren branchenbezogene Daten zum Energieverbrauch und zur Beschäftigung in der nötigen Disaggregation (NOGA 2-Steller) und gemäss der Branchenabgrenzungen in Input-Output-Tabellen erforderlich. Solche Daten standen uns für Deutschland, Österreich, Dänemark und die Niederlande zur Verfügung. Aus diesen Daten wurden Kennzahlen zum Stromverbrauch sowie zum übrigen stationären Energieverbrauch pro Beschäftigten gebildet (d.h. ohne den Verbrauch von Treibstoffen).

Nun wurde analysiert, für welche Branchengruppen die *Energieintensitätsunterschiede* derart signifikant sind, dass die Einbeziehung der ausländischen Daten in einen Hilfsschlüssel für die NAMEA Energie sinnvoll erscheint. Dazu wurden die Varianzen der Energieintensitätsunterschiede zwischen den Ländern für die Zielbranchen mit den Varianzen der mittleren Energieintensitätsunterschiede der Zielbranchen innerhalb der Branchengruppen verglichen. Waren die Varianzen zwischen den Branchen deutlich grösser ($> 30\%$) als die Varianzen zwischen den Ländern, wurden die Energieintensitätsunterschiede in den Hilfsschlüssel einbezogen. Waren sie nur leicht grösser ($\leq 30\%$) oder kleiner, wurden nur die Schweizerischen Beschäftigungsdaten als Schlüssel verwendet. Signifikante Unterschiede ergaben sich für die Gruppen des Papier-, Druck- und Verlagsgewerbes (NOGA 21, 22), die Textil-, Bekleidungs- und Lederwarenbranche (NOGA 17 bis 19) sowie für die übrige Industrie. Für diese Branchen wurden die Energieintensitätsunterschiede zusätzlich zu den schweizerischen Beschäftigungsdaten in die Berechnung des Hilfsschlüssels zur Verteilung des Energieverbrauchs einbezogen. Beim Papier-, Druck- und Verlagsgewerbe wurde der Energieverbrauch des Druck- und Verlagsgewerbes (NOGA 22) mit den Energiekennzahlen geschätzt und der Verbrauch von Papierindustrie und Papier verarbeitendem Gewerbe (NOGA 21) als Differenz gebildet. Bei den übrigen Branchengruppen wurde der Energieverbrauch proportional zur Anzahl Beschäftigten (in VZÄ) auf die Zielbranchen aufgeteilt.

4.2 Mobiler Energieverbrauch

Bei der Ermittlung des Energieverbrauchs aus mobilen Quellen und der Aufteilung auf Wirtschaftsbranchen und Haushalte gibt es zwei Vorgehensarten. Bei den Energieträgern, die bereits in der NAMEA für Treibhausgase (NAMEA-air) abgedeckt sind (Benzin, Diesel, Kerosin, Heizöl EL sowie Flüssiggas), kann auf Grundlagen jener Studie zurückgegriffen werden. Somit ist der Berechnungsaufwand moderat und die Konsistenz zur NAMEA-air vollständig gegeben. Bei der Elektrizität sowie den weiteren Energieträgern, die bisher absolut gesehen weniger relevant sind (Erdgas, Biogas und flüssige Biotreibstoffe), liegt der primäre Erhebungsaufwand bei der Ermittlung des Gesamtverbrauchs. In einem zweiten Schritt geht es schliesslich darum, den gesamten Energieverbrauch auf die einzelnen Wirtschaftsbranchen sowie die Haushalte zu verteilen.

Wichtigste Datengrundlagen für mobilen Energieverbrauch:

- *NAMEA-air*, Treibhausgasemissionen der Wirtschaftsbranchen, Methodikhandbuch sowie Datentabellen (BFS 2011a): Liefert Grundlagen für die Ermittlung des Gesamtverbrauchs sowie die Branchenaufteilung der Energieträger Benzin, Diesel, Kerosin, Heizöl extraleicht sowie Flüssiggas. Die NAMEA-air beinhaltet sowohl Verbrauchsdaten für Transporte als auch für Offroad-Verkehr.
- *Schweizer Treibhausgasinventar* (BAFU 2011a, BAFU 2011b): Liefert die Grundlagen für die Berechnung der NAMEA-air und bildet somit auch die zentrale Basis für die Ermittlung des Verbrauchs der wichtigsten drei Energieträger im Bereich Mobilität (Benzin, Diesel und Kerosin).
- *Gesamtenergiestatistik* (GEST) (BFE 2009a): Liefert u.a. Eckwerte zum jährlichen Erdgasverbrauch im Verkehr.
- *Statistik der erneuerbaren Energien* (BFE 2009b): Beinhaltet den jährlichen Gesamtverbrauch von Biotreibstoffen: Biogas (Vertrieb via Erdgasnetz und Direktverkauf bei Biogasanlagen), flüssige Biotreibstoffe (Biodiesel, Pflanzenöl/Altöl, Bioethanol).
- *Schweizerische Elektrizitätsstatistik* (BFE 2009c): Weist den gesamten jährlichen Elektrizitätsverbrauch der Bahnen (Eisenbahnen, Trams, Trolleybusse, Bergbahnen und Skilifte) aus.
- *ÖV-Statistik des BFS* (BFS 2009b): Die Detailtabellen der ÖV-Statistik beinhalten den jährlichen Verbrauch an elektrischer Energie der Eisenbahnen, Trams und Trolleybusse.

Im Folgenden wird das Vorgehen für die einzelnen Energieträger erläutert.

4.2.1 Benzin, Diesel, Kerosin und Heizöl EL

Die Grundlage für die Ermittlung des Verbrauchs der Energieträger Benzin, Diesel Kerosin und Heizöl extraleicht aus mobilen Quellen bilden die Daten aus der NAMEA für Treibhausgase (NAMEA-air). Dort werden die Treibhausgasemissionen aus dem Verbrauch von Benzin, Diesel, Kerosin und Heizöl EL aus mobilen Quellen auf die Wirtschaftsbranchen und Haushalte verteilt. Ausgangslage für die Berechnung bilden die Daten aus dem Schweizer Treibhausgasinventar. Dort liegen Daten zum Energieverbrauch (in TJ) wie auch umgerechnet in Emissionen gemäss Absatzprinzip vor. In der NAMEA-air werden diese Daten zum einen auf die Branchen und Haushalte aufgeteilt. Zum anderen werden die Emissionen vom Absatzprinzip ins Inlandprinzip überführt, das gemäss Konvention für die NAMEA gilt, um mit der VGR kompatibel zu sein.

Diese Vorarbeiten aus der NAMEA-air werden für die drei Energieträger *Benzin, Diesel und Kerosin* genutzt. Weil bei der NAMEA-air die Ergebnisse jedoch nicht nach Energieträger differenziert ermittelt und ausgewiesen werden (sondern auf Basis von Verkehrsträgern), kann im Rahmen der NAMEA Energie nicht auf die Endresultate der NAMEA-air zurückgreifen, sondern nutzt Zwischenergebnisse daraus. Aus diesen Zwischenergebnissen der NAMEA-air lassen sich für die drei Energieträger Benzin, Diesel und Kerosin die CO₂-Emissionen je Branchen und Haushalte berechnen. Daraus kann mit Hilfe des Emissionsfaktors (CO₂-Emissionen pro Energieeinheit) leicht der Energieverbrauch je Branche und Haushalt berechnet werden.

Ein Spezialfall ist das *Heizöl EL*, das in geringem Mass in der Schifffahrt als Treibstoff eingesetzt wird. Dieses ist auch in der NAMEA-air bereits bei den mobilen

Quellen zugeordnet (Offroad) und muss für die NAMEA Energie als separater Treibstoff ausgewiesen werden. Die Höhe des Heizölverbrauchs in der Schifffahrt ist im Treibhausgasinventar bzw. den dazugehörigen Hintergrundtabellen angegeben (BAFU 2011a).

Eine geringe Abweichung zur NAMEA-air gibt es beim Benzin. An Tankstellen und Tanklagern gibt es geringe Verluste beim *Benzinumschlag*. Weil diese Umschlagsverluste nicht emissionsrelevant sind, fließen sie nicht ins Treibhausgasinventar ein. In der NAMEA Energie müssen sie jedoch berücksichtigt werden, um mit der Gesamtenergiestatistik kompatibel zu sein. Die Höhe der Umschlagsverluste ist in den Hintergrundtabellen des Treibhausgasinventars angegeben (BAFU 2011a).

Im Vergleich zur ersten NAMEA Energie für die Jahre 2005 und 2001 sind bei der NAMEA 2008 neu auch die so genannten „Marine Bunkers“ aus dem Treibhausgasinventar enthalten. Analog zum Luftverkehr beinhalten diese Bunkers den Absatz von Treibstoffen (beim Schiffsverkehr ist es Diesel) in der Schweiz für den internationalen Schiffsverkehr an den Rheinhäfen in Basel. Dieser Verbrauch wird als Export bzw. Verbrauch nicht gebietsansässiger Wirtschaftseinheiten im Inland bezeichnet.

Nebst dem Energieverbrauch aus dem Transportbereich werden in der NAMEA Energie auch die Energieverbräuche aus mobilen Offroad-Aktivitäten berücksichtigt (z.B. in Industrie, Bau, Land- und Forstwirtschaft). Diese Daten können ebenfalls aus der NAMEA-air bezogen werden, wo Treibhausgasemissionen und Energieverbräuche entsprechend vorliegen (ebenfalls auf Basis des Treibhausgasinventars).

Die folgende Tabelle zeigt die Resultate des mobilen Verbrauchs von Benzin, Diesel, Kerosin und Heizöl EL nach NAMEA-Logik sowie den Gesamtverbrauch in der USE-Tabelle.

Abbildung 6: Verbrauch von Benzin, Diesel, Kerosin und Heizöl EL durch mobile Quellen gemäss NAMEA Energie 2008 (Inlandprinzip).

| Mobiler Energieverbrauch (Verkehr und Offroad) | Benzin TJ | Diesel TJ | Kerosin TJ | Heizöl EL TJ |
|---|----------------|----------------|---------------|-----------------|
| Ergebnisse 2008 | | | | |
| Wirtschaftsbranchen total | 17'000 | 51'400 | 70'500 | 100 |
| Haushalte | 113'400 | 28'800 | 3'800 | 60 |
| Gesamtverbrauch nach NAMEA-Logik | 130'400 | 80'200 | 74'300 | 160 |
| Vorratsveränderungen | -2'500 | 2'100 | 1'400 | 0 |
| Exporte* | 26'200 | 19'000 | 24'200 | 0 |
| davon Verbrauch durch nGWE im Inland | 26'200 | 18'600 | 24'200 | |
| Gesamtverbrauch (USE) | 154'200 | 101'400 | 99'900 | 160 |
| davon durch GWE im Ausland** | 14'000 | 5'800 | 37'600 | 0 |

*Erläuterungen: Die Abweichungen zur Gesamtenergiestatistik beruhen auf der Umrechnung vom Absatz- zum Inlandprinzip (u.a. wird dadurch der Energieabsatz durch Tanktourismus in Abzug gebracht). * Exporte: Grenzüberschreitende Exporte plus Verbrauch durch nicht gebietsansässige („ausländische“) Wirtschaftseinheiten (nGWE) im Inland. ** GWE im Ausland: Verbrauch gebietsansässiger („inländische“) Wirtschaftseinheiten („Residents“) im Ausland.*

4.2.2 Erdgas und Flüssiggas

Fossiles Gas als Energieträger für den mobilen Energieverbrauch umfasst sowohl das eigentliche Erdgas (CNG, compressed natural gas, Methangas) als auch das Flüssiggas (LPG, liquified petroleum gas; Propan- oder Butangas). In den Ergebnistabellen der NAMEA Energie wird Erdgas und Flüssiggas separat ausgewiesen.

Beim Strassenverkehr ist das klassische Erdgas (CNG) viel relevanter. Mit Flüssiggas betriebene Fahrzeuge gibt es nur sehr wenige, u.a. auch weil das Tankstellennetz sehr lückenhaft ist. Die Zahl der CNG-betriebenen Fahrzeuge hat in den letzten Jahren dagegen stark zugenommen, sowohl bei den Personenwagen, als auch bei den Bussen und Nutzfahrzeugen.

Immer noch sehr relevant ist das Flüssiggas (LPG) jedoch bei im Offroad-Bereich. So wird ein beträchtlicher Teil der industriellen Gabelstapler mit Flüssiggas angetrieben. Weil bei der Indoor-Anwendung von Gabelstaplern der Einsatz von Diesel und Benzin nicht erlaubt ist, wird oft auf Flüssiggas zurückgegriffen.

Flüssiggas (LPG)

Beim Flüssiggas liegen Datengrundlagen aus dem Treibhausgas und somit aus der NAMEA-air vor. Flüssiggas wird von mobilen Quellen lediglich im Offroad-Bereich durch industrielle Gabelstapler verwendet. Die Verteilung dieses Energieverbrauchs auf die Wirtschaftsbranchen erfolgt analog zur NAMEA-air: die Emissionen werden jenen Branchen zugeordnet, die Gabelstapler einsetzen (NOGA-B Branchen 10-41, 50-52, 60-64, 90; Aufteilung gemäss Anzahl Beschäftigten).

Abbildung 7: Verbrauch an Flüssiggas durch Offroad-Fahrzeuge (Gabelstapler)

| | 1990 | 1995 | 2001 | 2005 | 2008 |
|----------------------|------|------|------|------|------|
| | TJ | TJ | TJ | TJ | TJ |
| Flüssiggas-Verbrauch | 157 | 235 | 316 | 318 | 319 |

Quelle: BAFU, INFRAS (2008) und BAFU (2011a).

Erdgas (CNG)

Ermittlung der Eckwerte

Die Gesamtenergiestatistik des Bundesamtes für Energie weist den Endverbrauch von Erdgas nach Verbrauchergruppen separat aus (Tabelle 17c in der GEST, z.B. GEST 2008, BFE 2009a). Die Statistik weist eine Kategorie „Verkehr“ aus, die den Verbrauch von Erdgas und Biogas beinhaltet, das über das Erdgasnetz abgesetzt wird. Lieferant dieser Daten ist der Verband der schweizerischen Gasindustrie (VSG). Nicht enthalten in dieser Zahl ist das Biogas, welches nicht ins Gasnetz eingespeist, sondern direkt an Tankstellen bei Biogasanlagen verkauft wird.

Um den Gesamtverbrauch von Erdgas (CNG) im Verkehr zu ermitteln, muss also von der Gesamtzahl aus der GEST der Anteil Biogas abgezählt werden, der über das Gasnetz abgesetzt wird. Dieser Wert wiederum ist aus der BFE-Statistik der erneuerbaren Energien verfügbar (z.B. Ausgabe 2008, BFE 2009b). Im Anhang B dieser Statistik ist in der Tabelle 8.1 der Verbrauch von Biogas-Treibstoff über das Erdgasnetz sowie durch Direktverkauf bei Biogasanlagen aufgeführt (BFE 2009b, S.66).

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über den Gesamtverbrauch von Erdgas in den letzten Jahren. Für das Jahr 2001 weist die GEST einen Erdgasverbrauch von null aus.

Abbildung 8: Erdgas-Verbrauch im Verkehr ab Erdgasnetz

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|
| | TJ | TJ | TJ | TJ | TJ |
| Gas-Verbrauch im Verkehr ab Gasnetz | 30 | 90 | 120 | 310 | 470 |
| Biogas-Verbrauch im Verkehr ab Netz | 19 | 33 | 35 | 53 | 109 |
| Netto: Erdgas-Verbrauch Verkehr | 11 | 57 | 85 | 257 | 361 |

Quellen: 1. Zeile BFE 2009a; 2. Zeile BFE 2009b; 3. Zeile = 1. Zeile – 2. Zeile

Eine Korrektur vom Absatzprinzip auf das Inlandprinzip wird für den Erdgasverbrauch nicht vorgenommen. Es gibt keine Hinweise darauf, dass es beim Erdgasverbrauch Tanktourismus in relevantem Ausmass gibt. Zudem ist der Erdgasverbrauch im Verkehr bisher so gering, dass der Verbrauch von Ausländern in der Schweiz und der Verbrauch von Schweizern im Ausland fast vernachlässigbar klein sein dürften.

Aufteilung auf Wirtschaftsbranchen und Haushalte

Die Verteilung des gesamten Erdgasverbrauchs auf die Haushalte sowie die einzelnen Wirtschaftsbranchen kann nur grob vorgenommen werden. Grundlage dazu bilden Daten aus dem Handbuch Emissionsfaktoren im Strassenverkehr (HBEFA 3.1, INFRAS 2010) diverse Informationen von Erdgas Schweiz (Statistik der Erdgasfahrzeuge in der Schweiz), von öffentlichen Verkehrsunternehmen zu deren Gasbusflotte sowie ausgewählter Unternehmen, die eine grössere Flotte an Gasfahrzeugen haben.

2008 befanden sich Erdgasfahrzeuge schon deutlich im Aufschwung. Im Einsatz waren Erdgasfahrzeuge vor allem bei öffentlichen Verkehrsunternehmen (Gasbusse) sowie Privaten („Innovatoren“). Aktuell haben unter anderem Bernmobil, die Basler Verkehrs-Betriebe BVB (beide Erdgas und Biogas), die Busbetriebe Olten Gösigen Gäu (BOGG) sowie der Busbetrieb Grenchen und Umgebung (BGU) Erdgasbusse im Einsatz. Zudem gibt schon seit einigen Jahren erste Transport- oder Kurierunternehmen, die eine Gasfahrzeugflotte im Einsatz haben (z.B. DHL Schweiz).

Aufgrund der vorliegenden Informationen wird für 2008 folgender Aufteilungsschlüssel angewandt (eigene Schätzung basierend auf dem neusten Handbuch Emissionsfaktoren HBEFA 3.1 (INFRAS 2010). Verbrauchs- und Flotteninformationen von öffentlichen Verkehrsbetrieben, Erdgas Schweiz (Gasmobil) sowie ausgewählten Unternehmen⁴):

⁴ Leider gibt es zum Verbrauch von Erdgas, Biogas und Biotreibstoffen im Verkehrsbereich bisher fast keine Datengrundlagen. Aufgrund der sehr kleinen Relevanz der Energieträger sind die vorliegenden Grundlagen für die Branchenzuteilung im Moment jedoch ausreichend. Sobald diese Energieträger (Erdgas, Biotreibstoffe) wichtiger werden, sind jedoch weitere Plausibilisierungen nötig.

Abbildung 9: Aufteilung des Erdgasverbrauchs im Verkehr auf Haushalte und Wirtschaftsbranchen

| Wichtigste Verbrauchergruppen Erdgas | NOGA-Branche | Anteil an Gesamtverbrauch Erdgas 2008 |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Öffentliche Verkehrsbetriebe | 60.21 | 76% |
| Private Personenwagen | Haushalte | 17% |
| Transportbranche, Spedition, Kurier-/Postdienste (v.a. Lieferwagen) | 60.24, 63, 64 | 2% |
| Restliche Branchen | Rest gemäss Anteil an Benzinverbrauch | 5% |

Quelle: Eigene Darstellung

4.2.3 Biogas

Ermittlung der Eckwerte

Die BFE-Statistik der erneuerbaren Energien weist den Gesamtverbrauch von Biogas als Treibstoff aus (BFE 2009b, Anhang B, S. 66). Die Daten beinhalten sowohl den Direktverkauf von Biogas an Tankstellen bei Biogasanlagen, als auch den Absatz von Biogas-Treibstoff über das Erdgasnetz. Diese Daten bilden die Eckwerte für den gesamten Biogas-Treibstoffverbrauch in der Schweiz. Die folgende Tabelle zeigt die Entwicklung in den letzten Jahren (2001 sowie 2004-2008).

Abbildung 10: Verbrauch von Biogas als Treibstoff

| | 2001 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | TJ | TJ | TJ | TJ | TJ | TJ |
| Verkauf über Erdgasnetz | 15.9 | 18.6 | 32.5 | 35.4 | 53.2 | 109.1 |
| Direktverkauf bei Biogasanlagen | 8.5 | 13.1 | 14.8 | 14.0 | 12.8 | 16.2 |
| Biogas-Treibstoffverbrauch total | 24.4 | 31.7 | 47.3 | 49.4 | 66.0 | 125.4 |

Quelle: BFE 2009b

Aufteilung auf Wirtschaftsbranchen und Haushalte

Die Verteilung der Biogas-Emissionen auf die einzelnen Branchen und Haushalte erfolgt analog wie beim Erdgas (siehe oben). Allerdings wird Biogas noch weniger stark von privaten Haushalten genutzt, dafür waren vor allem öffentliche Verkehrsbetriebe Pionieren bei der Nutzung von Biogas und sind noch heute treibende Kräfte. Bernmobil und die Basler Verkehrs-Betriebe BVB nutzen beide im grossen Stil Biogas als Treibstoff. Bernmobil bezieht das Biogas beispielsweise aus der Klärgasanlage der ARA Region Bern. Nutzer von Biogas-Fahrzeugen gibt es auch in der Transportbranche (z.B. DHL Schweiz) sowie dem Detailhandel (z.B. Migros Genossenschaft Zürich). Zudem gab es 2008 diverse innovative Unternehmen, die ihre firmeneigenen Transporte teilweise mit Biogas betriebenen Fahrzeugen abzuwickeln begannen (z.B. McDonald's Schweiz).

Aufgrund der vorliegenden Informationen wird für 2008 folgender Aufteilungsschlüssel angewandt (eigene Schätzung basierend auf Verbrauchs- und Flottenin-

formationen von öffentlichen Verkehrsbetrieben, Erdgas Schweiz (Gasmobil) sowie ausgewählten Unternehmen⁵):

Abbildung 11: Aufteilung des Biogasverbrauchs im Verkehr auf Haushalte und Wirtschaftsbranchen

| Wichtigste Verbrauchergruppen Biogas | NOGA-Branche | Anteil an Gesamtverbrauch Erdgas 2008 |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Öffentliche Verkehrsbetriebe | 60.21 | 50% |
| Private Personenwagen | Haushalte | 25% |
| Transportbranche, Spedition, Kurier-/Postdienste (v.a. Lieferwagen) | 60.24, 63, 64 | 10% |
| Detailhandel | 52 | 5% |
| Restliche Branchen | Rest gemäss Anteil an Benzinverbrauch | 10% |

Quelle: Eigene Darstellung

Auf eine Korrektur vom Absatzprinzip auf das Inlandprinzip wird für den Biogasverbrauch aus den gleichen Gründen wie beim Erdgas verzichtet (siehe Kap. 4.2.2).

4.2.4 Elektrizität

Öffentlicher Verkehr (Eisenbahnen, Tram, Trolleybusse, Bergbahnen & Skilifte)

Ermittlung der Eckwerte

Der gesamte Elektrizitätsverbrauch des Verkehrs ist in der BFE-Elektrizitätsstatistik ausgewiesen (BFE 2009c, Tab. 21, S.25). Dabei wird der Elektrizitätsverbrauch aller Bahnen separat aufgeführt. Darin inbegriffen sind nicht nur die Eisenbahnen, sondern auch Trams, Trolleybusse, Bergbahnen und Skilifte.

Eine zweite Datengrundlage für den Elektrizitätsverbrauch im öffentlichen Verkehr ist die ÖV-Statistik des BFS (BFS 2011a). Darin wird jährlich der Verbrauch an elektrischer Energie von Eisenbahnen, Trams und Trolleybussen separat ausgewiesen. Damit ist einzig der Elektrizitätsverbrauch von Bergbahnen und Skiliften nicht direkt verfügbar. Für die NAMEA Energie kann dieser jedoch als Residualgrösse aus dem Gesamtverbrauch gemäss Elektrizitätsstatistik und den Daten aus der ÖV-Statistik ermittelt werden (s. folgende Tabelle).

⁵ Leider gibt es zum Verbrauch von Erdgas, Biogas und Biotreibstoffen im Verkehrsbereich bisher fast keine Datengrundlagen. Aufgrund der sehr kleinen Relevanz der Energieträger sind die vorliegenden Grundlagen für die Branchenzuteilung im Moment jedoch ausreichend. Sobald diese Energieträger (Erdgas, Biotreibstoffe) wichtiger werden, sind jedoch weitere Plausibilisierungen nötig.

Abbildung 12: Elektrizitätsverbrauch im öffentlichen Verkehr

| Elektrizitätsverbrauch im öffentlichen Verkehr | 2001 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | TJ | TJ | TJ | TJ | TJ | TJ |
| Eisenbahnen | 8'310 | 8'617 | 9'015 | 8'843 | 8'851 | 9'075 |
| Trams | 465 | 467 | 470 | 462 | 474 | 473 |
| Trolleybusse | 321 | 300 | 302 | 306 | 292 | 295 |
| Bergbahnen & Skilifte | 618 | 1'199 | 953 | 1'524 | 1'457 | 1'468 |
| Gesamttotal | 9'713 | 10'584 | 10'739 | 11'135 | 11'074 | 11'311 |

Quellen: BFE 2009c; BFS 2009b, BFS 2011a.

Aufteilung auf Wirtschaftsbranchen und Haushalte

Die Zuordnung des Elektrizitätsverbrauchs des öffentlichen Verkehrs auf die Wirtschaftsbranchen kann direkt auf Basis der Verkehrstypen vorgenommen werden:

- Eisenbahnen: NOGA 60.1 Eisenbahnpersonenverkehr und -güterverkehr. Die Aufteilung auf den Personen- und Güterverkehr erfolgt auf Basis der gefahrenen Trassenkilometer (Quelle: SBB 2011).
- Trams und Trolleybusse: NOGA 60.21 Restlicher öffentlicher Landverkehr.
- Bergbahnen & Skilifte: NOGA 60.21 Restlicher öffentlicher Landverkehr (beinhaltet auch Bergbahnen und Skilifte, 60.21C).

Privater Strassenverkehr (Elektroautos, Elektrozweiräder)

Ermittlung der Eckwerte

Zum Elektrizitätsverbrauch im privaten Strassenverkehr sind keine offiziellen statistischen Daten verfügbar. Auch die Elektrizitätsstatistik des BFE weist dazu keinen Wert aus. Elektrofahrzeuge (Elektro-Personenwagen und Elektro-Zweiräder) sind in der Schweiz bisher wenig verbreitet. Im Erhebungsjahr 2005 war der Fahrzeugbestand noch sehr niedrig. Weil die Markt- und Konkurrenzfähigkeit der neusten Generation Elektro-PW mittlerweile aber stark zugenommen hat, wird ihnen ein grosses Wachstumspotenzial attestiert. Aus diesem Grund wird dieser Verbrauch ebenfalls in die vorliegende NAMEA Energie aufgenommen, auch wenn er 2005 noch sehr gering war.

Der gesamte Elektrizitätsverbrauch durch Elektrofahrzeuge wird aus Daten zum Fahrzeugbestand hochgerechnet. Die Agentur EcoCar erhebt Daten zum Bestand der Elektropersonenwagen und der Elektrozweiräder (EcoCar 2009). 2008 waren knapp 800 Elektro-PW sowie 29'500 Elektrozweiräder (inkl. e-Bikes) in Betrieb (2005: ca. 660 PW und 6'500 Zweiräder). Aus diesen Werten wird der Jahres-Elektrizitätsverbrauch mit Hilfe von Annahmen zur durchschnittlichen Jahresfahrleistung sowie dem mittleren Stromverbrauch pro 100 km berechnet. Zu diesen Hilfsparametern⁶ (mittlere Jahresfahrleistung, durchschnittlicher Stromverbrauch pro 100 km) sind INFRAS-intern gute Grundlagen vorhanden, die unter anderem auch für jährliche Wirkungsanalyse des BFE-Programms „Energie Schweiz“ verwendet werden. Der mittlere Stromverbrauch wird zudem durch punktuelle Informationen von Elektrofahrzeug-Herstellern zu einzelnen Modellen gestützt.

⁶ Jahresfahrleistung: Elektro-PW 8'000 km / Fz; Elektro-Zweiräder: 900 km / Fz.
Mittlerer Energieverbrauch: Elektro-PW 20 kWh / 100km; Elektro-Zweiräder: 1 kWh / 100km.

Für 2008 ergibt sich auf diese Weise ein Elektrizitätsverbrauch im privaten Strassenverkehr von gut 5.5 TJ, während der Verbrauch 2005 rund 4 TJ betrug.

Aufgrund mangelnder Datengrundlagen in diesen Daten bisher nicht enthalten ist der Elektrizitätsverbrauch von Spezialfahrzeugen wie z.B. Arbeitskarren, wie sie unter anderem in autofreien Tourismusorten eingesetzt werden. Diese Fahrzeuge sind bisher mengenmässig im Vergleich zu den Elektro-PW und -Zweiräder wohl ebenfalls relevant. Mit zunehmender Verbreitung der Elektro-PW wird die relative Bedeutung der Arbeitskarren jedoch abnehmen.

Aufteilung auf Wirtschaftsbranchen und Haushalte

Zur Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs auf die Wirtschaftsbranchen und Haushalte sind keine Grundlagen verfügbar. Die Zuordnung des Verbrauchs von Elektro-Personenwagen auf Haushalte und Wirtschaftsbranchen erfolgt deshalb nach dem gleichen Schlüssel wie der Benzinverbrauch. Damit fällt 87% des Energieverbrauchs auf die Haushalte und 13% auf die Wirtschaftsbranchen. Der Verbrauch von Elektro-Zweirädern wird direkt den Haushalten zugeordnet, unter der vereinfachenden Annahme, dass diese Fahrzeuge fast ausschliesslich im privaten Besitz sind.

4.2.5 Flüssige Biotreibstoffe (Biodiesel, Pflanzen-/Altöl Bioethanol)

Ermittlung der Eckwerte

Der jährliche Gesamtverbrauch von flüssigen Biotreibstoffen wird wie der Biogas-Verbrauch in der BFE-Statistik der erneuerbaren Energien (BFE 2009b) ausgewiesen. Diese Daten werden für die vorliegende NAMEA Energie verwendet (siehe folgende Tabelle).

Abbildung 13: Verbrauch von flüssigen Biotreibstoffen

| Verbrauch von flüssigen Biotreibstoffen | 2001 TJ | 2004 TJ | 2005 TJ | 2006 TJ | 2007 TJ | 2008 TJ |
|---|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Biodiesel | 63.8 | 106.5 | 207.7 | 288.4 | 322.2 | 389.4 |
| Pflanzenöl/Altöl | 0.4 | 10.8 | 18.3 | 29.2 | 63.9 | 34.8 |
| Bioethanol | 0.0 | 0.0 | 19.0 | 22.3 | 67.1 | 69.2 |
| Total | 64.3 | 117.3 | 245.0 | 340.0 | 453.2 | 493.5 |

Quelle: BFE 2009b

Aufteilung auf Wirtschaftsbranchen und Haushalte

Wie beim Erdgas sind auch bei den flüssigen Biotreibstoffen keine genauen Daten zur Aufteilung des Energieverbrauchs verfügbar. Die Aufteilung erfolgt daher mittels einer eigenen Schätzung, basierend auf verschiedenen Informationen von Verbänden (Alcosuisse, bio-sprit.ch) sowie Firmen, die Biotreibstoffe vertreiben (Flamol, Agrola).

Abbildung 14: Aufteilung des Verbrauchs flüssiger Biotreibstoffe auf Haushalte und Wirtschaftsbranchen

| Biotreibstoff | Verwendungsart | NOGA-Branchen inkl. deren Anteil* |
|------------------|--|--|
| Biodiesel | a. Beimischung zum Diesel als B5 (5% Biodiesel, 95% fossiler Diesel; keine Motoranpassung nötig). -> Hauptverwendungsart b. Reiner Biodiesel B100 (100% Biodiesel). | - Transportbranche (NOGA 60.24): 40% - Bau (NOGA 45): 25% - Landwirtschaft (NOGA 01): 15% - Restl. Branchen: 20% (Verteilung gemäss Diesel-Verbrauch der Branchen) |
| Pflanzenöl/Altöl | Pflanzenöl und Altöl umfasst rezykliertes Öl. Dieses wird zu Biodiesel verarbeitet. Die Verwendung ist gleich wie beim Biodiesel (s. oben). | Gleich wie Biodiesel (siehe oben) |
| Bioethanol | Beimischung zu Benzin, 2 Arten: a. E5: 5% Bioethanol, 95% Benzin; keine Motoranpassungen nötig. b. E85: 85% Bioethanol, 15% normales Benzin; nur für spezielle Flexi-Fuel-Fahrzeuge (FFV). | - Landwirtschaft (NOGA 01): 20% - Restl. Branchen: 80% (Verteilung gemäss Benzin-Verbrauch der Branchen) |

* Wichtigste Quelle für die Aufteilung des Biodiesels (und Pflanzenöl/Altöl) sind Angaben des Biodiesel-Vertreibers Flamol.

Quelle: Eigene Darstellung

Auf eine Korrektur vom Absatzprinzip auf das Inlandprinzip wird für den Verbrauch flüssiger Biotreibstoffe aus den gleichen Gründen wie beim Erdgas verzichtet (siehe Kap. 4.2.2).

Die folgende Tabelle zeigt den mobilen Verbrauch von Erdgas, Flüssiggas, Biogas und flüssigen Biotreibstoffen („Biofuels“) nach NAMEA-Logik.

Abbildung 15: Verbrauch von Erdgas, Flüssiggas, Biogas und flüssigen Biotreibstoffen durch mobile Quellen gemäss NAMEA Energie 2008 (Inlandprinzip)

| Mobiler Energieverbrauch (Verkehr und Offroad) | Erdgas TJ | Flüssiggas TJ | Biogas TJ | Biofuels TJ |
|--|--------------|------------------|--------------|----------------|
| Ergebnisse 2008 | | | | |
| Wirtschaftsbranchen total | 299 | 319 | 94 | 398 |
| Haushalte | 62 | 0 | 31 | 96 |
| Gesamtverbrauch nach NAMEA-Logik (=USE) | 361 | 319 | 125 | 493 |

Quelle: Eigene Darstellung

5. Ausblick

Für die periodische Aufdatierung der NAMEA Energie bietet sich eine *Wiederholung* des hier beschriebenen Verfahrens an, da die Grunddaten aus dem Treibhausgasinventar und den Energiestatistiken jährlich veröffentlicht werden. Die mobilen energiebedingten Emissionen aus der NAMEA Air werden jeweils im gleichen Rhythmus aktualisiert und liegen somit ebenfalls vor. Lediglich die Daten zur Beschäftigung nach Produktionsbereichen, die als Hilfsschlüssel benötigt werden, liegen nur in den Jahren der Veröffentlichung der Schweizer IOT vor. In den Zwischenjahren können diese mit Daten des BFS zur Beschäftigungsentwicklung fortgeschrieben werden. Zur *Vereinfachung* des Vorgehens bei der Aufdatierung könnten für einzelne Bereiche wie die Fernwärmeerzeugung, die Holzenergienutzung oder den nichtenergetischen Verbrauch Branchenanteile aus der letzten bestehenden NAMEA Energie übernommen werden. Dies ginge jedoch zwangsläufig zu Lasten der Datenqualität.

ANHANG

Anhang 1: Branchengliederung für die NAMEA Energie

| NOGA | Bezeichnungen |
|-------|---|
| 01 | Landwirtschaft |
| 02 | Forstwirtschaft |
| 05 | Fischerei, Fischzucht |
| 10b14 | Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden |
| 15b16 | Herst. von Nahrungs- und Genussmitteln |
| 17 | Textilgewerbe |
| 18 | Herstellung von Bekleidung und Pelzwaren |
| 19 | Herstellung von Lederwaren und Schuhen |
| 20 | Be- und Verarbeitung von Holz |
| 21 | Papier- und Kartongewerbe |
| 22 | Verlags- und Druckgewerbe, Vervielfältigung |
| 23a | <i>Mineralölverarbeitung</i> |
| 23b | <i>Herstellung von nuklearem Brennstoff</i> |
| 24 | <i>Chemische Industrie</i> |
| 25 | Herst. von Gummi- und Kunststoffwaren |
| 26 | Herst. von sonst. Prod. aus nichtmet. Mineralien |
| 27 | Erzeugung und Bearbeitung von Metall |
| 28 | Herstellung von Metallerzeugnissen |
| 29 | Maschinenbau |
| 30b31 | Herst. von elektrischen und Informatik-Geräten |
| 32 | Herst. von Radio-, Fernseh-, Nachrichtengeräten |
| 33 | Herst. von med. und optischen Geräten; Uhren |
| 34 | Fahrzeugbau |
| 35 | Herstellung von sonstigen Fahrzeugen |
| 36 | Herstellung von Möbeln, Schmuck, Spielwaren |
| 37 | Recycling |
| 40a | <i>Stromerzeugung in Laufwasserkraftwerken</i> |
| 40b | <i>Stromerzeugung in Speicherwasserkraftwerken</i> |
| 40c | <i>Stromerzeugung aus Kernkraft</i> |
| 40d | <i>Übrige Stromerzeugung (2001 und 2005)</i> |
| 40d1 | <i>Fossil-thermische Stromerzeugung (2008)</i> |
| 40d2 | <i>Stromerzeugung in Holz-WKK-Anlagen (2008)</i> |
| 40d3 | <i>Stromerzeugung in Windkraft- und Photovoltaik-Anlagen (2008)</i> |
| 40e | <i>Stromverteilung und -handel</i> |
| 40f | <i>Fernwärmeversorgung</i> |
| 40g | <i>Gasversorgung</i> |
| 41 | <i>Wasserversorgung</i> |

| NOGA | Bezeichnungen |
|---|---|
| 45 | Baugewerbe |
| 50 | Handel, Reparatur von Autos; Tankstellen |
| 51b52 | Gross- und Detailhandel |
| 55 | Gastgewerbe |
| 60a | <i>Bahnpersonenverkehr</i> |
| 60b | <i>Bahngüterverkehr</i> |
| 60c | <i>Bahninfrastruktur</i> |
| 60d | <i>Restlicher ÖV Land</i> |
| 60e | <i>Gewerblicher Strassenpersonenverkehr</i> |
| 60f | <i>Gewerblicher Strassengüterverkehr</i> |
| 60g | <i>Rohrfernleitungen</i> |
| 61 | <i>Schiffsverkehr</i> |
| 62 | <i>Luftverkehr</i> |
| 63a | <i>Schifffahrt Infrastruktur</i> |
| 63b | <i>Luftfahrt Infrastruktur</i> |
| 63c | <i>Übrige Nebentätigkeiten für den Verkehr; Reisebüros</i> |
| 64 | Nachrichtenübermittlung |
| 65 | Kreditgewerbe |
| 66 | Versicherungsgewerbe |
| 70u97 | Immobilienwesen und Vermietung (private Haushalte) |
| 71u74 | Verm. beweg. Sachen, Dienstleist. für Unternehmen |
| 72 | Informatikdienste |
| 73 | Forschung und Entwicklung |
| 75a | <i>Strasseninfrastruktur</i> |
| 75b | <i>Übrige öffentliche Verwaltung; öff. Sozialversicherung</i> |
| 80 | Unterrichtswesen |
| 85 | Gesundheits- und Sozialwesen |
| 90a | <i>Elektrizitätserzeugung in KVA</i> |
| 90b | <i>Fernwärmeerzeugung in KVA</i> |
| 90c | <i>Übrige Abwasserreinigung, Abfallbeseitigung</i> |
| 91b92 | Interessenvertretungen, Kultur, Sport |
| 93b95 | Persönliche Dienstleistungen, private Haushalte |
| <i>Anmerkung: Kursiv dargestellt sind die Branchen, die in der Energie-IOT gegenüber der publizierten IOT disaggregiert werden.</i> | |

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|----------------------|---|----|
| Abbildung 1: | Übersicht über den Aufbau der Tabellen der NAMEA Energie | 12 |
| Abbildung 2: | Zusammenhang zwischen NAMEA Energie, NAMEA Air und Energie-IOT | 13 |
| Abbildung 3: | Gliederung der Energie- und Verkehrsbranchen | 15 |
| Abbildung 4: | Liste der einbezogenen Energieträger | 16 |
| Abbildung 5: | Abbildung der Strom- und Fernwärmeerzeugung und –verwendung in den vier Tabellen der NAMEA Energie | 17 |
| Abbildung 6: | Verbrauch von Benzin, Diesel, Kerosin und Heizöl EL durch mobile Quellen gemäss NAMEA Energie 2008 (Inlandprinzip). | 31 |
| Abbildung 7: | Verbrauch an Flüssiggas durch Offroad-Fahrzeuge (Gabelstapler) | 32 |
| Abbildung 8: | Erdgas-Verbrauch im Verkehr ab Erdgasnetz | 33 |
| Abbildung 9: | Aufteilung des Erdgasverbrauchs im Verkehr auf Haushalte und Wirtschaftsbranchen | 34 |
| Abbildung 10: | Verbrauch von Biogas als Treibstoff | 34 |
| Abbildung 11: | Aufteilung des Biogasverbrauchs im Verkehr auf Haushalte und Wirtschaftsbranchen | 35 |
| Abbildung 12: | Elektrizitätsverbrauch im öffentlichen Verkehr | 36 |
| Abbildung 13: | Verbrauch von flüssigen Biotreibstoffen | 37 |
| Abbildung 14: | Aufteilung des Verbrauchs flüssiger Biotreibstoffe auf Haushalte und Wirtschaftsbranchen | 38 |
| Abbildung 15: | Verbrauch von Erdgas, Flüssiggas, Biogas und flüssigen Biotreibstoffen durch mobile Quellen gemäss NAMEA Energie 2008 (Inlandprinzip) | 38 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---------|--|
| BIP: | Bruttoinlandprodukt |
| COICOP: | Classification of Individual Consumption According to Purpose (Klassifikation von Konsumbereichen der privaten Haushalte in der VGR) |
| CNG: | Compressed natural gas |
| EEV: | Emissionsrelevanter Energieverbrauch |
| GWE: | Gebietsansässige Wirtschaftseinheiten |
| GEST: | Gesamtenergiestatistik |
| GJ: | Gigajoule |
| IEA: | Internationale Energieagentur |
| IOT: | Input-Output-Tabelle |
| KVA: | Kehrichtverbrennungsanlage |
| kWh: | Kilowattstunde |
| LPG: | Liquified petroleum gas |
| MWh: | Megawattstunde |
| NACE: | Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne (Klassifikation von Wirtschaftszweigen) |
| NAMEA: | National Accounts Matrix including Environmental Accounts |
| NEV: | Nichtenergetischer Verbrauch von Energieträgern |
| nGWE: | Nicht gebietsansässige Wirtschaftseinheiten |
| NOGA: | Nomenclature Générale des Activités économiques (Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige) |
| PJ: | Petajoule |
| PV: | Photovoltaik |
| SEEA: | System of Integrated Environmental and Economic Accounting |
| SIOT: | Symmetrische Input-Output-Tabelle |
| SUT: | Supply- und Use-Tabelle |
| TJ: | Terajoule |
| UGR: | Umweltökonomische Gesamtrechnung |
| VGR: | Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung |
| VZÄ: | Vollzeitäquivalent |
| WKK: | Wärme-Kraft-Kopplung |

Literatur

- AWEL (2009): Anleitung zur Analyse des Energieverbrauchs in Abwasserreinigungsanlagen des Kantons Zürich. Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Kanton Zürich, Zürich.
- BAFU, INFRAS (2008): Treibstoffverbrauch und Schadstoffemissionen des Offroad-Sektors, INFRAS im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU, Bern.
- BAFU (2010a): Energieerzeugung und Nutzung in KVA 1990 – 2009. Zur Verfügung gestellt von Michael Huegi, Bundesamt für Umwelt.
- BAFU (2011a): Swiss Greenhouse Gas Inventory 2001, 2005 and 2008, Submission 2011, Common Reporting Format, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.
- BAFU (2011b): Swiss Greenhouse Gas Inventory 1990-2009, National Inventory Report to the Greenhouse Gas Inventory – Submission 2011, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.
- Basics (2004): CO₂-Emissionen 1990 - 2003 von Industrie und Dienstleistungen: Teil Industrie, Kurzdokumentation, Zürich. Download: <http://www.climate reporting.ch>.
- Basics (2007): CO₂-Emissionen 1990 - 2005 von Industrie und Dienstleistungen: Teil Industrie, Aktualisierte Kurzdokumentation, Zürich. Download: <http://www.climate reporting.ch>.
- BFE (2005): Schweizerische Holzenergiestatistik: Folgerhebung für das Jahr 2004, Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2006a): Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2005, Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2006b): Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz, Ausgabe 2005, Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2006c): Schweizerische Holzenergiestatistik: Folgerhebung für das Jahr 2005, Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2009a): Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2008, Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2009b): Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien - Ausgabe 2008, Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2009c): Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2008, Bundesamt für Energie (BFE), Bern.
- BFE (2009d): Schweizerische Holzenergiestatistik: Folgerhebung für das Jahr 2008, Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2009e): Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor - Resultate 2008, Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2009f): Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz, Ausgabe 2008, Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2009g): Teilstatistik Spezielle energetische Holznutzungen: Feuerungen und Motoren für erneuerbare Abfälle - Erhebungsjahr 2008, Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2011a): Revidierte Energiebilanzen 2001, 2005, 2008. Zur Verfügung gestellt von Michael Kost, Bundesamt für Energie, Sektion Analysen und Perspektiven.
- BFS (2005): Treibhausgasemissionen der Wirtschaftsbranchen: Pilot-NAMEA für die Schweiz 2002. Hrsg. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- BFS (2009a): Treibhausgasemissionen nach Wirtschaftsakteur. BFS Aktuell, Umweltgesamtrechnung, Nr. 1, September 2009. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- BFS (2009b): Statistik des öffentlichen Verkehrs („ÖV-Statistik“), Bundesamt für Statistik (BFS), Detailtabellen online verfügbar: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/07/02/blank/03/01.html>, Seite aufgerufen am 20.8.2010, Neuchâtel.
- BFS (2011a): Statistik des öffentlichen Verkehrs („ÖV-Statistik“), Bundesamt für Statistik (BFS), Übersichtstabellen Energie (Inputs - Energie), Daten für 2008, Neuchâtel.
- EcoCar (2009): Agence EcoCar, Rapport annuel 2008; Agentur EcoCar und Energie Schweiz, Mendrisio/Bern.
- Erdölvereinigung (2010): Persönliche Kommunikation mit Armin Heitzer, Erdöl-Vereinigung, Zürich.
- Eurostat (2009): Manual for Air Emissions Accounts. Luxemburg.

- Eurostat (2012): Manual for physical energy flow accounts (PEFA-manual). Draft version, 9 January 2012. Luxemburg.
- Kaufmann, U. (2012): Sonderauswertung zu Energieeinsatz sowie Strom- und Fernwärmeerzeugung in fossil-thermischen Kraft-, Fernheiz- und Fernheizkraftwerken 2001, 2005, 2008. Zur Verfügung gestellt von U. Hausmann, Dr. Eicher + Pauli AG, Liestal.
- INFRAS (2010): Handbuch Emissionsfaktoren im Strassenverkehr (HBEFA); aufdatierte Version 3.1; INFRAS im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Bern.
- Miller, R.E, Blair, P.D. (2009): Input-Output Analysis: Foundations and Extensions. Second edition, Cambridge.
- Maurer, M., Herlyn, A. (2006): Zustand, Kosten und Investitionsbedarf der schweizerischen Abwasserentsorgung. Bericht an das Bundesamt für Umwelt, EAWAG, Dübendorf.
- Nathani, C., van Nieuwkoop, R., Wickart, M. (2008): Revision der IOT 2001 und Schätzung einer IOT 2005 für die Schweiz. Im Auftrag des Bundesamtes für Statistik.
- Nathani, C., Schmid, C., van Nieuwkoop, R. (2011a): Schätzung einer Input-Output-Tabelle der Schweiz 2008. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- Nathani, C., Kraner, S., Sutter, D., Heldstab, J. (2011b): Erstellung einer NAMEA Energie für die Schweiz. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- Nathani, C., Kraner, S., Holzhey, S., Rütter, H., Sutter, D., Peter, M., Zandonella, R., van Nieuwkoop, R. (2011c): Energiebezogene Differenzierung der Schweizerischen Input-Output-Tabelle. Schlussbericht. Rüschlikon / Zürich / Bern.
- Prognos (2011): Daten zum Energieverbrauch der Industriebranchen, Excel-Datei zu Prognos/TEP 2011. Download: <http://www.climatereporting.ch>.
- Prognos/TEP (2011): CO2-Emissionen im Industrie- und Dienstleistungssektor 1990-2009. Kurzdokumentation für das Bundesamt für Umwelt. Zürich/Basel. Download: <http://www.climatereporting.ch>.
- SBB 2011: Unternehmensstatistik 2010, Schweizerische Bundesbahnen SBB, Bern.
- SVGW (2004): Handbuch "Energie in der Wasserversorgung", Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfachs, Zürich.
- TEP (2011): Daten zum Energieverbrauch der Dienstleistungsbranchen, Excel-Datei zu Prognos/TEP 2011.
- UN (2012): Website: <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seea.asp>
- Verband der Schweizerischen Schmierstoffindustrie (VSS, 2010): Persönliche Kommunikation mit Jan Fiala-Goldiger, Verband der Schweizerischen Schmierstoffindustrie, Zürich.
- Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie (ZPK, 2010): Jahresbericht 2009. Zürich.