

Carsten Nathani, Sonja Kraner  
Daniel Sutter, Jürg Heldstab

## Erstellung einer NAMEA Energie für die Schweiz

Schlussbericht an das  
Bundesamt für Statistik

**Auftraggeber**

Bundesamt für Statistik, Neuchâtel

Projektbetreuung: Jacques Roduit, Sektion Umwelt, Nachhaltige Entwicklung, Raum

**Auftragnehmer**

Rütter + Partner, Rüschlikon

INFRAS AG, Zürich

**Autoren**

Carsten Nathani, Rütter + Partner (Projektleitung)

Sonja Kraner, Rütter + Partner

Daniel Sutter, INFRAS

Jürg Heldstab, INFRAS

**Begleitgruppe**

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

Jasmin Gülden Sterzl, Bundesamt für Energie, Sektion Analysen und Perspektiven

Klaus Leemann, Bundesamt für Statistik, Sektion Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung

Nicole Mathys, Bundesamt für Energie, Programmleitung Energie, Wirtschaft, Gesellschaft

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung und Zielsetzung</b>	<b>5</b>
1.1 Einleitung	5
1.2 Zielsetzung	6
1.3 Aufbau des Berichts	7
<b>Teil A: Methodikübersicht</b>	<b>9</b>
<b>2. Auswertung internationaler Erfahrungen</b>	<b>9</b>
<b>3. Spezifizierung der Schweizerischen NAMEA Energie</b>	<b>15</b>
3.1 Aufbau der Tabellen	15
3.2 Branchenabgrenzung	17
3.3 Branchengliederung	18
3.4 Energieträger	18
3.5 Energieumwandlung	20
<b>Teil B: Zusammenstellung der Daten und Aufdatierung</b>	<b>21</b>
<b>4. Aufkommen von Energieträgern (Supply-Tabelle)</b>	<b>22</b>
<b>5. Verwendung von Energieträgern (Use-Tabelle brutto)</b>	<b>25</b>
5.1 Stationärer Energieverbrauch	25
5.1.1 Disaggregation und Anpassung der Energiebilanz	26
5.1.2 Energieumwandlung	28
5.1.3 Nichtenergetischer Verbrauch	28
5.1.4 Endverbrauch	29
5.2 Mobiler Energieverbrauch	32
5.2.1 Benzin, Diesel, Kerosin und Heizöl EL	33
5.2.2 Erdgas und Flüssiggas	34
5.2.3 Biogas	37
5.2.4 Elektrizität	38
5.2.5 Flüssige Biotreibstoffe (Biodiesel, Pflanzen-/Altöl Bioethanol)	40
<b>6. Ökonomische Daten</b>	<b>43</b>
<b>7. Tabellenstruktur und Aufdatierung</b>	<b>45</b>
<b>ANHANG</b>	<b>47</b>
Anhang 1: Branchengliederung für die NAMEA Energie	47
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>49</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>51</b>
<b>Literatur</b>	<b>53</b>



# 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 (SEEA-Handbuch der UNO, UN, et al. 2003) 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 Umweltkategorien enthalten, z.B. Ressourcen- und Energieverbrauch, Treibhausgas- und Luftemissionen, Wasseremissionen oder Abfallaufkommen. In der Schweiz wurde wie in den meisten europäischen Ländern bisher eine NAMEA-air aufgebaut (BFS 2009a), die die ökonomischen Daten der VGR um Daten zu Treibhausgasemissionen ergänzt.

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. 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 können direkt mit der NAMEA beantwortet werden, bzw. durch Verknüpfung mit den ökonomischen Daten. 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 Bruttowertschöpfungs- 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 Wirtschaftssektoren 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 Wirtschaftssektoren 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 erstmalige Erstellung einer NAMEA Energie für die Schweiz. Auf der Basis von Erfahrungen in anderen Ländern und in internationalen Institutionen mit der Erstellung von Energieflusskonten sollte ein methodisches Konzept erarbeitet und anschliessend die NAMEA Energie für die Jahre 2001 und 2005 erstellt werden. Für diese Jahre liegt jeweils eine Input-Output-Tabelle vor. Die NAMEA Energie soll in Zukunft auch die Basis für die Ab-

bildung der stationären energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in der NAMEA-air bilden. Daher sollte die NAMEA Energie mit der NAMEA-air abgestimmt und datenmässig verknüpft werden.

Die Erstellung der NAMEA Energie verlief parallel zu einem anderen Projekt im Auftrag des Bundesamtes für Energie zur Erstellung einer Input-Output-Tabelle, in der die Branchen im Energie- und Verkehrssektor stärker differenziert werden (Nathani et al. 2011). Die NAMEA Energie bildet hier die physische Basis zur Darstellung der Güterlieferungen der Energiebranchen in der IOT.

## **Produkte**

Die NAMEA Energie besteht aus mehreren Tabellen, die Aufkommen und Verwendung der Energieträger nach Wirtschaftsakteuren darstellen sowie Hintergrundtabellen, die die Herleitung der Daten dokumentieren und gleichzeitig für das BFS als Instrument zur Aufdatierung auf ein neues Jahr dienen können.

## **1.3 Aufbau des Berichts**

Der vorliegende Bericht beschreibt das Konzept zur Erstellung der NAMEA Energie sowie das Vorgehen und die dabei verwendeten Datenquellen am Beispiel des Jahres 2005. Dort, wo für das Jahr 2001 ein anderes Vorgehen oder andere Datenquellen gewählt wurden, ist dies speziell gekennzeichnet. Der Bericht ist in zwei Teile gegliedert. Teil A enthält die Methodikübersicht. Sie umfasst einerseits eine Analyse der Konzepte und Erfahrungen von Ländern, die Energieflusskonten in einer ähnlichen Form erstellen (Kapitel 2). Darauf baut die Spezifikation der Schweizerischen NAMEA Energie in Kapitel 3 auf. Teil B enthält eine detaillierte Darstellung des Vorgehens bei der Zusammenstellung der Daten und der dazu verwendeten Datengrundlagen. Die Zusammenstellung der Supply-Tabelle wird in Kapitel 4 dargestellt. Kapitel 5 befasst sich mit der Use-Tabelle (brutto) und Kapitel 6 mit den benötigten ökonomischen Daten. In Kapitel 7 wird schliesslich die Tabellenstruktur zusammengefasst, Verbindungen zur NAMEA-air und zur energieorientierten IOT aufgezeigt und die künftige Aktualisierung der NAMEA Energie skizziert.





## Teil A: Methodikübersicht

### 2. Auswertung internationaler Erfahrungen

Im Gegensatz zur NAMEA-air, für die ausführliche Methodenpapiere und Handbücher vorliegen (z.B. Eurostat 2009), gibt es für die NAMEA Energie, abgesehen von den allgemein für Umweltkonten gültigen Richtlinien, noch *keine spezifischen Vorgaben*. Gleichwohl haben verschiedene Länder eine NAMEA Energie oder vergleichbare Energieflusskonten aufgebaut und verwenden diese zum Teil auch als Grundlage für die Erstellung der NAMEA-air (z.B. Niederlande, Deutschland, Österreich, Norwegen, Schweden oder Dänemark). Diese Datensätze unterscheiden sich jedoch in Bezug auf das methodische Konzept, das empirische Vorgehen, die einbezogenen Energieträger oder das Darstellungsformat. Im ersten Anlauf von Eurostat zur Erstellung einer NAMEA-air war ursprünglich auch eine Integration von Energiedaten vorgesehen. Da viele Mitgliedsländer diese jedoch nicht wie vorgesehen liefern konnten, wurde später davon wieder abgesehen.

Auf europäischer und internationaler Ebene befassen sich verschiedene Gremien mit der *Erarbeitung von methodischen Richtlinien zur Erstellung einer NAMEA Energie*. Auf europäischer Ebene hat vor allem Eurostat eine koordinierende Funktion. Auf internationaler Ebene findet die Diskussion vor allem in der bei der UNO angesiedelten London Group on Environmental Accounting<sup>1</sup> statt. Für die Klärung spezifischer Fragen ist diese mit der ebenfalls von der UNO eingerichteten Oslo Group on Energy Statistics<sup>2</sup> vernetzt. Insgesamt befinden sich die Arbeiten in diesen Gremien noch in einem eher frühen Stadium. Die wichtigsten Problemfelder wurden identifiziert. Im weiteren Verlauf geht es vor allem darum, Lösungsansätze zu erarbeiten und gemeinsam zu verabschieden. Es ist noch nicht abzusehen, wann entsprechende Richtlinien vorliegen werden.

Vor der Erstellung einer NAMEA Energie für die Schweiz wurden daher zunächst die *Konzepte und Erfahrungen in anderen europäischen Ländern und die aktuelle Diskussion analysiert*. Dazu wurden Dokumente mehrerer statistischen Ämter und Arbeitspapiere der London Group ausgewertet. Eine Übersicht über die ausgewerteten Quellen befindet sich im Literaturverzeichnis. Bei der Ableitung von Schlussfolgerungen für die Erstellung der Schweizerischen NAMEA Energie waren die möglichst weitgehende Kohärenz mit den bestehenden Statistiken des BFE und dem Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2010a) weitere wichtige Kriterien. Die wichtigsten methodischen und empirischen Aspekte werden im Folgenden im Sinne einer Synthese erläutert.

#### Ziel und Verwendung einer NAMEA Energie

- Eine NAMEA Energie dient in erster Linie zur Analyse des Zusammenhangs zwischen den wirtschaftlichen Aktivitäten in einer Volkswirtschaft (Produktion und Konsum) und dem damit verbundenen Energieverbrauch. Rückblickend soll erklärt werden können, weshalb sich der Energieverbrauch verändert hat und welchen Anteil z.B. Wachstumseffekte, Struktureffekte oder Effizienzverbesserungen

<sup>1</sup> <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/londongroup/>

<sup>2</sup> <http://og.ssb.no/>

rungen hatten. Unterschiede in der Energieintensität zwischen Wirtschaftsbranchen oder Konsumbereichen privater Haushalte sollen sichtbar werden. Die Informationen sollen auch erlauben, Aussagen zu den Auswirkungen zukünftiger Entwicklungen (Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum oder Strukturwandel) oder von Politikmassnahmen auf den Energiebedarf zu machen. In Verbindung mit Input-Output-Modellen oder anderen gesamtwirtschaftlichen Modellen ergeben sich Analysemöglichkeiten für eine Vielzahl von Fragestellungen.

- Dort, wo die NAMEA Energie erstellt wird, ist sie in der Regel auch die Basis für die Berechnung der energiebedingten Luft- und Treibhausgasemissionen für die NAMEA-air. Da Primärenergieträger auch Rohstoffe sind, wird darüber hinaus die Verbindung der Energieflusskonten mit Rohstoffkonten innerhalb der Umweltgesamtrechnung diskutiert.
- Darüber hinaus sind die Energieflusskonten zum Teil vollständig in die VGR integriert. Das bedeutet, dass die Berechnung von monetären Daten zu Aufkommen und Verwendung von Energieträgern in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung weitgehend auf den Energieflusskonten aufbaut (u.a. in Niederlande, Dänemark).
- *Schlussfolgerung für die NAMEA Energie der Schweiz:* Die Verzahnung von NAMEA Energie und NAMEA Air ist auch für die Schweiz sinnvoll. Dies bedingt, dass beide Datenbestände möglichst weitgehend mit der Schweizerischen Gesamtenergiestatistik und dem Treibhausgasinventar abgestimmt werden sollten. Die Verwendung der NAMEA Energie als Basis für Energiedaten in der Schweizerischen Input-Output-Tabelle erfolgt in einem parallelen Projekt für das Bundesamt für Energie. Dadurch wird eine hohe Qualität der Energiedaten in der IOT sichergestellt.

### Systemgrenzen

Wie in der NAMEA-air gilt das Inlandprinzip, welches in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zur Berechnung des Bruttoinlandproduktes (BIP) zur Anwendung kommt. Für den Energieverbrauch bedeutet das gegenüber dem Absatzprinzip<sup>3</sup>, das der Energiestatistik und dem Treibhausgasinventar zugrunde liegt, die folgenden Unterschiede:

**Abbildung 1:** Vergleich von Inland- und Absatzprinzip

	Absatzprinzip	Inlandprinzip
<b>Energieverbrauch gebietsansässiger Wirtschaftseinheiten (GWE) im Inland</b>	ja	ja
<b>Energieverbrauch nicht gebietsansässiger Wirtschaftseinheiten (nGWE) im Inland</b>	ja	nein
<b>Energieverbrauch von GWE im Ausland</b>	nein	ja

Quelle: Eigene Darstellung

Die Unterschiede betreffen im wesentlichen den Energieverbrauch für die Mobilität. Der Energieverbrauch der GWE im Ausland umfasst vor allem:

<sup>3</sup> Vgl. auch BFS (2005) zum Unterschied zwischen Inland- und Absatzprinzip

- die von gebietsansässigen Transportunternehmen (Strasse, Schiene, Wasser und Luft) im Ausland gekauften Energieträger und
- die von inländischen Touristen (private und Geschäftstouristen) im Ausland gekauften Energieträger.

Analoges gilt für den Energieverbrauch der nGWE im Inland. Das Inlandprinzip stellt vor allem sicher, dass sich veränderte Wirtschaftsaktivitäten (Produktion, Konsum) in verändertem Energieverbrauch und Umweltbelastungen widerspiegeln.

### Energieträger

- Unstrittig ist die Einbeziehung aller wichtigen Energieträger, die zu Emissionen führen. In einigen Ländern werden Energieträger mit geringer Bedeutung nicht berücksichtigt (z.B. ausgewählte erneuerbare Energieträger wie Sonnenenergie, Windenergie oder Umweltwärme in Dänemark, Norwegen oder Niederlande).
- Unterschiede gibt es auch bei der Verbuchung der erneuerbaren Energien. In den Niederlanden z.B. werden die meisten erneuerbaren Energieträger nicht separat als Primär- bzw. Sekundärenergieträger, sondern als Endenergie (d.h. Strom oder Fernwärme aus erneuerbaren Energien) verbucht. Als Ausnahme wird Biogas separat ausgewiesen.
- Diskutiert wird auch, ob der nichtenergetische Verbrauch von Energieträgern (NEV), z.B. Bitumen, einbezogen werden soll. Für die spätere Emissionsberechnung ist es wichtig, den nicht energetischen Verbrauch vom energetischen Verbrauch zu trennen, da nur die energetische Nutzung zu Emissionen führt. Für die Verbindung mit monetären Konten ist die Einbeziehung des nichtenergetischen Verbrauchs wichtig. In einigen Ländern wird der NEV nicht einbezogen oder nicht getrennt ausgewiesen (Norwegen, Dänemark)
- Einige Länder empfehlen, die Klassifikation der Energieträger mit den Klassifikationen von Güter- und Aussenhandelsstatistiken zu harmonisieren, die die Basis für die VGR darstellen.
- *Schlussfolgerung für die NAMEA Energie der Schweiz:* Die Liste der Energieträger orientiert sich an den verfügbaren Energiestatistiken des BFE, ebenso wie die Verbuchung erneuerbarer Energien. Der NEV wird ebenfalls einbezogen, um die Kohärenz mit der monetären Seite der IOT herzustellen.

### Branchenabgrenzung und -gliederung

- Die Branchengliederung sollte der NACE- bzw. der NOGA-Klassifikation folgen. Eine offene Frage ist, ob der Energieverbrauch für Wirtschaftsbereiche (Unternehmensoptik), für Produktionsbereiche (Güteroptik) oder beide Abgrenzungen dargestellt werden sollen (vgl. Erläuterungen in Abschnitt 3.2). Die Wahl der Branchengliederung orientiert sich häufig an den in den Ländern erstellten Produktionskonten und Input-Output-Tabellen. (z. B. Deutschland - Produktionsbereiche, Dänemark - Wirtschaftsbereiche, Norwegen – Produktionsbereiche).
- *Schlussfolgerung für die NAMEA Energie der Schweiz:* Wie in der NAMEA Air werden Daten sowohl für Wirtschaftsbereiche erstellt, damit ein Vergleich mit dem Produktionskonto möglich ist, als auch für die homogenen Produktionsbereiche, die in Input-Output-Analysen verwendet werden.

### Darstellungseinheiten: Masse- oder Energieeinheiten?

- In den bestehenden Energieflusskonten wird der Energieverbrauch standardmässig in Energieeinheiten (GJ, MWh) dargestellt. In einigen Ländern werden auch vollständige Tabellen in Masse- bzw. Volumeneinheiten produziert. Dadurch wird die Kompatibilität mit Rohstoff- und Materialflusskonten sichergestellt. Dies betrifft nur die stofflichen Energieträger.
- *Schlussfolgerung für die NAMEA Energie der Schweiz:* Um den Aufwand zu begrenzen, werden nur Energieeinheiten dargestellt. Eine Umrechnung in Masse- oder Volumeneinheiten (z.B. Tonnen oder Kubikmeter) ist mit den verfügbaren energieträgerspezifischen Kennwerten (Dichte, Heizwert) möglich.

### Darstellungseinheiten: nur physische oder auch monetäre Einheiten?

- Das Hauptziel einer NAMEA Energie ist, den physischen Energieverbrauch der Wirtschaftsakteure darzustellen. Diejenigen Länder, die die Energieflusskonten auch als Basis für die VGR verwenden, erstellen vollständige Energieflusskonten in monetären Einheiten (z. B. Dänemark, Niederlande). Dazu werden zusätzliche Daten zu Energiepreisen sowie energiebezogenen Steuern, Abgaben und Subventionen benötigt.
- *Schlussfolgerung für die NAMEA Energie der Schweiz:* Im Rahmen des Projektes NAMEA Energie ist nur die Zusammenstellung des Energieverbrauchs in physischen Einheiten geplant. Die Berechnung der Energiekosten und deren Integration in die Schweizerische Input-Output-Tabelle findet wie erwähnt in einem parallelen Projekt für das Bundesamt für Energie statt.

### Darstellungsformat / Aufbau der Tabellen

- Beim Aufbau der Tabellen wird häufig das sogenannte *Supply- und Use-Format* als bevorzugtes Darstellungsformat verwendet. Die *Supply-Tabelle* enthält die Produktion von Primär- und Sekundärenergieträgern in den entsprechenden Wirtschaftsbranchen (in der Schweiz v.a. Strom- und Fernwärmeerzeugung und Mineralölverarbeitung). Die *Use-Tabelle* zeigt den Verbrauch von Energieträgern in den Wirtschaftsbranchen und den Bereichen der Endnachfrage. Die Tabellen sind analog zu den monetären Supply- und Use-Tabellen (SUT) aufgebaut. Dies hat den Vorteil, dass physische und monetäre Daten einfacher zu verbinden sind.
- Ob die *Branchen* der Supply- und Use-Tabellen als Wirtschafts- oder als Produktionsbereiche gegliedert sind, ist je nach Land unterschiedlich und hängt in erster Linie von den in den einzelnen Ländern verwendeten IO-Tabellen ab.
- Die Use-Tabelle kann mit einer *Brutto- oder einer Nettodarstellung des Energieverbrauchs* vorliegen. Die *Bruttodarstellung* enthält bei der Energieumwandlung Doppelzählungen. Zum Einen wird die Verwendung des Umwandlungseinsatzes bei den Umwandlungsbranchen gezählt (z.B. Kernenergie oder Erdgas in der Stromerzeugung). Zum anderen erscheint der Verbrauch der Umwandlungsprodukte (z.B. Strom) bei den Endverbrauchern. In der *Nettodarstellung* wird den Umwandlungssektoren nur der Umwandlungsverlust und der Eigenverbrauch zugerechnet, während die Umwandlungsprodukte nur bei den Endverbrauchern erscheinen. Beide Darstellungsformen haben ihre Berechtigung. Die Bruttodarstellung zeigt den effektiven Bezug von Energieträgern und ist die Basis für die Berechnung der monetären Energieausgaben. Die Nettodarstellung ist für die eindeutige Zuordnung des Energieverbrauchs zu den Wirtschaftsakteuren geeignet. Sie weist jedem Akteur den Energieverbrauch zu,

den er beeinflussen kann. Unternehmen in der Energieumwandlung können durch die Wahl der Umwandlungstechnologie die Effizienz beeinflussen, nicht jedoch die Nachfrage der Verbraucher. Die Verbraucher sind hingegen für die Nachfrage und die Effizienz der Energienutzung verantwortlich.

- Als Basis für die Berechnung von energiebedingten Emissionen wird in einigen Ländern zusätzlich eine *Tabelle der emissionsrelevanten Energieträger* erstellt (z.B. Deutschland). Sie enthält nur den Verbrauch von Energieträgern, der zu Emissionen führt. Energieträger für den nichtenergetischen Verbrauch oder emissionsfreie Energieträger (z.B. Strom) werden hier nicht berücksichtigt.
- *Schlussfolgerung für die NAMEA Energie der Schweiz:* Im Rahmen des Projektes NAMEA Energie werden vier Tabellen erstellt, eine Supply-Tabelle, eine Use-Tabelle brutto, eine Use-Tabelle netto und eine Tabelle zum emissionsrelevanten Energieverbrauch.

## Energieumwandlung

- Bei der Energieumwandlung<sup>4</sup> kann man zwischen Haupt- und Nebenaktivitäten unterscheiden. Energieumwandlung als *Hauptaktivität* liegt z.B. die Stromerzeugung in öffentlichen Kraftwerken vor. Als *Nebenaktivität* findet sie in Branchen mit einer anderen Hauptaktivität statt (z.B. die Stromerzeugung in Anlagen der Chemischen Industrie oder der Papierindustrie). In der Elektrizitätsstatistik des BFE wird dies als Selbstproduktion bezeichnet. Für die Erstellung einer NAMEA Energie stellt sich die Frage, wie mit der Energieumwandlung als Nebenaktivität umzugehen ist. Dies betrifft vor allem die Strom- und Fernwärmeerzeugung. Hier sollte sich die NAMEA Energie grundsätzlich an der Darstellung in der Input-Output-Tabelle orientieren, damit Energiedaten und ökonomische Daten kompatibel sind. In den Input-Output-Tabellen einiger Länder wird die branchenfremde Stromerzeugung mit den entsprechenden Kosten und Erträgen von der jeweiligen Branche zur Stromerzeugungsbranche umgebucht (z.B. Deutschland). In anderen Ländern verbleibt sie bei den Branchen als Nebenaktivität. In diesem Fall wird den Branchen der Energieeinsatz zur Stromerzeugung zugerechnet, nicht jedoch der selbst erzeugte Strom als Stromverbrauch.
- *Schlussfolgerung für die NAMEA Energie der Schweiz:* In der aktuellen IOT der Schweiz ist die branchenfremde Energieerzeugung als Nebenaktivität den jeweiligen Branchen zugeordnet, es findet keine Umbuchung statt. In der neu zu erstellenden Energie-IOT wird die Strom- und Fernwärmeerzeugung in Kehr-richtverbrennungsanlagen in eigenen Teilbranchen erfasst. Analog sollte auch bei der Erstellung der NAMEA Energie vorgegangen werden. Die übrige branchenfremde Stromerzeugung wird angesichts ihrer geringen Bedeutung (2% der gesamten Stromerzeugung) bei gleichzeitig hoher Heterogenität der Technologien und Branchen bei den jeweiligen Branchen belassen und nicht explizit ausgewiesen.

---

<sup>4</sup> in der Schweiz ist vor allem die Mineralölverarbeitung und die Strom- und Fernwärmeerzeugung relevant



## 3. Spezifizierung der Schweizerischen NAMEA Energie

### 3.1 Aufbau der Tabellen

Als Ergebnis der vorangehenden Analyse von Energieflusskonten in anderen Ländern und der aktuellen Diskussion in den zuständigen internationalen Gremien werden die folgenden vier Tabellen für die NAMEA Energie der Schweiz erstellt:

- 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.

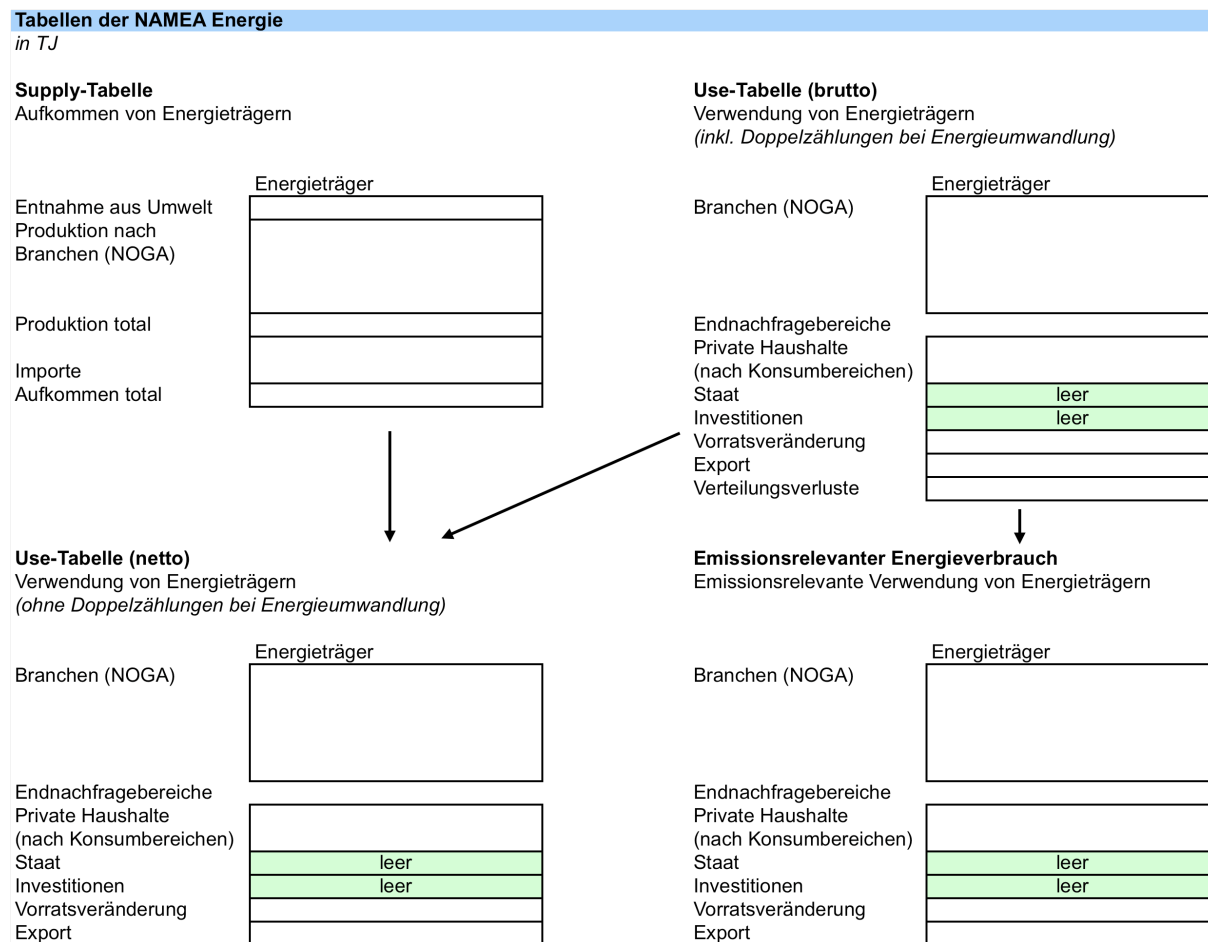
In der *Use-Tabelle (netto)* werden die Doppelzählungen in der Energieumwandlung bereinigt. Den Energie umwandelnden Branchen werden Umwandlungsverluste, Eigenverbrauch und Übertragungsverluste zugeordnet. Die Umwandlungsprodukte (z.B. Heizöl, Benzin, Strom, Fernwärme) werden hingegen nur den Abnehmern 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, 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 in der Gliederung nach Produktionsbereichen.

**Abbildung 2:** Übersicht über den Aufbau der Tabellen der NAMEA Energie am Beispiel der Gliederung nach Produktionsbereichen



Quelle: Eigene Darstellung

Die Tabellen werden – analog zum Vorgehen bei der NAMEA-air - zunächst für *Produktionsbereiche* erstellt und anschliessend mit der ökonomischen Supply-Tabelle der IOT in die Gliederung nach *Wirtschaftsbereichen gemäss der Abgrenzung der IOT* umgerechnet. Um schliesslich mit dem Produktionskonto kompatibel zu sein, ist eine weitere Anpassung nötig. Im Produktionskonto wird das öffentliche Bildungswesen als Teil der öffentlichen 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 ebenfalls zur Branche „Öffentlichen Verwaltung“ umgebucht werden. Insgesamt resultieren also *drei Sätze* der oben genannten vier Tabellen, die einer unterschiedlichen Branchenlogik folgen,

■ Tabellen nach Produktionsbereichen,



- Tabellen nach Wirtschaftsbereichen gemäss IOT und
- Tabellen nach Wirtschaftsbereichen gemäss Produktionskonto

## 3.2 Branchenabgrenzung

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*<sup>5</sup> 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 innerhalb der Unternehmen mit ähnlicher Güterproduktion 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 werden<sup>6</sup>. Grossenteils basiert die Abgrenzung der Produktionsbereiche auf Daten zu Arbeitsstätten, für die immerhin eine im Vergleich zu Unternehmen grössere Homogenität angenommen werden kann.

Ähnlich wie bei der Erstellung der NAMEA Air wird in der NAMEA Energie der Energieverbrauch zunächst auf Produktionsbereiche aufgeteilt, da Daten zum Energieverbrauch überwiegend nach Arbeitsstätten bzw. nach Produktionsprozessen vorliegen, die eher zur Gliederung nach Produktionsbereichen passen. Da die NAMEA auch in Verbindung mit dem Produktionskonto verwendet werden soll (z.B. zur Berechnung von Kennziffern zur Energieproduktivität), werden die Daten der NAMEA Energie nach der Zuordnung zu Produktionsbereichen in die Gliederung nach Wirtschaftsbereichen (Unternehmensoptik) überführt, die derjenigen des Produktionskontos entspricht.

<sup>5</sup> Dies ist eine Besonderheit der Schweizer VGR. Im ESVG bestehen Wirtschaftsbereiche aus Arbeitsstätten mit ähnlichen Hauptaktivitäten.

<sup>6</sup> vgl. Nathani et al. (2008) für weitere Erläuterungen

### 3.3 Branchengliederung

Bei der Wahl der Branchengliederung, in der der Energieverbrauch ausgewiesen werden soll, sind verschiedene Aspekte zu beachten. In erster Linie soll die NAMEA Energie die *gleiche Branchengliederung* aufweisen wie die *NAMEA Air*, da die NAMEA Energie künftig eine wichtige Datengrundlage für die Erstellung der NAMEA Air sein soll. Ausserdem wird die Branchengliederung auf ein parallel laufendes Projekt zur Disaggregation der Schweizer IOT im Energie- und Verkehrssektor (*Energie-IOT*) abgestimmt. Schliesslich ist die Kohärenz mit der *Branchenstruktur* der schweizerischen Input-Output-Tabelle bzw. *des Produktionskontos* notwendig.

Die gewählte Branchengliederung geht von der aktuell veröffentlichten IOT aus, die 42 Branchen unterscheidet und disaggregiert die Energie- und Verkehrsbranchen deutlich stärker. Insgesamt werden *66 Branchen* unterschieden. Abbildung 3 enthält die Gliederung der Energie- und Verkehrsbranchen. Die Liste aller Branchen ist in Anhang 1 aufgeführt.

**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	60g	Rohrfernleitungen (NOGA 60.3)
40e	Stromverteilung und -handel	61	Schiffsverkehr
40f	Fernwärmeversorgung	62	Luftverkehr
40g	Gasversorgung	63a	Schifffahrt Infrastruktur
41	Wasserversorgung	63b	Luftfahrt Infrastruktur
90a	Elektrizitätserzeugung in KVA	63c	Übrige Nebentätigkeiten für den Verkehr; Reisebüros
90b	Fernwärmeerzeugung in KVA	75a	Strasseninfrastruktur
90c	Übrige Abwasserreinigung, Abfallbeseitigung	75b	Übrige öffentliche Verwaltung; öff. Sozialversicherung

Quelle: Eigene Darstellung

### 3.4 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. Die *erneuerbaren Energien* lassen sich in sechs Energieträger aufteilen. 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

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

Quelle: Eigene Darstellung

### 3.5 Energieumwandlung

In Bezug auf die Strom- und Fernwärmeerzeugung führen die konzeptionellen Überlegungen in Kapitel 2 zur folgenden Darstellung in der NAMEA Energie. In der *Supply-Tabelle* wird die als Hauptaktivität betriebene Stromerzeugung (NOGA 40) und die Strom- und Fernwärmeerzeugung in Kehrlichtverbrennungsanlagen 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 Energieverbrauch
<b>Strom- und Fernwärmeerzeugung als Hauptaktivität</b>	Erzeugung	Umwandlungseinsatz	Umwandlungseinsatz abzgl. Umwandlungsoutput	Umwandlungseinsatz
<b>Strom- und Fernwärmeerzeugung in KVA</b>	Erzeugung	Umwandlungseinsatz	Umwandlungseinsatz abzgl. Umwandlungsoutput	Umwandlungseinsatz
<b>Stromerzeugung in anderen Branchen</b>	Nicht erfasst	Umwandlungseinsatz	Umwandlungseinsatz	Umwandlungseinsatz
<b>Endverbrauch von Strom- und Fernwärme in Branchen (ohne Energieversorgung und KVA)</b>		Strom- und Fernwärmeverbrauch abzgl. Eigen-erzeugung;	Strom- und Fernwärmeverbrauch abzgl. Eigen-erzeugung;	

Quelle: Eigene Darstellung

## Teil B: Zusammenstellung der Daten und Aufdatierung

Bei der Erstellung der NAMEA Energie werden zunächst die Daten für die *Supply-Tabelle* und die *Use-Tabelle (brutto) nach Produktionsbereichen* zusammengestellt. 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.

Im nächsten Schritt werden die Energiedaten in die entsprechenden *Tabellen nach Wirtschaftsbereichen* überführt. Hierfür wird die ökonomische Supply-Tabelle benötigt, die ein Bestandteil der Input-Output-Tabellen ist (vgl. Kapitel sechs für die Erläuterung des Vorgehens). In der hier benötigten 66-Branchen-Version für die Jahre 2001 und 2005 stammt die Supply-Tabelle aus dem Parallelprojekt zur Erstellung einer Energie-IOT. Damit die Energiedaten mit dem Produktionskonto kompatibel sind, erfolgt schliesslich die Umrechnung in eine Gliederung nach *Wirtschaftsbereichen gemäss Produktionskonto* (vgl. Abschnitt 3.1).

In den folgenden Kapiteln werden das methodische Vorgehen und die verwendeten Datenquellen näher erläutert. Kapitel vier stellt das Vorgehen zur Erstellung von Supply-Tabelle vor. Die Erstellung der Use-Tabelle (brutto) wird in Kapitel fünf erläutert, getrennt für stationären und mobilen Energieverbrauch. Kapitel sechs enthält eine Übersicht über die benötigten ökonomischen Daten.

Die einzelnen Berechnungsschritte sind ausserdem detailliert in Excel-Hintergrund- und Ergebnistabellen dokumentiert. Diese können auch für die künftige Aktualisierung der NAMEA Energie verwendet werden. In Kapitel sieben wird die Tabellenstruktur der NAMEA Energie im Überblick dargestellt und dabei auch das Zusammenspiel zwischen NAMEA Energie und NAMEA-air bzw. Energie-IOT erläutert. Schliesslich wird das Konzept für künftige Aktualisierungen der NAMEA Energie näher erläutert.

Die Basisjahre 2001 und 2005 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.

## 4. 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 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 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 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 verlorenggeht. 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 Kehrriecht 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 aus der Zellstoff- und Papierindustrie und wird der NOGA-Branche 21 zugeordnet. Mittlerweile wird Bioethanol importiert. Die Herstellung von Biodiesel erfolgt durch die Lebensmittelindustrie/Ölproduktion (NOGA 15), direkt in der Landwirtschaft (NOGA 01) sowie die Recycling-Branche (NOGA 37) ebenfalls aus Altölen (Quellen: BFE 2009b, [www.bio-sprit.ch](http://www.bio-sprit.ch), [www.biofuels-schweiz.ch](http://www.biofuels-schweiz.ch), [www.biomassenergie.ch](http://www.biomassenergie.ch)).

*Elektrizität:* In der Schweiz stammen 95% des erzeugten Stroms aus Kernkraftwerken und Wasserkraftwerken (BFE 2006a), 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 Kehrriechtverbrennungsanlagen. Diese gehören zur neuen Teilbranche „Stromerzeugung in Kehrriechtverbrennungsanlagen“. 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 2006a) 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.



## 5. 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).

### 5.1 Stationärer Energieverbrauch

Das *Vorgehen zur Ermittlung des stationären Energieverbrauchs* gleicht wie bereits erwähnt im Wesentlichen dem Vorgehen bei der Ermittlung der stationären energiebedingten Emissionen für die NAMEA Air (BFS 2009a). Während dort das Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2010a) die massgeblichen Eckdaten lieferte, ist die Kohärenz mit den Energiestatistiken des BFE für die NAMEA Energie eine wichtige Forderung, die so weit wie möglich zu erfüllen ist. Da gleichzeitig die NAMEA Energie künftig den ersten Schritt zur Ermittlung der stationären energiebedingten Treibhausgasemissionen in der NAMEA Air bilden soll, 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. Die einzelnen Berechnungsschritte sind in Excel-Hintergrund- und Ergebnistabellen dokumentiert.

### Wichtige Datenquellen:

Die *Gesamtenergiestatistik 2005* (BFE 2006) zeigt den Energieverbrauch in der Schweiz im Überblick. Die darin enthaltene Energiebilanz 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 2006b), die Statistik der erneuerbaren Energien (BFE 2009b) oder die Holzenergiestatistik (BFE 2005, BFE 2006c).

Eine besonders wichtige Datenquelle ist die *Erhebung zum Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor* (BFE 2007). Damit wird jährlich der Verbrauch der wichtigsten Energieträger in 19 Industrie- und Dienstleistungsbranchen erhoben.

*Weitere Studien zum Energieverbrauch:* Weitere Daten zum Energiebedarf der Wirtschaftszweige und der Haushalte wurden im Rahmen der Energieperspektiven des BFE erarbeitet oder dienen als Basis für das vom BAFU erstellte Treibhausgasinventar (Aebischer et al. 2004, Aebischer 2006, Basics 2007). 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 (BFS 2010).

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 waren die oben genannten Datenquellen in einem aufwendigen Verfahren untereinander und auf die Eckwerte der Energiebilanz abzustimmen. Im Folgenden sind die Arbeitsschritte im Einzelnen erläutert.

#### 5.1.1 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 (BAFU 2010a), 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 Basics (2007) gestützt.
- **Einsatz von Kehrriecht in Kehrriechtverbrennungsanlagen:** In der Energiebilanz der GEST wird der Einsatz von Kehrriecht nicht vollständig einbezogen. Dort wird für das Jahr 2005 ein Einsatz von rund 35 PJ Kehrriecht in der Kategorie „konventionell-thermische Kraft-, Fernheiz- und Fernheizkraftwerke“ angegeben, die auch die Kehrriechtverbrennungsanlagen umfasst. Dieser Wert stammt aus der Fernwärmeerhebung des BFE und beinhaltet auch den Eigenverbrauch der KVA. Die WKK-Statistik, das Treibhausgasinventar und die entsprechenden Abfallstatistiken des BAFU (BAFU 2010a) nennen hingegen einen Einsatz von rund 39 PJ. Da nach Angaben des BAFU alle KVA Strom oder Fernwärme erzeugen, wären sie alle bei der Energieumwandlung einzubeziehen. Wir gehen daher von den Daten des BAFU aus. Des weiteren wird ein Teil des Energieeinsatzes nicht zur Energieumwandlung benötigt, sondern zur Bereitstellung von Wärme für den Eigenbedarf der KVA. Dieser Teil ist dem Endverbrauch zuzuordnen. Mit Daten aus der GEST lässt sich der Energieeinsatz der KVA auf Energieumwandlung und Eigenverbrauch aufteilen. So resultiert für die Energieumwandlung ein Wert von 36.1 PJ, während der Eigenverbrauch (2.6 PJ) beim Endverbrauch verbucht wird.
- **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, was den NEV um rund 1000 TJ verringert. In den Hintergrunddaten zum Treibhausgasinventar (BAFU 2010b) 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 ebenfalls bei den mobilen Energieträgern behandelt. 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 4 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 behandelt (Kapitel 5.2).

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

### 5.1.2 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. Bei der Aufteilung des Energieverbrauchs auf diese Anlagentypen gehen wir wie folgt vor:

- Der Umwandlungseinsatz der Kehrlichtverbrennungsanlagen wird proportional zum Output auf Strom- und Fernwärmeerzeugung aufgeteilt und entsprechend den Produktionsbereichen „Stromerzeugung in KVA“ und „Wärmeerzeugung in KVA“ zugeordnet.
- Den Energieverbrauch der öffentlichen Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen entnehmen wir analog zum Vorgehen des BFE für die Datenlieferung an die Internationale Energieagentur (IEA) der WKK-Statistik (Kategorie Fernheizkraftwerke).
- Auf die öffentlichen 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 mangels verfügbarer Informationen zur Hälfte auf Haushalte und 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.

### 5.1.3 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.

#### 5.1.4 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 Wirtschaftsakteure 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. Hierbei ist als eine Besonderheit der Schweizerischen Energiebilanz die *Behandlung der Stromerzeugung durch Betriebe im Industrie- und Dienstleistungssektor* (sogenannte Selbstproduzenten) zu berücksichtigen. Diese ist im Umwandlungsteil der Energiebilanz bei der Stromerzeugung überwiegend erfasst. Der zugehörige Energieeinsatz wird hingegen aus erhebungstechnischen Gründen nur zum Teil (ca. zur Hälfte) bei der Energieumwandlung verbucht (BFE 2010). Der Rest wird zum Endverbrauch gezählt. Tendenziell wird der Energieeinsatz in KVA bei der Energieumwandlung

erfasst, während der Energieeinsatz von anderen Industrie- und Dienstleistungsunternehmen beim Endverbrauch zugeordnet ist. Bei der Fernwärmeerzeugung werden ebenfalls im Wesentlichen Energieversorger und Kehrlichtverbrennungsanlagen erfasst, und weniger andere Industrie- und Dienstleistungsbetriebe. Damit ist die Verbuchungspraxis in der Energiebilanz weitgehend kompatibel mit der für die NAMEA Energie gewählten Abgrenzung, wo der Umwandlungseinsatz zur Stromerzeugung ausserhalb der Energieversorgungsbranche und der KVA ebenfalls bei den jeweiligen Branchen belassen wird (vgl. Kapitel 3.5).

Beim *Stromverbrauch* ist hingegen 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 2007) 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 selbst produzierte Strom. Der Verbrauch von anderen Energieträgern schliesst dafür den Einsatz zur Stromerzeugung<sup>7</sup> ein. In der Energiebilanz wird der gesamte Stromverbrauch im Industrie- und Dienstleistungssektor erfasst. Der Verbrauch von Erdöl und Erdgas enthält (wie in der Energieverbrauchserhebung) auch den Einsatz zur Stromerzeugung, sofern nicht gleichzeitig Fernwärme abgegeben wird. Bei den anderen Energieträgern ist der Energieeinsatz zur Stromproduktion nicht im Endverbrauch enthalten.

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, 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

<sup>7</sup> für Eigenverbrauch und Abgabe

Energieverbrauchserhebung mit *Daten aus anderen Quellen*. Zur Aufteilung der Verwendung von Petrolkoks und Flüssiggasen (übrige Erdölprodukte) werden Daten von Basics (2005 und 2007) verwendet, die für die Energieperspektiven des BFE und das Treibhausgasinventar erstellt wurden. Für Industriemüll werden ergänzend Daten vom Verband der Papierindustrie (ZPK 2007) herangezogen und zur Aufteilung von Holzenergie Hintergrunddaten von Basics (2005, 2007) und CEPE (Aebischer 2006), 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 Basics und CEPE 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 Energieverbrauch der *Papierindustrie* und des *Druck- und Verlagsgewerbes* kann mit Daten von Basics (2005, 2007) geschätzt werden.
- Der Stromverbrauch der *Wasserversorgung* kann auf der Basis von Kennzahlen grob abgeschätzt werden. Nach SVGW (2004) liegt der spezifische Stromverbrauch pro m<sup>3</sup> Trinkwasser bei rund 0.38 kWh. Bei einem Trinkwasserverbrauch von rund einer Milliarde Kubikmeter Wasser im Jahr 2005 kann der damit verbundene Stromverbrauch auf knapp 1'400 TJ geschätzt werden.
- Unter den Dienstleistungen 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 ein Mischindikator aus Beschäftigung und Personenkilometern, 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 vernachlässigt jedoch die unterschiedliche Energieintensität der Zielbranchen. 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 (NO-GA 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 stationären Energieverbrauch pro Beschäftigten gebildet, d.h. ohne den Verbrauch von Treibstoffen.

Nun wurde analysiert, für welche Branchengruppen die *Energieintensitätsunterschiede* so 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 der übrigen Industrie sowie für die Textil-, Bekleidungs- und Lederwarenbranche. Für diese Branchen wurden die Energieintensitätsunterschiede zusätzlich zu den schweizerischen Beschäftigungsdaten in die Berechnung des Hilfsschlüssels zur Verteilung des Energieverbrauchs einbezogen. Bei den übrigen Branchengruppen wurde der Energieverbrauch proportional zur Anzahl Beschäftigten (in VZÄ) auf die Zielbranchen aufgeteilt.

## 5.2 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* (BFS 2009a): 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 2010a, BAFU 2010b): 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.

### 5.2.1 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 CO<sub>2</sub>-Emissionen je Branchen und Haushalte berechnen. Daraus kann mit Hilfe des Emissionsfaktors (CO<sub>2</sub>-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 2010a).

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 2010a).

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 2005 und 2001 (Inlandprinzip).

Mobiler Energieverbrauch (Verkehr und Offroad)	Benzin TJ	Diesel TJ	Kerosin TJ	Heizöl EL TJ
<b>Ergebnisse 2005</b>				
Wirtschaftsbranchen total	19'900	51'400	58'100	100
Haushalte	119'200	21'100	3'400	60
<b>Gesamtverbrauch nach NAMEA-Logik</b>	<b>139'100</b>	<b>72'500</b>	<b>61'500</b>	<b>160</b>
Vorratsveränderungen	-200	1'800	-100	0
Exporte*	29'400	7'100	20'300	0
davon Verbrauch durch nGWE im Inland	29'400	6'800	20'300	
<b>Gesamtverbrauch (USE)</b>	<b>168'300</b>	<b>81'300</b>	<b>81'700</b>	<b>160</b>
davon durch GWE im Ausland**	16'500	6'400	30'800	0
<b>Ergebnisse 2001</b>				
Wirtschaftsbranchen total	25'100	49'400	72'100	90
Haushalte	120'700	12'000	3'400	60
<b>Gesamtverbrauch nach NAMEA-Logik</b>	<b>145'800</b>	<b>61'400</b>	<b>75'500</b>	<b>150</b>
Vorratsveränderungen	-800	600	1'100	0
Exporte*	34'100	600	26'300	0
davon Verbrauch durch nGWE im Inland	34'100	400	26'300	
<b>Gesamtverbrauch (USE)</b>	<b>179'100</b>	<b>62'600</b>	<b>102'900</b>	<b>150</b>
davon durch GWE im Ausland**	16'300	5'100	37'600	0
<i>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.</i>				

Quelle: Eigene Darstellung

## 5.2.2 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
	TJ	TJ	TJ	TJ
Flüssiggas-Verbrauch	157	235	316	318

Quelle: BAFU, INFRAS (2008).

### 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	240	430
Biogas-Verbrauch im Verkehr ab Netz	19	33	35	53	109
Netto: Erdgas-Verbrauch Verkehr	11	57	85	187	321

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 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 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.

2005 befanden sich Erdgasfahrzeuge am Beginn eines Aufschwungs. Im Einsatz waren Erdgasfahrzeuge vor allem bei Privaten („Innovatoren“) sowie bei öffentlichen Verkehrsunternehmen (Gasbusse). Aktuell haben unter anderem Bernmobil, die Basler Verkehrs-Betriebe BVB (beide Erdgas und Biogas), die Busbetriebe Olten Gösgen 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 2005 folgender Aufteilungsschlüssel angewandt (eigene Schätzung basierend auf Verbrauchs- und Flotteninformationen von öffentlichen Verkehrsbetrieben, Erdgas Schweiz (Gasmobil) sowie ausgewählten Unternehmen<sup>8</sup>):

<sup>8</sup> 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 2005
Private Personenwagen	Haushalte	60%
Öffentliche Verkehrsbetriebe	60.21	20%
Transportbranche, Spedition, Kurier-/Postdienste (v.a. Lieferwagen)	60.24, 63, 64	10%
Restliche Branchen	Rest gemäss Anteil an Benzinverbrauch	10%

Quelle: Eigene Darstellung

### 5.2.3 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
<b>Biogas-Treibstoffverbrauch total</b>	<b>24.4</b>	<b>31.7</b>	<b>47.3</b>	<b>49.4</b>	<b>66.0</b>	<b>125.3</b>

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). Bereits 2005 gab es zudem innovative Unternehmen, die ihre firmeneigenen Transporte teilweise mit Biogas betriebenen Fahrzeugen abzuwickeln begannen (z.B. McDonald's Schweiz).

Aufgrund der vorliegenden Informationen wird für 2005 folgender Aufteilungsschlüssel angewandt (eigene Schätzung basierend auf Verbrauchs- und Flottenin-

formationen von öffentlichen Verkehrsbetrieben, Erdgas Schweiz (Gasmobil) sowie ausgewählten Unternehmen<sup>9</sup>):

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

Wichtigste Verbrauchergruppen Biogas	NOGA-Branche	Anteil an Gesamtverbrauch Erdgas 2005
Private Personenwagen	Haushalte	30%
Öffentliche Verkehrsbetriebe	60.21	35%
Transportbranche, Spedition, Kurier-/Postdienste (v.a. Lieferwagen)	60.24, 63, 64	15%
Detailhandel	52	10%
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. 5.2.2).

#### 5.2.4 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 2009b). 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).

<sup>9</sup> 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 TJ	2004 TJ	2005 TJ	2006 TJ	2007 TJ
Eisenbahnen	8'310	8'617	9'015	8'843	8'851
Trams	465	467	470	462	474
Trolleybusse	321	300	302	306	292
Bergbahnen & Skilifte	618	1'199	953	1'524	1'457
<b>Gesamttotal</b>	<b>9'713</b>	<b>10'584</b>	<b>10'739</b>	<b>11'135</b>	<b>11'074</b>

Quellen: BFE 2009c; BFS 2009b.

#### *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 2006).
- 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 2006). 2005 waren rund 660 Elektro-PW sowie 6'500 Elektrozweiräder (inkl. e-Bikes) in Betrieb (2001: ca. 500 PW und 2'100 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 Hilfsparametern<sup>10</sup> (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.

<sup>10</sup> 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 2005 ergibt sich auf diese Weise ein Elektrizitätsverbrauch im privaten Strassenverkehr von 4 TJ, während der Verbrauch 2001 knapp 3 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 86% des Energieverbrauchs auf die Haushalte und 14% 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.

### **5.2.5 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 weichen minimal von den Werten ab, die im EMIS-Kommentar zu den biogenen Treibstoffen für das Treibhausgasinventar aufgelistet sind (EBP 2009). Für die vorliegende NAMEA Energie werden die Zahlen aus der BFE-Statistik der erneuerbaren Energien verwendet (siehe folgende Tabelle).

**Abbildung 13:** Verbrauch von flüssigen Biotreibstoffen

<b>Verbrauch von flüssigen Biotreibstoffen</b>	<b>2001</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	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
<b>Total</b>	<b>64.3</b>	<b>117.3</b>	<b>245.0</b>	<b>340.0</b>	<b>453.2</b>	<b>493.5</b>

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-Vertriebers 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. 5.2.2).

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 2005 und 2001 (Inlandprinzip)

mobiler Energieverbrauch (Verkehr und Offroad)	Erdgas TJ	Flüssiggas TJ	Biogas TJ	Biofuels TJ
<b>Ergebnisse 2005</b>				
Wirtschaftsbranchen total	23	318	33	211
Haushalte	34	0	14	34
<b>Gesamtverbrauch nach NAMEA-Logik (=USE)</b>	<b>57</b>	<b>318</b>	<b>47</b>	<b>245</b>
<b>Ergebnisse 2001</b>				
Wirtschaftsbranchen total	0	316	10	60
Haushalte	0	0	15	4
<b>Gesamtverbrauch nach NAMEA-Logik (=USE)</b>	<b>0</b>	<b>316</b>	<b>24</b>	<b>64</b>

Quelle: Eigene Darstellung



## 6. Ökonomische Daten

Bei der Erstellung der NAMEA Energie werden zwei ökonomische Datensätze benötigt. Für die Zuordnung der Emissionen zu Branchen werden *sektorale Beschäftigungsdaten* verwendet, 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 2005 (Nathani et al., 2008) 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.

Wie bereits erwähnt, werden die Energiedaten für die NAMEA zunächst in der Gliederung nach Produktionsbereichen bestimmt. 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 derzeit 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 Kehrlichtverbrennungsanlagen hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen auf. Entsprechend wird beim Übergang von Produktions- zu Wirtschaftsbereichen ein Teil der in KVA anfallenden CO<sub>2</sub>-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.

## 7. Tabellenstruktur und Aufdatierung

Als Ergebnis der Arbeiten liegen insgesamt acht Tabellen vor, *vier inhaltliche Tabellen in zwei verschiedenen Branchenabgrenzungen*, und zwar jeweils

- Supply-Tabelle,
- Use-Tabelle (brutto),
- Use-Tabelle (netto) und
- Tabelle zum emissionsrelevanten Energieverbrauch

nach

- Produktionsbereichen und
- Wirtschaftsbereichen gemäss Produktionskonto.

Der gleiche Tabellensatz nach Wirtschaftsbereichen gemäss IOT kann mit Hilfe der ökonomischen Supply-Tabelle erstellt werden (vgl. Kapitel 6). Die Erstellung der Tabellen nach Produktionsbereichen ist in *Hintergrundtabellen* nachvollziehbar mit den einzelnen Berechnungsschritten dokumentiert.

Je nach Fragestellung können unterschiedliche Tabellen zum Einsatz kommen. *Supply- und Use-Tabelle (brutto)* zeigen Aufkommen und Verwendung von Energieträgern in der Volkswirtschaft. Die *Use-Tabelle (netto)* sollte verwendet werden, wenn der gesamtwirtschaftliche Energieverbrauch den Branchen eindeutig und ohne Doppelzählungen zugeordnet werden soll. Die *Tabelle zum emissionsrelevanten Energieverbrauch* ist die Basis für die Berechnung von Treibhausgasen, Luftschadstoffen und andere Umweltbelastungen, die durch den Energieverbrauch verursacht werden.

In Bezug auf die unterschiedlichen *Branchenabgrenzungen* sind unter anderem folgende Anwendungen möglich.

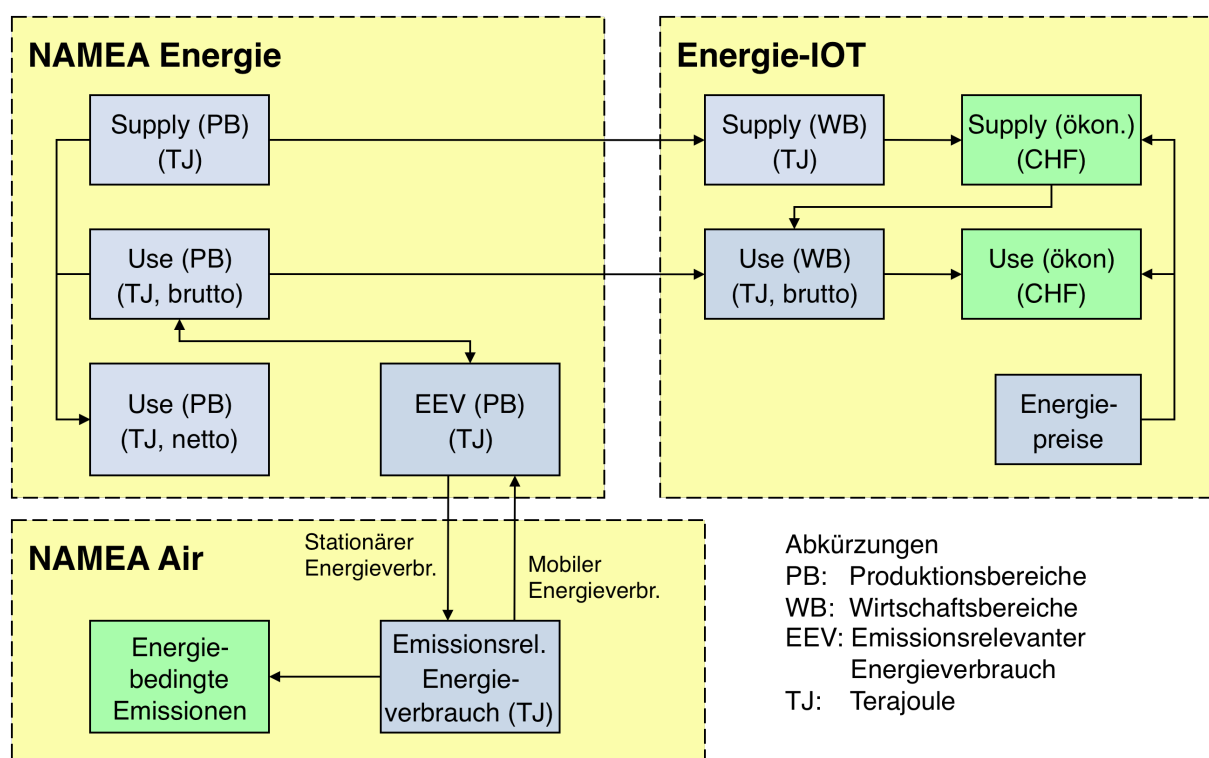
- Für energiebezogene Input-Output-Analysen und Modellrechnungen werden häufig die symmetrischen IO-Tabellen verwendet. Dazu passen die NAMEA-Tabellen zu *Produktionsbereichen*, die mit der SIOT verknüpft werden können.
- *Wirtschaftsbereiche* gemäss IOT sind weniger homogen als Produktionsbereiche, 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.
- Für den Vergleich oder die Verknüpfung mit den ökonomischen Daten des Produktionskontos liegen die Daten der NAMEA Energie auch nach *Wirtschaftsbereichen gemäss Produktionskonto* vor. Dazu ist eine Aggregation auf die im Produktionskonto unterschiedenen 42 Wirtschaftsbereiche erforderlich.

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.

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.

**Abbildung 16:** Zusammenhang zwischen NAMEA Energie, NAMEA Air und Energie-IOT



Quelle: Eigene Darstellung

### Periodische Aufdatierung der NAMEA Energie

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 können jeweils im gleichen Rhythmus aktualisiert werden. 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 zur Beschäftigungsentwicklung nach Wirtschaftsbereichen fortgeschrieben werden. Diese liegen bei der Sektion VGR des BFS jährlich vor.

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</i>
40e	<i>Stromverteilung und -handel</i>
40f	<i>Fernwärmeversorgung</i>
40g	<i>Gasversorgung</i>
41	<i>Wasserversorgung</i>
45	Baugewerbe
50	Handel, Reparatur von Autos; Tankstellen
51b52	Gross- und Detailhandel
55	Gastgewerbe

NOGA	Bezeichnungen
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

<b>Abbildung 1:</b>	Vergleich von Inland- und Absatzprinzip	10
<b>Abbildung 2:</b>	Übersicht über den Aufbau der Tabellen der NAMEA Energie am Beispiel der Gliederung nach Produktionsbereichen	16
<b>Abbildung 3:</b>	Gliederung der Energie- und Verkehrsbranchen	18
<b>Abbildung 4:</b>	Liste der einbezogenen Energieträger	19
<b>Abbildung 5:</b>	Abbildung der Strom- und Fernwärmeerzeugung und –verwendung in den vier Tabellen der NAMEA Energie	20
<b>Abbildung 6:</b>	Verbrauch von Benzin, Diesel, Kerosin und Heizöl EL durch mobile Quellen gemäss NAMEA Energie 2005 und 2001 (Inlandprinzip).	34
<b>Abbildung 7:</b>	Verbrauch an Flüssiggas durch Offroad-Fahrzeuge (Gabelstapler)	35
<b>Abbildung 8:</b>	Erdgas-Verbrauch im Verkehr ab Erdgasnetz	36
<b>Abbildung 9:</b>	Aufteilung des Erdgasverbrauchs im Verkehr auf Haushalte und Wirtschaftsbranchen	37
<b>Abbildung 10:</b>	Verbrauch von Biogas als Treibstoff	37
<b>Abbildung 11:</b>	Aufteilung des Biogasverbrauchs im Verkehr auf Haushalte und Wirtschaftsbranchen	38
<b>Abbildung 12:</b>	Elektrizitätsverbrauch im öffentlichen Verkehr	39
<b>Abbildung 13:</b>	Verbrauch von flüssigen Biotreibstoffen	40
<b>Abbildung 14:</b>	Aufteilung des Verbrauchs flüssiger Biotreibstoffe auf Haushalte und Wirtschaftsbranchen	41
<b>Abbildung 15:</b>	Verbrauch von Erdgas, Flüssiggas, Biogas und flüssigen Biotreibstoffen durch mobile Quellen gemäss NAMEA Energie 2005 und 2001 (Inlandprinzip)	41
<b>Abbildung 16:</b>	Zusammenhang zwischen NAMEA Energie, NAMEA Air und Energie-IOT	46



# 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
VGR:	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
VZÄ:	Vollzeitäquivalent
WKK:	Wärme-Kraft-Kopplung



# Literatur

- Aebischer B., Catenazzi G., Kaufmann M. (2004): CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 - 2003 von Industrie und Dienstleistungen – Teil Dienstleistungen, Dokumentation z.Hd. des BUWAL, Zürich 2004.
- Aebischer B. (2006): Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen des Dienstleistungssektors in der Schweiz: Aufdatierung für das Jahr 2005, Kurzdokumentation z.Hd. des BAFU, Zürich.
- 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): Swiss Greenhouse Gas Inventory 2001 and 2005, Submission 2010, Common Reporting Format, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.
- BAFU (2010b): Swiss Greenhouse Gas Inventory 1990-2008, National Inventory Report to the Greenhouse Gas Inventory – Submission 2010, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.
- BAFU (2010a): Energieerzeugung und Nutzung in KVA 1990 – 2009. Zur Verfügung gestellt von Michael Huegi, Bundesamt für Umwelt.
- BAFU (2010b): Hintergrunddaten des BAFU zum Energieverbrauch für das Treibhausgasinventar Submission 2010. Zur Verfügung gestellt von Sophie Höhn, Bundesamt für Umwelt, Sektion Industrie und Feuerungen.
- Basics 2004: CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 - 2003 von Industrie und Dienstleistungen: Teil Industrie, Kurzdokumentation, Zürich 2004.
- Basics (2007): CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 - 2005 von Industrie und Dienstleistungen: Teil Industrie, Aktualisierte Kurzdokumentation, Zürich 2007.
- BFE (2005): Schweizerische Holzenergiestatistik: Folgeerhebung für das Jahr 2004, Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2006a): Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2005, Bundesamt für Energie, Bern 2006.
- BFE (2006b): Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz, Ausgabe 2005, Bundesamt für Energie, Bern 2006.
- BFE (2006c): Schweizerische Holzenergiestatistik: Folgeerhebung für das Jahr 2005, Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2007): Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor - Resultate 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): Teilstatistik Spezielle energetische Holznutzungen: Feuerungen und Motoren für erneuerbare Abfälle - Erhebungsjahr 2008, Bundesamt für Energie, Bern.
- BFE (2010): Persönliche Mitteilung von Jasmin Gülden Sterzl, Bundesamt für Energie, Sektion Analysen und Perspektiven. 22.9.2010.
- 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 (2010): Gesamtrechnung des Primärsektors: Daten zum Energieverbrauch in Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei. Zur Verfügung gestellt durch Franz Murbach, BFS.
- EBP (2009): Biogene Treibstoffe, EMIS-Kommentar zum Treibhausgasinventar, nicht veröffentlichtes Papier, Ernst Basler + Partner EBP, Zollikon.

- EcoCar (2006): Agence EcoCar, Rapport annuel 2005; 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.
- 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., Kraner, S., Holzhey, S., Rütter, H., Sutter, D., Peter, M., Zandonella, R., van Nieuwkoop, R. (2011): Energiebezogene Differenzierung der Schweizerischen Input-Output-Tabelle. Schlussbericht. Rüschlikon / Zürich / Bern.
- SVGW (2004): Handbuch "Energie in der Wasserversorgung", Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfachs, Zürich.
- UN et al. (2003): Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting 2003.
- 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, 2008): Jahresbericht 2007. Zürich.

#### **Ausgewertete Quellen zu internationalen Erfahrungen mit der NAMEA Energie**

- Comisari, P. (2009): A proposed set of standard accounts for the revised SEEA. Paper zum 15. Meeting der London Group on Environmental Accounting in Wiesbaden, 30 November – 4 December 2009
- Destatis (2008): Umweltnutzung und Wirtschaft. Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Teil 5: Energie. Wiesbaden 2008.
- Eurostat (2009): Important conceptual and methodological issues related to Energy Accounts. Discussion paper prepared by the Eurostat Reflection Group on Energy Accounts. Luxemburg.
- Gravgard Pedersen, O. (2008): A Suggestion for SEEA Standard Tables on Energy. Paper zum 13. Meeting der London Group on Environmental Accounting in Brüssel, 29.9. – 3.10.2008
- Hass, J. (2007) Requirements for energy statistics for the development of hybrid/NAMEA data systems. Paper zum 11. Meeting der London Group on Environmental Accounting in Johannesburg, 26. - 30. März 2007
- Hass, J. (2007): SEEA/Environmental accounting's user needs with regards to energy statistics. Paper zum 12. Meeting der London Group on Environmental Accounting in Rom, 17. - 19. Dezember 2007
- Hass, J., Kolshus, K. E. (2007): SEEA/Environmental accounting's user needs with regards to renewable energy. Paper zum 12. Meeting der London Group on Environmental Accounting in Rom, 17. - 19. Dezember 2007
- Di Matteo, I., Alfieri, A. (2007): Scope of energy accounts in the revised SEEA. Paper zum 12. Meeting der London Group on Environmental Accounting in Rom, 17. - 19. Dezember 2007
- Meyer, H. (2006): Energieberechnungen in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen – Methoden, Umfang, Anwendungen. Destatis, Wiesbaden.
- Olsen, T.: Danish Energy Accounts and Energy Statistics. Paper zum 11. Meeting der London Group on Environmental Accounting in Johannesburg, 26. - 30. März 2007
- Overgaard, S. (2007): Norwegian Energy Accounts. Paper zum 12. Meeting der London Group on Environmental Accounting in Rom, 17. - 19. Dezember 2007
- Schenau, S. (o.J.): The Dutch Energy Accounts. Statistics Netherlands, Voorburg.
- UNSD (o.J.): Scope of energy accounts in the revised SEEA and SEEA-E and suggested issue list on energy accounts.