

CLIMATE CHANGE

02/2012

# Ermittlung der Klima- schutzwirkung des Inte- grierten Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung IEKP

und Vorschlag für ein Konzept zur kontinuierlichen  
Überprüfung der Klimaschutzwirkung des IEKP -

Arbeitspakte 2: Entwicklung eines Monitoringkonzepts  
für das Integrierte Energie- und Klimaschutzprogramm  
(IEKP)



UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES  
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 3708 41 120  
UBA-FB 001576

**Ermittlung der Klimaschutzwirkung des Integrierten  
Energie- und Klimaschutzprogramms der  
Bundesregierung IEKP und Vorschlag für ein Konzept zur  
kontinuierlichen Überprüfung der Klimaschutzwirkung  
des IEKP**

**Arbeitspaket 2: Entwicklung eines Monitoringkonzepts für das  
Integrierte Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP)**

von

**Dr. Claus Doll, Dr. Wolfgang Eichhammer, Tobias Fleiter, Dr.  
Eberhard Jochem, Dr. Jonathan Köhler, Dr. Anja Peters, Dr. Frank  
Sensfuss, Dr. Martin Wietschel, Wolfgang Schade, Barbara  
Schmidt-Sercander**  
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe

**Dr. Felix Matthes**  
Öko-Institut, Berlin

**Patrick Hansen**  
Forschungszentrum Jülich, Programmgruppe STE, Jülich

**Dr. Annette Roser, Dr. Felix Reitze, Dr. Dirk Köwener**  
IREES GmbH, Karlsruhe

**Dr. Hans-Joachim Ziesing**

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

**UMWELTBUNDESAMT**

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.uba.de/uba-info-medien/4254.html> verfügbar. Hier finden Sie noch weitere Berichte und eine Zusammenfassung auf Deutsch und Englisch.

Die in der Studie geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4359

Durchführung  
der Studie:

Fraunhofer-Institut  
für System- und Innovationsforschung  
Breslauer Str. 48  
76139 Karlsruhe

Öko-Institut  
Schicklerstr. 5-7  
10179 Berlin

Forschungszentrum Jülich  
Programmgruppe STE  
52425 Jülich

IREES GmbH  
Schönfeldstraße 8  
76131 Karlsruhe

Abschlussdatum:

November 2010

Herausgeber:

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel.: 0340/2103-0  
Telefax: 0340/2103 2285  
E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>  
<http://fuer-mensch-und-umwelt.de/>

Dessau-Roßlau, Februar 2012

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 Zielsetzung für ein Monitoringkonzept zum Integrierten Energie- und Klimapaket .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundstruktur des Monitoringkonzepts zum Integrierten Energie- und Klimapaket .....</b>	<b>4</b>
2.1 Definition eines Monitoringkonzepts.....	4
2.2 Grundstruktur .....	5
2.3 Systemgrenzen des Monitoringsystems und deren methodische Implikationen.....	6
2.4 Zugrundeliegende Referenzentwicklung .....	10
2.5 Angedachte Realisierung im Exceltool.....	17
2.6 Kosteneffizienz der Maßnahmen des IEKP .....	19
<b>3 Maßnahme 1 - Kraft-Wärme-Kopplung.....</b>	<b>24</b>
<b>4 Maßnahme 2 - Erneuerbare Stromerzeugung.....</b>	<b>30</b>
<b>5 Maßnahme 3 - Abscheidung, Transport und Speicherung von CO<sub>2</sub> (CCS) .....</b>	<b>32</b>
<b>6 Maßnahme 4 - Intelligente Messverfahren für Stromverbrauch.....</b>	<b>41</b>
<b>7 Maßnahme 7 - Förderprogramm für Klimaschutz und Energieeffizienz (außerhalb von Gebäuden) .....</b>	<b>47</b>
7.1 Sonderfonds Energieeffizienz in KMU.....	47
7.2 Vor-Ort Beratung.....	53
7.3 Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) .....	56
<b>8 Maßnahme 8 - Energieeffiziente Produkte .....</b>	<b>59</b>
<b>9 Maßnahme 9 - Einspeiseregulierung für Biomethan in Erdgasnetze.....</b>	<b>71</b>
<b>10 Maßnahme 10 - Energie-Einsparverordnung .....</b>	<b>75</b>

<b>11</b>	<b>Maßnahme 11 - Betriebskosten bei Mietwohnungen</b>	<b>83</b>
<b>12</b>	<b>Maßnahme 12 – CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm</b>	<b>84</b>
<b>13</b>	<b>Maßnahme 13 – Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur</b>	<b>88</b>
<b>14</b>	<b>Maßnahme 14 – Erneuerbares Energien-Wärmegesetz</b>	<b>93</b>
<b>15</b>	<b>Maßnahme 15 – Programm zur energetischen Sanierung von Bundesliegenschaften</b>	<b>94</b>
<b>16</b>	<b>Maßnahme 16, 18 und 19 – CO<sub>2</sub>-Strategie Pkw, Umstellung der Kfz-Steuer auf CO<sub>2</sub>-Basis, Pkw- Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung</b>	<b>97</b>
<b>17</b>	<b>Maßnahme 17 - Ausbau von Biokraftstoffen</b>	<b>104</b>
<b>18</b>	<b>Maßnahme 20 – Erweiterte Lenkungswirkung der Lkw-Maut</b>	<b>108</b>
<b>19</b>	<b>Maßnahme 21 – Luftfahrt im EU EHS</b>	<b>116</b>
<b>20</b>	<b>Maßnahme 23 - F-Gase</b>	<b>119</b>
<b>21</b>	<b>Maßnahme 24 – Beschaffung energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen</b>	<b>137</b>
<b>22</b>	<b>Maßnahme 26 – Elektromobilität: Forschung und Demonstration</b>	<b>140</b>
<b>Annex 1:</b>	<b>Interview-Partner</b>	<b>142</b>
<b>Annex 2:</b>	<b>Datenangaben der Zuschussempfänger bzgl. Diffusionswirkungen</b>	<b>143</b>
<b>Annex 3:</b>	<b>Destatis Daten zu F-Gasen</b>	<b>144</b>

## Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 2-1: Input und Output-Sheet für eine Maßnahme .....	17
Abbildung 2-2: Gemeinsames Output-Sheet und Zusammenfassung der Ergebnisse im Exceltool.....	18
Abbildung 2-3: Ökonomische Bewertung .....	20
Abbildung 2-4: Kohortenmodell für die ökonomische Bewertung .....	21
Abbildung 2-5: Nettoeinsparung (Euro/GJ) bei einem energieeffizienten Auto mit 2000 Euro Differenzkosten und unter Einbezug bzw. Ausschluss von Steuern .....	22
Abbildung 4-1: Struktur der Arbeiten am EEG-Erfahrungsbericht .....	31
Abbildung 7-1: Überschneidungen bei den durchgeführten Maßnahmen im Rahmen des Sonderfonds Energieeffizienz in KMU .....	48

## Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 2-1: Übersicht zur Art der Referenzentwicklung bei den verschiedenen Maßnahmen des IEKP .....	12
Tabelle 1-2: Erfassung der mit CCS-Technologie ausgestatteten Anlagen .....	35
Tabelle 18-1: Klassifikation von Flotten- und Verkehrsleistungsdaten .....	108
Tabelle 18-2: Datenquellen zur Parametrisierung und Quantifizierung der Maßnahme M20.....	111
Tabelle 20-1: Entwicklung der HFKW-Emissionen in Deutschland 2000 bis 2030 .....	123
Tabelle 20-2: Überblick über die Einzelbestimmungen der ChemKlimaschutzV .....	124
Tabelle 20-3: Technische Fortschritte, die durch die Förderpreise in 2009 belobigt wurden .....	129





## 1 Zielsetzung für ein Monitoringkonzept zum Integrierten Energie- und Klimapaket

Ab November 2010 besteht eine Verpflichtung, die Wirkungen des (sich ggf. weiterentwickelnden IEKP) einem regelmäßigen Monitoring (im ein oder zweijährigen Rhythmus) zu unterziehen, um die Wirksamkeit der Instrumente zu überprüfen und um ggf. weitere Instrumente einsetzen zu können. Ziel des Monitoringkonzepts wäre es, die ex-ante Bewertung der Maßnahmen regelmäßig zu überprüfen und auf den neuesten Stand zu bringen, sowie anhand von realisierten Wirkungen die ex-ante Bewertung zunehmend in eine ex-post Evaluierung überzuführen.

Hierfür werden ggf. zusätzliche Daten aus der Praxis der Instrumente benötigt. Bereits jetzt werden in den für die Politikszenerarien V (Ökoinstitut/DIW/Fraunhofer ISI/FZ Jülich, 2009) bzw. die Projektionsberichtserstattung an die EU und bei den bisherigen Bewertungen des IEKP verwendeten Modellen Zahlen, Daten und Fakten aus anderen Projekten z.B. zu den Erneuerbaren Energien, zum Gebäudesektor oder zum Verkehrssektor eingesetzt, um die Modelle regelmäßig zu kalibrieren und insbesondere das Mit-Maßnahmen-Szenario zu kalibrieren. Solche Informationen ergeben sich ggf. aus der Evaluierung einzelner Instrumente des IEKP. Insofern läuft dieser Prozess bereits, allerdings ohne eine präzise Beschreibung, inwieweit die Maßnahmen von den ex-ante Annahmen abweichen. Es stellt sich auch die Frage, inwieweit ein vereinfachtes Monitoringtool auf Basis der detaillierten Modellierung und unter Einbezug von Ergebnissen aus der Praxis erstellt werden kann, das für kürzere Zeiträume über die Eingabe von wichtigen Treibern und Kenngrößen für die Wirkung der Maßnahmen aktualisierte Wirkungsschätzungen (Umweltwirkungen, Investitionen) liefern kann.

Bei der Konzeption eines solchen Monitoringkonzepts ist zu berücksichtigen, dass die Wirkungen von einzelnen Maßnahmen abzubilden ist. Dies schließt Monitoringkonzepte wie das derzeit laufende Projekt „Energieeffizienz in Zahlen“ mit dem UBA für das Monitoring einzelner Maßnahmen aus, da die Indikatoren häufig nicht maßnahmenscharf abgebildet werden können, sondern nur Paketlösungen bewerten. Allerdings eignet sich diese Methode gut zum Ausgleich von Überlagerungseffekten, da diese die Gesamteffekte eines Maßnahmenpakets abbilden. Die Kombination von Indikatoren mit dem Monitoringtool kann daher die Konsistenz der Ergebnisse stärken.

Eine wesentliche Anforderung an das Monitoringkonzept ist, dass es als jährlich fortzuschreibbare Bilanz angelegt werden soll. In einer solchen Bilanz sind als variierbare Inputparameter folgende zwei Arten von Parametern festzuhalten:

- Jährlich fortzuschreibende Treiber aus dem Rahmendatensatz

- Jährlich fortzuschreibende Treiber aus der Maßnahmenparametrisierung von einzelnen Maßnahmen (z.B. real aufgewendete Zuschüsse zur Gebäudesanierung, betroffene Zahl von Neuzulassungen bei den Pkw etc.)

Diese Treiber werden in der Regel mit aggregierten spezifischen Kenngrößen verknüpft, welche sich aus den detaillierten Modellrechnungen ergeben. In einer Reihe von Fällen sind aus detaillierteren Evaluierungen auch direkt Energieeinsparung oder CO<sub>2</sub>/GHG-Einsparung regelmäßig ermittelbar. Im Monitoringtool werden diese spezifischen Kenngrößen fest verknüpft, um einfach fortgeschrieben werden zu können. Diese müssen ggf. im mehrjährigen Abstand mit den detaillierten Modellen wieder eingeeicht werden.

Für das Monitoring und die einzelnen Instrumente wird daher festgelegt:

- Welche Informationen für die Bewertung der einzelnen Instrumente benötigt werden.
- Ob diese Informationen regelmäßig verfügbar sind, oder wie sie ggf. erhoben werden können.
- Wer für die Erhebung der Informationen verantwortlich ist/bzw. sein sollte und wie der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden kann.
- Welche Synergieeffekte mit anderen Berichtspflichten (Projektionsbericht, Nationaler Inventarbericht etc.) erreicht werden können.
- Wie die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden sollen.
- Wie die Wirkungen den verschiedenen Maßnahmen zugeordnet werden können, mit welchen Maßnahmen es Überlagerungseffekte gibt und welche Methode zur Bereinigung von Überlagerungseffekten geeignet ist.

Ziel ist es, ein - im Vergleich zum eingesetzten Modellinstrumentarium - vereinfachtes Monitoringtool auf Excelbasis zu entwickeln, das mit hinreichender Genauigkeit einige Jahre fortschreibbar ist, und mit detaillierteren Modellrechnungen wieder „eingeeicht“ werden kann.

Im Folgenden wird zunächst die Grundstruktur des Monitoringkonzepts zum Integrierten Energie- und Klimapakets diskutiert, sodann für jede relevante Maßnahme im IEKP - unter Beantwortung, soweit möglich, der weiter oben gestellten Fragen - das Monitoringkonzept erläutert, das im Excel-Tool dann im Arbeitspaket 3 in einer Nullversion umzusetzen ist.

## Referenzen

Ökoinstitut/DIW/Fraunhofer ISI/FZ Jülich (2009): Politiksznarien für den Klimaschutz V – auf dem Weg zum Strukturwandel – Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030. Climate Change Nr. 16/2009, UBA-FBNr: 001308, Förderkennzeichen: 206 42 106, Umweltbundesamt, Dessau 2009. [http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql\\_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3764](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3764)

## 2 Grundstruktur des Monitoringkonzepts zum Integrierten Energie- und Klimapaket

### 2.1 Definition eines Monitoringkonzepts

Für die Definition eines Monitoringkonzepts für das IEKP erscheinen drei Fragestellungen sinnvoll

- i. Welche THG-Minderung ist bereits in einem bestimmten historischen Jahr erreicht durch die bestehenden Maßnahmen? (**Reines ex-post Monitoring**)
- ii. Wie liegt man im Vergleich zur Zielgerade der ursprünglichen ex-ante Schätzung? (**Vergleich von ex-post Evaluierung und ex-ante Schätzung**)
- iii. Wie muss man die ex-ante Schätzung neu justieren (d. h. welche Maßnahmen müssen verstärkt oder neu eingeführt werden, um ggf. wieder auf den ursprünglich angestrebten Zielpfad von 40 % THG-Einsparung in 2020 zurückzukommen)? (**Rollierendes Monitoring**)

Wegen der Maßnahmenwirkung in die Zukunft (d.h. in einem historischen Jahr unter einer Maßnahme getätigte Investitionen wirken in die Zukunft) und wegen der Frage des Vergleichs mit der ex-ante Evaluierung erscheint ein „rollierendes Monitoring“ am sinnvollsten (ex-ante-Prognose wird nach und nach mit historischen Werten überschrieben, danach Neujustierung der ex-ante Prognose). Die aufzubauende Datenbasis dürfte die Beantwortung aller drei Fragen erlauben und zwar sowohl für die THG-Vermeidung als auch für die Kosteneffizienz.

Die dritte Frage erfordert eine enge Kooperation mit den Politikszenerarien/Projektionsberichtsprojekten (Rahmendaten und projizierte Entwicklung der spezifischen Größen). Dies bedeutet auch, dass die Neujustierung der ex-ante Prognose – im Unterschied zum jährlichen anzulegenden Monitoring<sup>1</sup> nicht jedes Jahr erfolgen kann. Zwischen den Neujustierungen der Prognosen, müssen die Treiber bzw. spezifischen Größen ggf. wie ursprünglich angesetzt fortgeschrieben werden.

Bei der rückblickenden Bewertung der Kosteneffizienz (s.o., erste Frage: „Was wurde bisher erreicht?“) gibt es im Prinzip zwei Vorgehensweisen: (ia) Abschneiden im letzten historischen Jahr: dies hat den Vorteil, dass man keine Prognosen der Rahmendaten wie z.B. der Energiepreise benötigt. Die in den letzten Jahren im Rahmen von Maßnahmen getätigten (Differenz)Emissionen werden annuitätisch umgelegt und im letzten historischen Jahr abgeschnitten. Der Nachteil hier ist, dass nicht alle Wirkungen von bereits getätigten Investitionen erfasst werden. (ib) Die Investitionen werden bis zum

---

<sup>1</sup> Derzeit ist vorgesehen, das IEKP-Monitoring alle zwei Jahre durchzuführen. Das würde grundsätzlich im Rhythmus zur Frequenz der ex-ante Projektionen passen.

letzten historischen Jahr mit erfasst und ihre Wirkungen in die Zukunft berechnet. Hierzu müssen die zukünftigen Energieeinsparungen durch bereits existierende Maßnahmen bestimmt werden. Das benötigt z.B. Projektionen von Rahmendaten wie Energiepreisen. Vorschlag ist daher, die erste Frage nach der reinen ex-post Evaluierung, trotz Unterschätzung des bereits Erreichten, auf das Abschneiden in einem historischen Jahr zu beschränken (Variante ia).

## 2.2 Grundstruktur

Auf Excelbasis ist es nicht möglich, komplizierte Zusammenhänge wie Rückkoppelungen detailliert abzubilden. Diese müssen vereinfacht umgesetzt werden, ggf. in Funktionen, die mit Modellen vorkalibriert werden und für zwei bis drei Jahre Gültigkeit behalten sollen. Rückkopplungseffekte können u.U. große Auswirkungen haben. Für jede Maßnahme müssen im Prinzip die Größenordnung der Abweichung geschätzt werden. Dies kann allerdings nicht mit der hier angestrebten Nullversion des Tools und im Rahmen des Projekts erreicht werden, sondern muss erfolgen, wenn die erste Runde des Monitoring läuft.

Die Outputs des Monitoringkonzepts sind Umweltwirkungen (Energieeinsparung, CO<sub>2</sub>/GHG-Einsparung) und (Differenz)Investitionen (aus denen dann die CO<sub>2</sub>/GHG-Minderungskosten berechnet werden können).

Die Grundlage einer solchen vereinfachten Abbildung sind folgende typisierte Grundgleichungen (bei einzelnen Maßnahmen kann das komplexer aussehen):

(1)

Energieeinsparung (im Jahr t) = Aktivitätsgröße (im Jahr t) x spez. Kenngröße Energie

Zu unterscheiden sind die verschiedenen Endenergieträger (Brennstoffe, Kraftstoffe, Strom, Fernwärme).

(2)

CO<sub>2</sub>-Einsparung (im Jahr t) = Aktivitätsgröße (im Jahr t) x spez. Emissions-Vermeidungsfaktor CO<sub>2</sub><sup>2</sup>

bzw.

GHG-Einsparung (im Jahr t) = Aktivitätsgröße (im Jahr t) x spez. Emissions-Vermeidungsfaktor GHG<sup>2</sup>

---

2 Nettobilanz-Betrachtung (vor allem wichtig bei Maßnahme 1 KWK oder Maßnahme 2 Erneuerbare Strom)

(3)

(Differenz)Investitionen = Aktivitätsgröße x spezifische (Differenz)Investitionen

Für jede Maßnahmen sind die spezifischen Kenngrößen festzulegen und sollen für 2-3 Jahre Gültigkeit haben. Das heißt nicht, dass sie in diesem Zeitraum konstant sein müssen, sondern, dass sie durch eine feste Funktion vorgegeben sind.

Die Aktivitätsgrößen erlauben dann die Wirkungen fortzuschreiben.

## **2.3 Systemgrenzen des Monitoringsystems und deren methodische Implikationen**

Das IEKP ist ein Instrument nationaler Energie- und Klimaschutzpolitik. Es formuliert Ziele im nationalen Kontext, die Zielerreichung für diese Ziele ist letztlich zu messen und das Monitoring-System entsprechend auszugestalten. Das Ziel des im Folgenden beschriebenen Ansatzes für das IEKP-Monitoring besteht damit zunächst ausschließlich darin, die effektiven Emissionstrends darzustellen und zu analysieren.

Gleichwohl ist es sinnvoll, der Frage nachzugehen, ob sich einerseits aus den Spezifika europäischer und internationaler Verpflichtungen oder generell in der längerfristigen Perspektive andere Ansatzpunkte für das Monitoring ergeben.

Für die Ausgestaltung des Monitoringsystems für das IEKP müssen eine Reihe von Systemgrenzen berücksichtigt werden, um einerseits das Design der Datenerhebung und -auswertung sowie die Parametrisierung der Auswertungsroutinen, andererseits aber auch die Interpretation der Monitoringergebnisse, u.a. auch mit Blick auf die im internationalen Rahmen eingegangenen Verpflichtungen sowie die längerfristige Perspektive, adäquat und konsistent zu ermöglichen. Zwei Aspekte sind in Bezug auf die Systemgrenzen von besonderer Bedeutung:

- die Implikationen des EU-Emissionshandelssystems als Instrument der Mengensteuerung für die Treibhausgasemissionen (regulatorische Systemgrenzenbetrachtung);
- die Frage der Berücksichtigung von Treibhausgasemissionen in der Prozesskette für die diesbezüglich relevanten Minderungsmaßnahmen (prozesskettenorientierte Systemgrenzenbetrachtung).

Für die Klimaschutzpolitik bildet das EU-Emissionshandelssystem eine der wirkungsmächtigsten regulatorischen Rahmenbedingungen. Die Definition eines festen Emissionsziels (Cap) für die Europäische Union insgesamt (im Fall einer Verbindung des europäischen Systems mit anderen Emissionshandelssystemen auch darüber hinaus) und die Möglichkeit des grenzüberschreitenden Handels mit Emissionsrechten führen im Kontext der bestehenden internationalen Minderungsverpflichtungen zu einer besonderen Situation. Mit der Definition des Caps ist der Emissionsminderungsbeitrag

der vom Emissionshandelssystem erfassten Emissionsquellen abschließend festgelegt. Das vorgegebene Emissionsziel wird über die dynamischen Preisbildungsprozesse im Markt für Emissionsberechtigungen und die Berücksichtigung der damit einhergehenden Kosten bei den Entscheidungen der verschiedenen Wirtschaftssubjekte eingehalten. Die isolierte Betrachtung der Emissionsentwicklung in Deutschland muss damit zumindest in der mittelfristigen Compliance-Perspektive mit einer Betrachtung des Saldos aus dem grenzüberschreitenden Handel mit Emissionsberechtigungen kombiniert werden.

So werden im Rahmen des EU-Emissionshandelssystems (EU ETS) die grenzüberschreitenden, durch private Wirtschaftssubjekte induzierten Flüsse von Emissionsberechtigungen des EU ETS (EUA – European Union Allowances) durch eine Übertragung der (nur für die jeweiligen Staaten verfügbaren) Emissionsberechtigungen des internationalen Klimaschutzregimes (AAU – Assigned Amount Units) gespiegelt. Ohne eine solche Spiegelung würde sich die Compliance-Situation im Rahmen des internationalen Klimaschutzregimes für diejenigen Staaten verschlechtern, in deren Hoheitsgebiet die dem EU ETS unterliegenden Wirtschaftssubjekte ihre Compliance im Rahmen des EU ETS im Saldo durch Zukauf aus dem Ausland erreichen. Umgekehrt würde sich für Staaten mit einem Netto-Exportsaldo bei EUA die Compliance-Situation im Rahmen des internationalen Klimaregimes als Verzerrung im Sinne einer fiktiven Ziel-Übererfüllung darstellen. Wenn die Rolle des Emissionshandelssystems als Entdeckungsverfahren der kosteneffizientesten Vermeidungsoptionen auch im transnationalen Rahmen nicht konterkariert werden soll, ergibt sich als logische Konsequenz des transnational angelegten Klimaschutzinstruments EU ETS eine Spiegelung der Außenhandelsalden für EUA und AAU.

Mit Blick auf die mittelfristigen Verpflichtungen im Rahmen des internationalen Klimaschutzregimes ergeben sich aus diesen regulatorischen Rahmenbedingungen zunächst die folgenden Schlussfolgerungen:

- eine Zielerreichung lässt sich allein auf Basis der Emissionsentwicklung nur für die dem Emissionshandel nicht unterliegenden Quellbereiche konstatieren;
- der Zielerreichungsbeitrag der dem Emissionshandel unterliegenden Quellbereiche ist mit der Definition der Cap abschließend festgelegt.

Bei einer Betrachtung ausschließlich aus der (mittelfristigen) Compliance-Perspektive lassen sich aus Analysen zur Emissionsentwicklung für die vom EU-Emissionshandelssystem erfassten Bereiche keine Schlussfolgerungen ziehen bzw. Bewertungen vornehmen. Spezifische Instrumente (zur Förderung von Stromerzeugung aus

erneuerbaren Energien oder der Kraft-Wärme-Kopplung) würden damit den Zielerreichungsgrad im Rahmen des internationalen Klimaschutzregimes nicht verändern.<sup>3</sup>

Über die enge Fokussierung auf die mittelfristige Compliance-Situation hinaus sind jedoch auch nationale Emissionsminderungsziele jenseits der aktuell eingegangenen Verpflichtungen sowie eine Analyse und Bewertung der effektiven Emissionsentwicklung sinnvoll. Die Legitimation dafür ergibt sich vor allem aus der längerfristigen Perspektive. Wenn auch für den Geltungsraum des EU-Emissionshandelsystems eine langfristig nahezu vollständige Dekarbonisierung angestrebt wird, werden in allen teilnehmenden Staaten die Emissionen entsprechend zurückgeführt werden. Die in der mittelfristigen Perspektive vergleichsweise stärkeren oder schwächeren Emissionsminderungen in bestimmten Quellbereichen eines Landes werden damit allenfalls temporärer Natur sein können, langfristig wird sich eine Konvergenz der Emissionsentwicklungen ergeben müssen.

Vor diesem Hintergrund ist und bleibt die Definition eines nationalen Treibhausgasminderungsziels, das über die explizit<sup>4</sup> bzw. implizit<sup>5</sup> definierten mittelfristigen Teilziele hinausgeht oder auf einen anderen (nationalen) Bezugsrahmen abstellt, sinnvoll und zielführend. Wenn ein solcherart legitimiertes nationales Minderungsziel die Grundlage für das Monitoring des IEKP bildet, ist es auch gerechtfertigt, die effektiven Emissionsentwicklungen ohne weitere Berücksichtigung der aus dem regulativen Rahmen resultierenden Compliance-Effekte zu analysieren.

Die derzeitigen Emissionsminderungsziele und –verpflichtungen beziehen sich aus einer Vielzahl von Gründen auf die nach dem Territorialprinzip ermittelten Treibhausgasemissionen. Berücksichtigt werden damit nur die Treibhausgase, die auf dem Territorium des jeweiligen Staates in die Atmosphäre freigesetzt werden. Neben einer Vielzahl von praktischen Fragen (Methoden, Daten etc.) bildet die Begründung dafür das ökonomisch interpretierte Verursacherprinzip. Treibhausgasemissionen werden damit demjenigen zugeordnet, der Wertschöpfung erzielt oder Konsum realisiert und dabei direkt Treibhausgasemissionen verursacht.

Das maßnahmenorientierte Monitoring und die emissionsseitige Bewertung einzelner klimapolitischer Maßnahmen steht aber auch vor dem Problem, dass Systemeffekte

---

3 Auf die Diskussion zur Sinnfälligkeit komplementärer Instrumente zum Emissionshandelsystem wird hier nicht näher eingegangen, es sei an dieser Stelle nur postuliert, dass eine Reihe solcher komplementären Instrumente auch konzeptionell gut begründet werden kann.

4 Für die nicht vom Emissionshandel erfassten Quellbereiche.

5 Für die vom EU-weiten – zukünftig weltweiten – Cap des Emissionshandelssystems erfassten Quellebereiche.



dieser Maßnahmen nur schwer berücksichtigt werden können, wenn nicht auf umfassende Modellierungen abgestellt werden soll. Dies betrifft einerseits die für die Bereitstellung vermehrt nachgefragter Energieträger oder Ressourcen auftretenden zusätzlichen Emissionen in den Vorketten, andererseits aber auch die mit dem Minderverbrauch bestimmter Energieträger oder Ressourcen einhergehenden zusätzlichen Emissionsminderungen in der Vorkette. Extreme Beispiele für diese Vorketteneffekte sind die Bereitstellung von Strom (bis auf Weiteres hohe Emissionen bei der Erzeugung in Kraftwerken) sowie die Bereitstellung von Biokraftstoffen (Emissionen beim Aufwuchs der Biomasse und bei deren Umwandlung), in geringerem Maße ergeben sich Vorketteneffekte beispielsweise für Mineralölprodukte (Energieverbrauch in den Raffinerien, Treibhausemissionen bei der Förderung und Bereitstellung von Rohöl etc.) oder Erdgas (Treibhausemissionen bei der Förderung und Bereitstellung etc.).

Prozesskettenanalysen für Energie und andere Ressourcen sind Gegenstand umfangreicher Analysen und Diskussionen. Das Grundproblem (neben allen methodischen und Datenfragen) mit Blick auf das IEKP-Monitoring besteht jedoch darin, dass die entsprechenden Emissionen einerseits in wesentlichen Teilen territorial nicht zugeordnet werden können bzw. die für das Monitoring verfügbaren Daten dies im Regelfall nicht oder nur mit erheblichen Interpretationsspielräumen nicht zulassen. Andererseits kann die Berücksichtigung von Vorketten zu Doppelzählungen führen, da die auf deutschem Territorium entstehenden Vorkettenemissionen notwendigerweise bei der Erstellung der Treibhausgasinventare – und damit aus der Ex-post-Perspektive – voll berücksichtigt werden.

Vor diesem Hintergrund wird für das IEKP-Monitoring ein pragmatischer Ansatz verfolgt:

- Vorkettenbetrachtungen werden im Grundsatz – und mit den beiden u.g. Ausnahmen<sup>6</sup> – nicht durchgeführt;
- der Stromerzeugung zuzurechnende Vorkettenemissionen (d.h. nur die Emissionen der jeweiligen Kraftwerke) werden – maßnahmenspezifisch – pauschaliert berücksichtigt;
- Vorkettenemissionen für Biokraftstoffe werden auf der Basis von Durchschnittswerten aus der Literatur pauschaliert ermittelt und nachrichtlich ausgewiesen.

---

<sup>6</sup> Auch für M9 (Biogaseinspeisung) beeinflusst die Vorkette den THG-Minderungseffekt. Die Problematik stellt sich letztlich für alle Biomasseanwendungen. Die Vorketteneffekte – mit allen methodischen und Datenproblemen – haben jenseits der Biokraftstoffe jedoch aus Sicht der Autoren nicht die Größenordnung, dass hier eine Sonderregelung gerechtfertigt wäre – auch unter Berücksichtigung der Tatsache, dass man z.B. im Bereich der Vorketten bei Strom oder Mineralöl mit pauschalierten Ansätzen (Strom) oder ohne jede Berücksichtigung (Mineralölprodukte) verfährt.

Mit Ausnahme der beiden genannten Fälle wird so davon ausgegangen, dass die Vorketteneffekte der verschiedenen Maßnahmen entweder keine signifikante Größenordnung erreichen und sich ggf. gegenseitig aufheben.

## 2.4 Zugrundeliegende Referenzentwicklung

CO<sub>2</sub>- und Energieeinsparung ergeben sich durch den Vergleich mit einer Referenz, z.B. einem Altgerät, einem Durchschnittsgerät oder einem ineffizienten neuen Gerät. Diese Referenzentwicklung ist explizit zu machen. Die folgende Tabelle 2-1 gibt eine generelle Übersicht über die jeweilige Referenz für die Maßnahme. Die Referenz kann sich durch einen statischen Vorher/Nachher-Vergleich ergeben (z.B. ein neuer Standard verglichen mit dem Markt oder dem Bestand vor Einführung des Standards) oder dynamisch<sup>7</sup> durch die Betrachtung einer Referenzentwicklung, weil auch vor Einführung der Maßnahme bereits Entwicklungen zu den besseren Geräten erfolgten (entweder autonom angestoßen oder durch vorherige Politikmaßnahmen eingeleitet).

Generell findet sich die Methodik einer Referenzentwicklung wieder in der ex-ante Evaluierung von Maßnahmen. Dort wurden Begriffe wie „Ohne-Maßnahmen-Szenario OMS“, „Mit-Maßnahmen-Szenario MMS“ und „Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario MWS“ geprägt. Diese Begriffe kann man über nicht eins zu Eins in ein ex-post oder in ein rollierendes Monitoring übertragen. Dies liegt darin begründet, **dass ein Monitoring soweit als möglich auf empirischen Daten beruhen sollte und möglichst sparsam auf Schätzungen aufbauen sollte**, während eine ex-ante Evaluierung notgedrungenenerweise mit Annahmen operieren muss. Dies heißt, dass die reale Datenlage beim Monitoring des IEKP eine deutliche wichtigere Rolle einnimmt und die Form der Referenzentwicklung festlegt während man es bei ex-ante Evaluierungen bei gut begründeten Annahmen belassen kann. Dies zeigt die folgende Überlegung:

In einer Reihe von Fällen wird es nicht möglich sein, eine dynamische Referenzentwicklung zu bestimmen, weil die Daten vor Beginn der Maßnahme u.U. nicht mit genügender Detailschärfe verfügbar sind. So gibt es naturgemäß vor Einführung einer Energiekennzeichnung keine Details über die Entwicklung von Labelklassen. In diesem Fall bleibt nur der Vorher/Nachher-Vergleich als Lösung oder Annahmen zur Vergangenheitsentwicklung, die aber häufig an mangelnder Empirik leiden. Vor der Einführung von Standards wird häufig auch der Zustand des Marktes ermittelt. Diese Situation ist

---

<sup>7</sup> Unter einer dynamischen Referenzentwicklung verstehen wir hier z.B. einen zeitlich veränderlichen spezifischen Verbrauch auf Grund von autonomen Entwicklungen, durch Veränderungen von Marktenergiepreisen angestoßene Entwicklungen bzw. durch vorherige Politikmaßnahmen bewirkte Veränderungen. Hiergegen ist eine statische Referenzentwicklung eine Erklärung der Veränderungen in der spezifischen Größe lediglich durch Unterschiede vor und nach dem Ergreifen einer Maßnahme.

dann die Referenz für die Bestimmung der Maßnahmenwirkung. Allerdings kann auch vor diesem Querschnittsbild eine Entwicklung eingesetzt haben, die jedoch nur gelegentlich abbildbar ist. Dies zeigt das Beispiel von Elektromotoren. Aufgrund einer freiwilligen Vereinbarung zwischen dem Motorverband CEMEP und der EU Kommission gab es bereits in der Vergangenheit ein Labelsystem (eff1-3), das nun hilfreich ist, die Motorenstandards der Ökodesignrichtlinie mit den neuen Effizienzklassen IE1-4 mit einer dynamischen Referenzentwicklung abzubilden.

Aus dieser mangelnden Empirik heraus erscheint es dann sinnvoll, auf eine statische Referenzentwicklung aufzusetzen; diese ist genauso gut möglich wie jede andere angenommene Entwicklung auch, aber einfacher zu begründen. Natürlich kann (und muss gelegentlich) auch beim rollierenden Monitoring mit Schätzungen gearbeitet werden, aber wie gesagt, so sparsam wie möglich.

Dies zeigt insgesamt die Grenzen der Bestimmung einer Referenzentwicklung und damit der Bestimmung von Maßnahmenwirkungen und deren Separierbarkeit von anderen Effekten auf. Allerdings dürfte sich durch die Erfahrungen, welche im Laufe der Zeit mit einem solchen Monitoring gewonnen werden, auch das Verständnis der einzelnen Effekte erhöhen.

Tabelle 2-1: Übersicht zur Art der Referenzentwicklung bei den verschiedenen Maßnahmen des IEKP

Nr.	Maßnahmentitel	Referenzentwicklung		Kommentare
		Vorher/ Nachher	Dyna- misch	
1	Kraft-Wärme-Kopplung	X	(X)	Die Ausbreitung der Kraft-Wärme-Kopplung ist im Wesentlichen durch politische Maßnahmen bestimmt. Daher stellt sich hier nicht die Frage einer dynamischen Referenzentwicklung. Allerdings verändert sich der konventionelle Vergleichspark, der zunehmend auch durch nicht-konventionelle erneuerbare Erzeugung bestimmt wird.
2	Erneuerbare Stromerzeugung	X	(X)	Mit Ausnahme der großen Wasserkraft sind auch Erneuerbare noch immer im Wesentlichen durch politische Maßnahmen wie das EEG bestimmt. Daher stellt sich auch hier nicht die Frage einer dynamischen Referenzentwicklung. Allerdings verändert sich die Referenzentwicklung durch die Weiterentwicklung des Kraftwerksparks (zunehmende Effizienz bzw. verminderte Emissionen des fossilen Parks; zunehmend werden Erneuerbare auch andere Erneuerbare verdrängen, daher verändert sich die zu Grunde gelegte Referenz).
3	Abscheidung, Transport und Speicherung von CO <sub>2</sub> (CCS)	X	(X)	In erster Annäherung ist der Vorher/Nachher-Vergleich zielführend da CCS-Kraftwerke nicht autonom den Markt durchdringen. Allerdings müssen der steigende Anteil erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung sowie die voranschreitende Effizienzsteigerung der Kraftwerke mit berücksichtigt werden.

Nr.	Maßnahmentitel	Referenzentwicklung		Kommentare
		Vorher/ Nachher	Dyna- misch	
4	Intelligente Messverfahren für Stromverbrauch		X	Durch Maßnahmen wie Energieeffizienz-Richtlinie, Energiekennzeichnungspflicht oder Energieeinsparverordnung kommt es bereits zu einer Reduktion des Energieverbrauchs. Dabei sind die Effekte der einzelnen Maßnahmen nicht eindeutig voneinander zu trennen.
7	Förderprogramm für Klimaschutz und Energieeffizienz (außerhalb von Gebäuden)	X	(X)	Die Berechnung erfolgt auf Anzahl vergebener Kredite oder durchgeführter Beratungen, je nach Programm. Die Referenzentwicklung spielt hier eher eine Rolle im Sinne von „Mitnahmeeffekten“ (d.h. Kredite werden vergeben für Maßnahmen, welche auch ohne Kredite durchgeführt würden). Diese werden soweit es die Daten zulassen heraus gerechnet. In diesem Fall ist die Referenzentwicklung also dynamisch.
8	Energieeffiziente Produkte	X	X	Hier kann man zwei Fälle unterscheiden: a) Nur Vorher-Nachher-Vergleich möglich, wenn vor Einführung des Standards oder der Labelklassen keine zeitliche Entwicklung der verschiedenen Standards/Klassen bzw. des spezifischen Stromverbrauchs in der Vergangenheit statistisch ermittelt wurde. In einigen Fällen kann auf Modellwerte zurückgegriffen werden, die aber nicht immer genügend Präzision aufweisen, da sie aus Einzelfällen geschätzt wurden. b) Dynamische Referenz möglich wenn zeitliche Entwicklung der verschiedenen Standards/Labelklassen bzw. des spezifischen Stromverbrauchs in der Vergangenheit statistisch ermittelt wurde und auch nach der Einführung der Maßnahme weiterläuft.

Nr.	Maßnahmentitel	Referenzentwicklung		Kommentare
		Vorher/ Nachher	Dyna- misch	
9	Einspeiseregelung für Biogas in Erdgasnetze	X		Diese Maßnahme erfolgt ausschließlich durch politische Maßnahmen bestimmt. Daher stellt sich hier nicht die Frage einer dynamischen Referenzentwicklung.
10	Energie-Einsparverordnung	X		Bei Gebäuden in der Regel Vorher/Nachher-Vergleich, da die Veränderungen durch die Standards der Energieeinsparverordnung induziert sind.
11	Betriebskosten bei Mietwohnungen	X		
12	CO <sub>2</sub> -Gebäudesanierungsprogramm	X		
13	Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur	X		
14	Erneuerbares Energien-Wärmegesetz			Der wärmeseitige Einsatz von Erneuerbaren ist in der Regel ein Vorher/Nachher-Vergleich, da die Veränderungen von der Politik induziert sind.
15	Programm zur energetischen Sanierung von Bundesliegenschaften	X		Bei Gebäuden in der Regel Vorher/Nachher-Vergleich, da die Veränderungen durch die Standards der Energieeinsparverordnung induziert sind.
16, 18 19	CO <sub>2</sub> -Strategie Pkw, Umstellung der Kfz-Steuer auf CO <sub>2</sub> -Basis, Pkw-Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung		X	Autonome Marktentwicklung z.B. durch weltmarktgetriebene Veränderungen bei den Kraftstoffpreisen. Bestimmung der dynamischen Referenz hängt stark von der betrachteten Periode ab.
17	Ausbau von Biokraftstoffen	X		Biokraftstoffe sind weitgehend politikgesteuert. Allerdings können vorherige Maßnahmen zur Förderung von Biokraftstoffen die Referenzentwicklung beeinflussen.

Nr.	Maßnahmentitel	Referenzentwicklung		Kommentare
		Vorher/ Nachher	Dyna- misch	
20	Erweiterte Lenkungswirkung der Lkw-Maut	(X)	X	Eine Vorher-Nachher-Betrachtung ist im Prinzip möglich und durch die Modelldefinition zur Schätzung von Elastizitäten angelegt. Zur Quantifizierung der Maßnahme wird diese jedoch nicht angewendet, da die Abweichung prognostizierter und tatsächlicher Verkehrsmengen auf Grund zahlreicher Einflussfaktoren zu groß ist um belastbare Aussagen über den durch die Maßnahme induzierten Anteil treffen zu können. Empfohlen wird ein dynamisches Verfahren auf der Basis von Preiselastizitäten.
21	Luftfahrt im EU EHS		X	Referenzentwicklung der spezifischen Emissionen des Luftfahrtverkehrs vor Einführung des Emissionshandels für den Luftverkehr.
23	F-Gase		X	Es werden 21 F-Gase getrennt behandelt, die anhand des Szenario III „EU-Gesetzgebung 2007“ der Studie von Schwarz u.a. (2005) als Referenzentwicklung betrachtet werden können. Allerdings wird das Basisjahr, das bei der Studie das Jahr 2003 war, auf das Jahr 2007 aktualisiert. Wenn im Einzelfall außerdem für die Referenzentwicklung zusätzlich eine Anpassung als Referenzentwicklung aus der Sicht der EU-Gesetzgebung 2007 erforderlich erscheint, wird dies korrigiert. Das Monitoring der seit 2008/9 ergriffenen oder in Zukunft denkbaren Maßnahmen wird allerdings nicht für alle 21 Gase durchgeführt, sondern exemplarisch nur für vier F-Gas-Anwendungen, die mit 11,8 Mio. t CO <sub>2eq</sub> im Jahre 2007 knapp 70 % der gesamten F-Gas-Emissionen ausmachen.

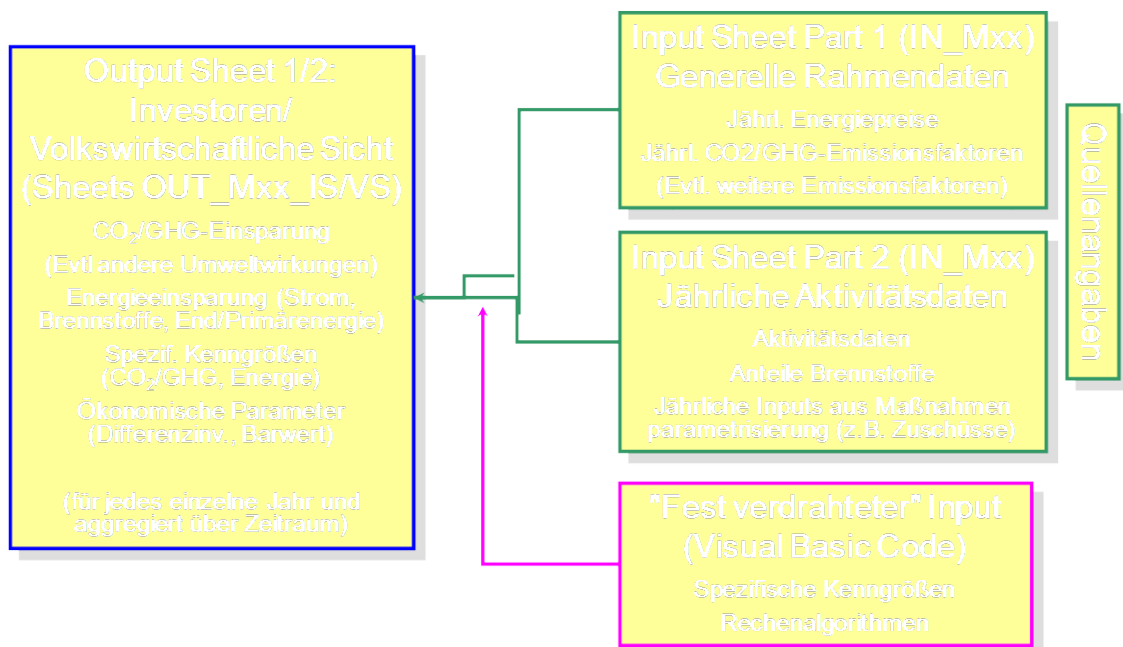
Nr.	Maßnahmentitel	Referenzentwicklung		Kommentare
		Vorher/ Nachher	Dyna- misch	
24	Beschaffung energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen	X		Es wird zunächst keine quantitative Abschätzung vorgenommen, da diese umfangreichere Datenerhebungen voraussetzen würde. Ein qualitativer stichprobenartiger Vorher/Nachher-Vergleich findet statt.
26	Elektromobilität: Forschung und Demonstration	X		Elektromobilität ist derzeit im Wesentlichen durch die Politik, d.h. die konkrete Maßnahme 26 und ihre Ausgestaltung induziert.



## 2.5 Angedachte Realisierung im Exceltool

Die Umsetzung des Monitoringkonzepts wird im Arbeitspaket 3 (AP3) als Exceltool in einer Nullversion umgesetzt werden. Die Struktur des Exceltools wird dabei ähnlich aufgebaut sein wie beschrieben in ISI/FZ Jülich/Öko-Institut/Ziesing (2008)<sup>1</sup> und soll den Vergleich mit den ex-ante Projektionen erlauben. Das Tool soll so aufgebaut sein, dass für jede abgebildete Maßnahme in der Regel die spezifischen Kenngrößen „fest verdrahtet“ sind (Abbildung 2-1), während die generellen Rahmendaten und die Aktivitätsgrößen aus den verfügbaren Quellen ggf. jährlich fortgeschrieben werden können (Input Sheets 1 und 2). Das Output Sheet fasst dann die Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen, sowie die ökonomische Bewertung zusammen.

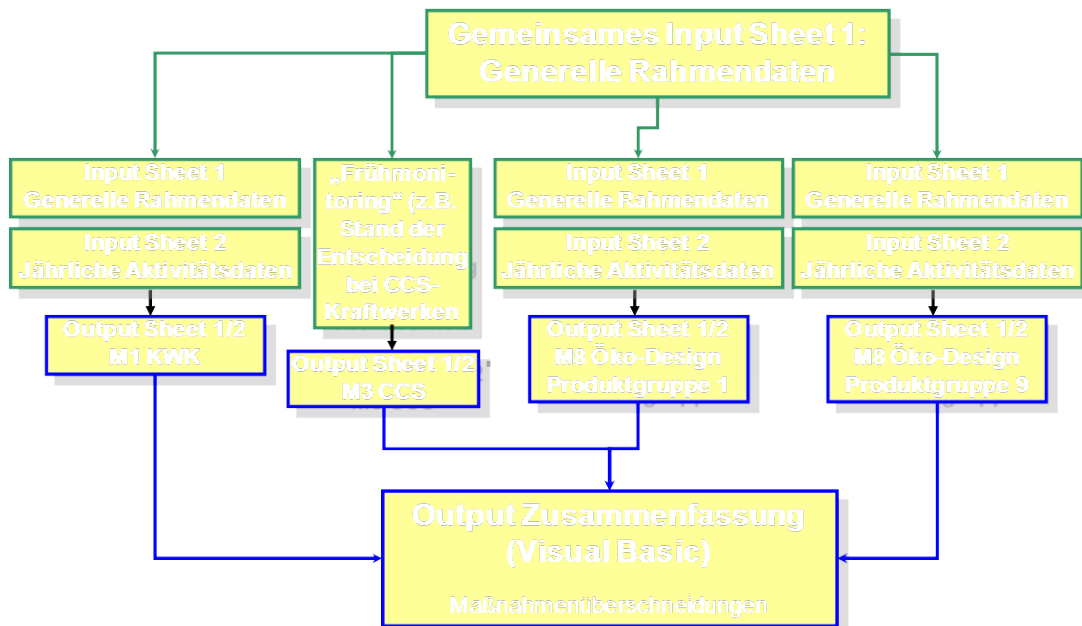
Abbildung 2-1: Input und Output-Sheet für eine Maßnahme



Im Prinzip sind für das Output Sheet zwei Varianten möglich (in der Grafik mit Output Sheet 1 und 2 bezeichnet: sie stellen die volkswirtschaftliche und die Investorenperspektive dar, welche eine höhere Gewinnerwartung einschließt um eventuelle Risiken abzudecken. Im Verlauf der Diskussion um den AP2 Bericht wurde festgelegt, dass die Hauptperspektive auf der Volkswirtschaftlichen Sicht liegen sollte. Dennoch zeigt die Grafik, dass im Prinzip im Exceltool das Umsteigen von einer Perspektive in die andere möglich ist durch anpassen der angenommenen Verzinsungsraten.

<sup>1</sup> [http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql\\_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3517](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3517)

Abbildung 2-2: Gemeinsames Output-Sheet und Zusammenfassung der Ergebnisse im Exceltool



Anmerkungen: Maßnahmen 3 (CCS) oder 26 (Elektromobilität) zum Beispiel erlauben im frühen Stadium keine Quantifizierung, sondern nur die Feststellung in welchem Stadium sich bestimmte Anlagen befinden. Der quantitative Beitrag dieser Maßnahmen zur THG Reduzierung ist in diesem frühen Stadium gering. Daher sind sie in der Grafik am Beispiel der Maßnahme 3 anders dargestellt.

Diese drei Blätter für jede Maßnahme speisen sich aus einem gemeinsamen Input Sheet mit den generellen Rahmendaten und bedienen ihrerseits eine Zusammenfassung der wichtigsten Output-Größen. Hier wird auch die Frage von Überschneidungen zu diskutieren sein. Die Berücksichtigung von Überschneidungen kann in einer Reihe von Fällen, wenn Maßnahmen auf das gleiche Ziel wirken, automatisch erfolgen, durch multiplikative Verknüpfung der Wirkungen. In anderen Fällen sind die Interaktionen komplex und können nur durch vertiefte Studien oder durch halb-quantitative Bewertungsschemata (welche Maßnahme interagiert mit welcher Maßnahme wie stark? Ist die Interaktion synergetisch oder gegenläufig?) beschrieben werden. Solche Korrekturen beruhen dann auf Expertenschätzungen der Interaktionen, die aber auf nachvollziehbaren Argumenten beruhen muss. Dieser Prozess würde den Rahmen des jetzigen Projekts sprengen ist aber in einer weiteren Ausführung des Monitorings weiter zu strukturieren.

Daneben müssen auch anders aufgebaute Monitoringblätter für Maßnahmen wie zum CCS (Maßnahme) vorhanden sein, welche erst einmal verfolgen in welchem Zustand der Entscheidung sich die Anlagen befinden („Früh-Monitoring“).

Dieses einfache Modell wird sich natürlich bei etwas komplexeren Maßnahmen wie der Lkw-Maut, welche wegen vieler Interaktionen besser in komplexeren Modellen abge-

bildet werden, nur approximativ anwenden lassen. Es wird aber zu testen sein, wie groß bei kurzfristigen Zeithorizonten von 2-3 Jahren die Abweichungen zu detaillierten Modellläufen sein werden.

Die Masken sind so aufgebaut, dass im Excel-Tool vorhandene Daten und Formeln vor versehentlichem Ändern geschützt sind und nur bestimmte Felder für Veränderungen offen sind (farbliche Kennzeichnung).

## 2.6 Kosteneffizienz der Maßnahmen des IEKP

Zur Frage der kostenmäßigen Bewertung der Maßnahmen des IEKP muss klar gelegt werden, was mit Kosten bzw. Einsparungen durch die Maßnahmen genau gemeint ist und welche Fragen im Rahmen des Monitoring beantwortet werden können.

Kosten können auf drei verschiedene Arten ausgedrückt werden und damit drei verschiedene Fragen beantwortet werden:

- i. **Wieviele Kosten für konventionelle Energieträger werden vermieden durch die IEKP Maßnahmen?** Insbesondere auch, wieviel fossile Importe werden vermieden? Diese Fragestellung berücksichtigt nicht die (Differenz)Investitionen für die Maßnahmen. Es handelt sich daher um Bruttoeinsparungen. Bei dieser Fragestellung werden Transferströme innerhalb des Landes wie Steuern auf Energie oder Preise für CO<sub>2</sub>-Zertifikate nicht berücksichtigt werden, zumindest nicht bei den vermiedenen Importen. Obwohl die Investitionen für Maßnahmen nicht eingeschlossen sind, gibt diese Größe **Hinweise auf die Investitionen, welche jährlich durch die eingesparten Energiekosten (hier einschließlich der Steuern) für Maßnahmen zur Verfügung stehen können.**
- ii. **Wie hoch sind die Nettokosten/einsparungen für den Endnutzer?** Dies sind die Kosten/Einsparungen, welche bei dem Endnutzer verbleiben nach Berücksichtigung der für Maßnahmen aufzuwendenden Investitionen und der eingesparten konventionellen Energie. Anders ausgedrückt es handelt sich hier um das Integral über die Kosten-Vermeidungskurve. Dies sind also Nettokosten/einsparungen für den Endnutzer. In diesem Zusammenhang müssen Steuern oder Preise für CO<sub>2</sub>-Zertifikate berücksichtigt werden je nach Endnutzerperspektive, d. h. ob für diesen die Energiebesteuerung ein Kostensignal darstellt oder nicht. Der Endnutzer trifft seine Entscheidung auf der Basis dieses Kostensignals. Wichtig ist noch die Frage, welche Verzinsung für das eingesetzte Kapital angesetzt wird. Die Verzinsung kann dabei die Risikoeinschätzung des Endnutzers widerspiegeln oder Barrieren für Vermeidungstechnologien ausdrücken. Dies führt ggf. zu hohen Verzinsungsraten (**Endnutzerperspektive mit Barrieren**). Sie kann aber auch davon ausgehen, dass Risiko und Barrieren durch geeignete Maßnahmen vermindert werden. Dies führt zu deutlich niedrigeren Verzinsungsraten (**Endnutzerperspektive ohne Barrieren**).
- iii. **Wie hoch sind die Nettokosten/einsparungen für die Volkswirtschaft?** Dies sind die Kosten/Einsparungen, welche bei der Volkswirtschaft verbleiben nach

Berücksichtigung der für Maßnahmen aufzuwendenden Investitionen, der eingesparten konventionellen Energie und unter Berücksichtigung von Transferströmen durch Steuern etc. Durch die Verminderung der Ausgaben für konventionelle Energieträger und durch die Investitionen werden Umschichtungen in der Volkswirtschaft ausgelöst mit Gewinnern und Verlierern und der Frage nach dem Gesamtnettogewinn oder -verlust. Diese Nettogewinne/verluste für die Volkswirtschaft dürften in der Regel niedriger liegen als bei (ii) aber viel hängt davon ab wie z.B. Investitionen getätigt werden und wie Gewinne aus eingesparter Energie in die Volkswirtschaft rezykliert werden. Für diese Fragestellungen müssen komplexe Makroökonomische Modelle eingesetzt werden wie z. B. bei Jochem et al. (2008). Im Rahmen eines regelmäßigen Monitoring mit einem vereinfachten Exceltool kann diese Fragestellung nicht beantwortet werden.

**Als Fazit ergibt sich hieraus, dass für das Monitoring im Wesentlichen die Frage (ii) nach den Nettokosten/einsparungen für den Endnutzer beantwortet werden kann, und zwar sinnvollerweise in der Endnutzerperspektive ohne Barrieren, da davon ausgegangen werden muss, dass Barrieren durch die IEKP Maßnahmen beseitigt werden bzw. dass komplementäre Maßnahmen ergriffen werden, um verbleibende Barrieren zu beseitigen, da sonst die Maßnahmenpakete nicht optimal greifen würden.**

Der Ansatz der ökonomischen Bewertung der Maßnahmen (Abbildung 2-3) schließt sich damit recht eng an den Ansatz in ISI/FZ Jülich/Öko-Institut/Ziesing (2008) und Klimainvest 2020 (Jochem et al., 2008<sup>2</sup>) an.

Abbildung 2-3: Ökonomische Bewertung

Summe Einzel-Maßnahme MXX-Name (2008 - 2030)	Summe (Barwert 2008)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Investition (Auszahlung, einmalig) [Mill. €]	-160,0	-160,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sonstige einmalige Auszahlung [Mill. €]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Einsparung (Einzahlung, jährlich) [Mill. €]	15.827,3	200,0	330,3	618,8	895,3	1.170,8	1.452,9	1.753,9	2.061,4	2.223,2	2.384,4	2.545,0	2.704,8	2.864,0	3.023,1	3.182,3	3.341,4
Sonstige jährl. Ein- und Auszahlungen [Mill. €]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Annuität der Investition [Mill. €]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kapitalwert [Mill. €]	15.196,2	185,2	301,4	576,6	840,7	1.104,6	1.368,2	1.667,5	1.966,2	2.120,3	2.274,7	2.429,3	2.584,1	2.739,2	2.893,1	3.048,2	3.203,3
THG-Einsparung [MCO2eq]	160.867,0	250,0	770,0	1.602,0	2.387,4	3.172,8	4.009,2	4.829,2	5.699,2	6.150,0	6.600,8	7.042,4	7.474,8	7.907,2	8.340,6	8.774,0	9.208,4
spezifischer Kapitalwert THG [€/MCO2eq]	94,5	740,9	391,5	359,9	352,1	349,2	345,9	345,3	345,0	344,9	344,9	344,9	344,9	344,9	344,9	344,9	344,9
Energie-Einsparung [PJ]	2.161,5	3,5	10,5	21,5	32,1	42,7	53,7	64,7	76,5	82,6	88,7	94,7	100,5	106,3	112,1	117,9	123,7
spezifischer Kapitalwert Energie [€/GJ]	7,0	52,9	28,7	28,8	26,2	25,9	25,8	25,7	25,7	25,6	25,6	25,7	25,7	25,8	26,0	26,1	26,2

Einzel-Maßnahme MXX-Name im Jahre 2008	Summe (Barwert 2008)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Investition (Auszahlung, einmalig) [Mill. €]	-160,0	-160,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sonstige einmalige Auszahlung [Mill. €]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Einsparung (Einzahlung, jährlich) [Mill. €]	1.377,9	200,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
Sonstige jährl. Ein- und Auszahlungen [Mill. €]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Annuität der Investition [Mill. €]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kapitalwert [Mill. €]	105,0	-14,0	-14,8	-14,8	-14,8	-14,8	-14,8	-14,8	-14,8	-14,8	-14,8	-14,8	-14,8	-14,8	-14,8	-14,8	-14,8
THG-Einsparung [MCO2eq]	2.214	740,9	540,9	540,9	540,9	540,9	540,9	540,9	540,9	540,9	540,9	540,9	540,9	540,9	540,9	540,9	540,9
spezifischer Kapitalwert THG [€/MCO2eq]	86,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Energie-Einsparung [PJ]	15,8	52,9	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6
spezifischer Kapitalwert Energie [€/GJ]	7,0	52,9	28,7	28,8	26,2	25,9	25,8	25,7	25,7	25,6	25,6	25,7	25,7	25,8	26,0	26,1	26,2

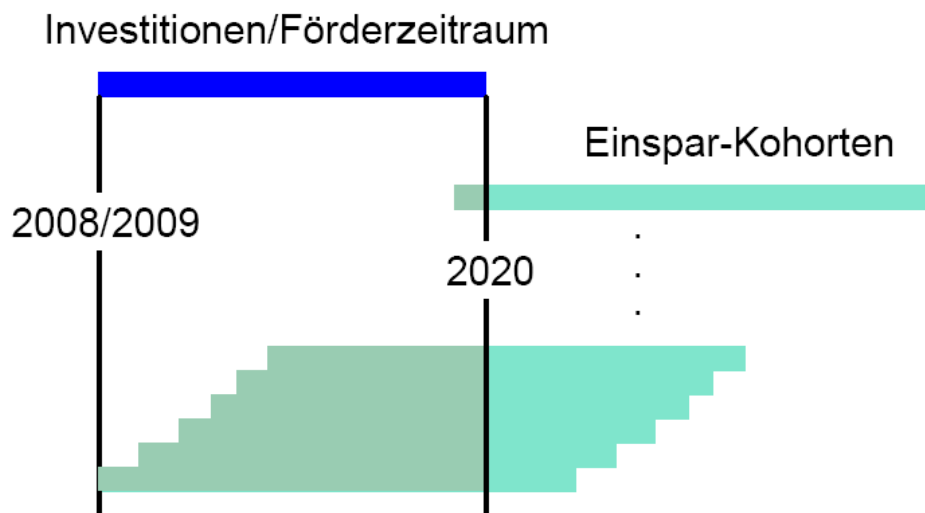
2 <http://www.klimainvest.de/download.html>

Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten bzw. Energieeinsparkosten sind der wesentliche Indikator für die ökonomische Bewertung. Es handelt sich präziser um die spezifischen Nettovermeidungskosten bzw. spez. Energieeinsparkosten bezogen auf den Kapitalwert (d. h. unter Berücksichtigung der annuisierten Investition und der eingesparten CO<sub>2</sub>/Energiekosten<sup>3</sup>. CO<sub>2</sub>-Kosten aus dem Emissionshandel sind indirekt natürlich in den Energiekosten enthalten. In der Regel handelt es sich bei den Investitionen und laufenden Kosten um Differenzkosten, d.h. im Vergleich zur einer Referenzentwicklung (z.B. bei der KWK Mehrkosten der KWK-Anlage im Vergleich zu einer konventionellen Anlage). In Einzelfällen, z.B. bei Verstärkung von Gebäudesanierungsraten muss ggf. ein Vollkostenansatz berücksichtigt werden, wenn die Maßnahmen die Reinvestitionszyklen verändern (siehe den Anhang zu Maßnahme 10).

Die Kosten werden für das Jahr 2020 und als Aggregat 2008 bis 2020 berechnet (aus letzterem können Mittelwerte berechnet werden. Die Tatsache, dass einige Investitionen auch jenseits von 2020 Wirkung haben wird dadurch berücksichtigt, dass die Investitionen annuisiert werden und ähnlich wie die Energie/CO<sub>2</sub>/GHG-Einsparungen in 2020 abgeschnitten werden (Abbildung 2-4).

Abbildung 2-4: Kohortenmodell für die ökonomische Bewertung

## Ökonomische Bewertung



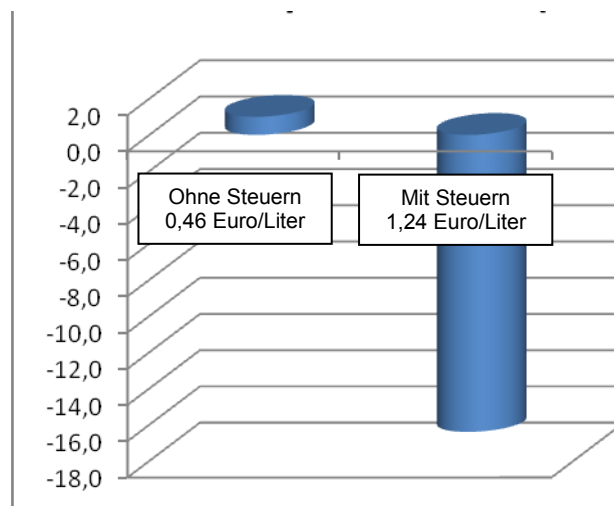
Quelle: ISI/FZ Jülich/Öko-Institut/Ziesing (2008)

<sup>3</sup> Hierzu müssen für die historischen Jahre die tatsächlichen Energiepreise angesetzt werden, allerdings in realen Preisen, d.h. bezogen auf ein bestimmtes Jahr. Dieses Bezugsjahr muss allerdings im Laufe der Zeit ggf. umbasiert werden. Die Methode der Umbasierung bleibt festzulegen. Für die Zukunft müssen Daten z.B. aus dem Politikszenerarien Rahmensatz übernommen werden.

Drei Kostenkomponenten sind noch im Detail zu diskutieren:

- **Programmkosten:** Hier handelt es sich um Kosten, welche aus der Durchführung von Maßnahmen entstehen (z.B. um die administrativen Kosten der Programmdurchführung, nicht aber um Zuschüsse zu Investitionen; diese sind hier berücksichtigt). In ISI/FZ Jülich/Öko-Institut/Ziesing (2008) konnte gezeigt werden, dass der Beitrag dieser Programmkosten gering ist.
- **Steuern:** Die oben genannte Enduserperspektive könnte nahelegen, Energiekosten ohne Steuern anzusetzen (auch für Endnutzer wie Haushalte, welche Steuern nicht durchreichen können). Das Argument wäre, dass diese eingesparten Steuern ja der Volkswirtschaft erst einmal entzogen werden und danach an anderer Stelle aber wieder ausgegeben werden. Davon abgesehen, dass diese Vorgehensweise nicht die Betrachtung mit einem makroökonomischen Modell ersetzen kann, führt dies aber auch zu irrigen Schlüssen, da das Vorhandensein der Steuern erst dazu führt, dass eine Einsparmaßnahme überhaupt rentabel wird. Dies wird besonders krass am Beispiel der Treibstoffe deutlich. Für den Endnutzer ist das Einbeziehen der Steuerersparnis wesentlich denn andernfalls würde die Investitionsentscheidung nicht getroffen. Dies zeigt das (hypothetische) Beispiel eines energieeffizienten Autos in Abbildung 2-5, einmal bewertet mit Steuern (1,24 Euro/Liter) und einmal ohne Steuern (0,46 Euro/Liter). Ohne den Einbezug der Steuern käme es zu keiner Nettoeinsparung über die Lebensdauer der Maßnahme; diese wäre nicht ökonomisch.

Abbildung 2-5: Nettoeinsparung (Euro/GJ) bei einem energieeffizienten Auto mit 2000 Euro Differenzkosten und unter Einbezug bzw. Ausschluss von Steuern



- **CO<sub>2</sub>-Kosten aus dem Emissionshandel:** Die Emissionszertifikate verteuern die Energiekosten zumindest an einer Stelle in der Kette, nämlich beim Endnutzer. Vom Industrie- bzw. Energiesektor werden die Kosten mehr oder weniger vollständig – je nach Wettbewerbskontext - durchgereicht. Ähnlich wie die Steuern sind auch die Kosten für Emissionszertifikate zunächst reine Transferkosten in der Volkswirtschaft, aber sie beeinflussen u.U. den Endnutzer, klimafreundliche Technologien zu

wählen. Von daher ist ihre Berücksichtigung wesentlich für die Frage ob Maßnahmen kosteneffizient sind oder nicht.

Für die Diskontierung werden maßnahmenspezifische Sätze zugrundegelegt, welche in ISI/FZ Jülich/Öko-Institut/Ziesing (2008) und Klimainvest 2020 (Jochem et al., 2008) bereits diskutiert werden. In AP3 werden diese maßnahmenspezifisch dargelegt. Eventuell ist diskutieren, ob Zinssätze bei längerem Zeithorizont reduziert werden sollten. Die Begründung hierfür wäre, dass bereits erfolgte Maßnahmen wie Gebäudesanierung, die sehr weit in die Zukunft reichen, nicht zu stark abgewertet werden durch die Verzinsung und damit für den Endnutzer nicht mehr ökonomisch sind.

Diese einfache ökonomische Bewertung hat ihre Grenzen, weil auf der einen Seite makroökonomische Veränderungen nicht berücksichtigt werden. Auf der anderen Seite gehen in eine umfassende Betrachtung auch weitere Kriterien ein wie z.B. bei der Lkw-Maut, die ja nicht nur aus Gründen des Klimaschutzes eingeführt wurden, sondern auch um der Stauproblematik entgegenzusteuern. Hier ist auch das Beispiel des Erneuerbaren Energiengesetzes zu nennen mit seinem Ziel der Nachhaltigkeit und Energieimportunabhängigkeit.

## Referenzen

Jochem, E., Jäger, C. u.a. (2008): Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Endbericht Potsdam, 25. Juli 2008  
<http://www.klimainvest.de/download.html>

### 3 Maßnahme 1 - Kraft-Wärme-Kopplung

#### Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?

Für das Monitoring der KWK müssen die Wirkungen nicht über die Verknüpfung von Treibern wie installierter Leistung mit spezifischen Kenngrößen berechnet werden, sondern es können direkt Outputs wie die jährlich erzeugte Strom- bzw. Wärmemenge zugrunde gelegt werden.

Für das Monitoring mit Bezug auf den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung sind zwei verschiedene Zielfunktionen zu berücksichtigen:

- den Anteil der KWK am gesamten Stromaufkommen;
- die durch den Betrieb von KWK-Anlagen vermiedenen Treibhausgasemissionen.

Die Produktionsdaten für Strom- und Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen werden (zum größten Teil) statistisch erfasst. Die orientierende Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Minderungseffekte im Gesamtsystem kann auf Grundlage des für das Monitoring der KWK-Vereinbarung erarbeiteten methodischen Ansatzes erfolgen, bei dem für die verdrängte ungekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung Standard-Emissionsfaktoren verwendet werden (Öko-Institut 2009). Auf Basis dieser Standard-Emissionsfaktoren können – ebenfalls als orientierende Schätzung – auch die Mengen der eingesparten Energieträger ermittelt werden. Sowohl die Standard-Emissionsfaktoren als auch die dazu konsistent zu ermittelnden verdrängten Brennstoffeinsätze der ungekoppelten Strom- und Wärmeversorgung können natürlich variiert werden. Angesichts der erheblichen Unsicherheiten bei der Bestimmung dieser Parameter und der Konsistenz der verschiedenen Monitoring-Verfahren (s.u.) sollte jedoch vorrangig auf die beim KWK-Monitoring verwendeten Parameter abgestellt werden.<sup>4</sup>

Investitionsgrößen für den Ausbau der KWK lassen sich aus den verfügbaren Daten (s.u.) bisher nicht ableiten, sondern könnten über die installierten Leistungen abgeschätzt werden. Hier stehen jedoch aus den verfügbaren statistischen Werken keine Angaben zur Verfügung, die nicht in erheblichem Umfang durch ergänzende Schätzungen werden müssten. Angesichts der damit verbundenen Unsicherheiten erscheint es als sinnvoller, einen KWK-Strom-bezogenen Schätzansatz zu verfolgen. Die annuitätisch umgelegten und auf die KWK-Stromerzeugung umgelegten Investitionskosten für repräsentative KWK-Anlagen könnten auf diese Weise mit den entspre-

---

<sup>4</sup> Das KWK-Monitoring stellt zumindest bisher auf vom Umweltbundesamt verwendete Emissionsfaktoren ab. Zur Konsistenzsicherung sollten die verwendeten Emissionsfaktoren jedoch jeweils mit dem UBA abgestimmt werden.



chend aufgearbeiteten Investitionskosten für die jeweilige Kohorte der verdrängten ungekoppelten Stromerzeugung verglichen werden.

### **Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

Die Entwicklung der KWK wurde bisher im Rahmen des Monitorings zur KWK-Vereinbarung verfolgt, wobei hier die verschiedenen Datenquellen (amtliche Statistiken, Fortschrittsberichte der Verbände, Zusatzerhebungen) so konsolidiert wurden, dass doppelzählungsfreie Mengengerüste entstanden.

Ob und in welcher Form das Monitoring zur KWK-Vereinbarung fortgesetzt wird, ist derzeit nicht abzusehen. Daher werden im Folgenden die verfügbaren Datenquellen beschrieben:

- In den Monatsberichten der öffentlichen Stromversorgung werden die mit Formblatt 066 erhobenen Daten zur Stromerzeugung in KWK, Wärmeerzeugung in KWK sowie Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen über das Statistische Bundesamt zeitnah berichtet.
- In den Berichten zu den Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe (Fachserie 4, Reihe 6.4 des Statistischen Bundesamtes) stehen die entsprechenden Daten für die industriellen KWK-Anlagen etwa 9 Monate nach Ablauf eines Kalenderjahres zur Verfügung.

Diese amtlich erhobenen Daten erfassen jedoch nicht die KWK-Anlagen mit einer Leistung kleiner 1 MW. Hierzu müssen ergänzende Datenquellen erschlossen werden:

- In der jährlichen BHKW-Umfrage des Öko-Instituts (bisher durchgeführt im Rahmen des Monitorings zur KWK-Vereinbarung) werden die Absatzdaten für kleine KWK-Anlagen nach Brennstoffeinsatz erhoben.
- Im Rahmen der Förderung durch das EEG und das KWKG sind Daten zur geförderten Stromerzeugung in kleinen KWK-Anlagen verfügbar.

Soweit die genannte Umfrage fortgeführt wird, können die Daten aus der BHKW-Umfrage und der EEG- bzw. KWKG-Förderung so konsolidiert werden, dass auch für KWK-Anlagen mit einer Leistung kleiner 1 MW belastbare Mengengerüste ermittelt werden können. Das Konsolidierungsverfahren im Detail ist im Monitoringbericht zur KWK-Vereinbarung beschrieben (Öko-Institut 2009).

### **Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Die Daten zur KWK-Erzeugung in der öffentlichen und der industriellen Stromerzeugung werden durch das Statistische Bundesamt erhoben und veröffentlicht. Die Durch-

führung der BHKW-Umfrage obliegt dem Öko-Institut, die entsprechende Konsolidierung wurde bisher durch den Monitorer der KWK-Vereinbarung vorgenommen (bisher Öko-Institut).

### **Welche Synergieeffekte können mit anderen Berichtspflichten (Projektionsbericht, Nationaler Inventarbericht etc.) erreicht werden?**

Grundsätzliche Synergien bestehen mit dem Monitoring zur KWK-Vereinbarung, sofern dies auf geeignete Weise weiter zeitnah durchgeführt wird. Weitere Synergien entstehen in diesem Bereich nicht.

### **Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?**

Die Erreichung der Zielvorgabe „KWK-Anteil“ kann über folgende Beziehung überprüft werden

$$A_{\text{ges}}^{\text{KWK}} = \frac{A_{\text{ÖKW}}^{\text{KWK}} + A_{\text{IKW}}^{\text{KWK}} + A_{\text{BHKW}}^{\text{KWK}}}{A_{\text{ges}}}$$

mit

$A_{\text{ges}}^{\text{KWK}}$  *gesamte KWK-Stromerzeugung in KWK-Anlagen*

$A_{\text{ÖKW}}^{\text{KWK}}$  *gesamte KWK-Stromerzeugung in öffentlichen KWK-Anlagen*

$A_{\text{IKW}}^{\text{KWK}}$  *gesamte KWK-Stromerzeugung in industriellen KWK-Anlagen*

$A_{\text{BHKW}}^{\text{KWK}}$  *gesamte KWK-Stromerzeugung in BHKW-Anlagen*

$A_{\text{ges}}$  *gesamte Nettostromerzeugung*

Die gesamten Treibhausgasminderungen durch den Einsatz von KWK können über folgende Beziehung ermittelt werden:

$$\Delta E_{\text{ges}}^{\text{KWK}} = \sum_{i=1}^n (W_i^{\text{KWK}} \cdot e_i) - (A_{\text{ges}}^{\text{KWK}} \cdot e_A^{\text{Ref}} + Q_{\text{ges}}^{\text{KWK}} \cdot e_Q^{\text{Ref}})$$

mit

$\Delta E_{\text{ges}}^{\text{KWK}}$  *gesamte Emissionsminderung der KWK-Erzeugung*

$W_i^{\text{KWK}}$  *Brennstoffeinsatz für KWK-Erzeugung nach Energieträgern*

$e_i$  *energieträgerspezifischer Emissionsfaktor*

$A_{\text{ges}}^{\text{KWK}}$  *gesamte KWK-Stromerzeugung*

$e_A^{\text{Ref}}$  *Emissionsfaktor für Referenzfall der ungekoppelten Stromerzeugung*

$Q_{\text{ges}}^{\text{KWK}}$  *gesamte KWK-Wärmeerzeugung*

$e_Q^{\text{Ref}}$  *Emissionsfaktor für Referenzfall der ungekoppelten Wärmeerzeugung*

Da die so ermittelte Treibhausgasminderung jedoch um die im Bereich der Maßnahme 2 (Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien) ermittelte Emissionsminderung bereinigt werden muss<sup>5</sup>, ist der folgende Bereinigungsverfahren notwendig:

$$\Delta E_{\text{fos}}^{\text{KWK}} = \Delta E_{\text{ges}}^{\text{KWK}} - \Delta E_{\text{reg}}^{\text{KWK}}$$

mit

$\Delta E_{\text{fos}}^{\text{KWK}}$  *bereinigte Emissionsminderung der KWK-Erzeugung*

$\Delta E_{\text{reg}}^{\text{KWK}}$  *Emissionsminderung der KWK-Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien*

So weit auf das oben skizzierte vereinfachte Verfahren zur Investitionskostenermittlung abgestellt werden soll, können die Effekte für den Brennstoffverbrauch (Primärenergieeinsparung) wie folgt ermittelt werden:

$$\Delta W_{\text{ges}}^{\text{KWK}} = \sum_{i=1}^n \left( W_i^{\text{KWK}} - \left( A_{\text{ges}}^{\text{KWK}} \cdot w_{A_i}^{\text{Ref}} + Q_{\text{ges}}^{\text{KWK}} \cdot w_{Q_i}^{\text{Ref}} \right) \right)$$

mit

$\Delta W_{\text{ges}}^{\text{KWK}}$  *gesamter Brennstoffeffekt der (zusätzlichen) KWK-Erzeugung*

$W_i^{\text{KWK}}$  *Brennstoffeinsatz für KWK-Erzeugung nach Energieträgern*

$A_{\text{ges}}^{\text{KWK}}$  *gesamte KWK-Stromerzeugung*

$w_{A_i}^{\text{Ref}}$  *spezifischer Brennstoffbedarf für den Referenzfall der ungekoppelten Stromerzeugung nach Energieträgern*

$Q_{\text{ges}}^{\text{KWK}}$  *gesamte KWK-Wärmeerzeugung*

$w_{Q_i}^{\text{Ref}}$  *spezifischer Brennstoffbedarf für den Referenzfall der ungekoppelten Wärmeerzeugung nach Energieträgern*

Die Bereinigung mit Blick auf die Maßnahme 2 (Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien) erfolgt entsprechend:

$$\Delta W_{\text{fos}}^{\text{KWK}} = \Delta W_{\text{ges}}^{\text{KWK}} - \Delta W_{\text{reg}}^{\text{KWK}}$$

mit

$\Delta W_{\text{fos}}^{\text{KWK}}$  *bereinigter Brennstoffeffekt der KWK-Erzeugung*

$\Delta W_{\text{reg}}^{\text{KWK}}$  *Brennstoffeffekt der KWK-Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien*

---

<sup>5</sup> Bei Maßnahme 2 wird nur die Stromerzeugung bewertet; für die wärmeseitige Bewertung fehlt dort die Datenbasis. Daher wird das hier eingefügte Abzugsverfahren eingeführt.

Die Netto-Investitionskosten der verstärkten Energieerzeugung in KWK können nach der oben gezeigten Beziehung wie folgt ermittelt werden:

$$\Delta K_{invest}^{KWK} = (A_{ges}^{KWK} - A_{t_0}^{KWK}) \cdot (k_{invest}^{KWK} - k_{invest}^{Ref})$$

mit

$\Delta K_{invest}^{KWK}$  *gesamter Investitionskosteneffekt der (zusätzlichen) KWK-Erzeugung*

$A_{ges}^{KWK}$  *gesamte KWK-Stromerzeugung*

$A_{t_0}^{KWK}$  *gesamte KWK-Stromerzeugung im Basisjahr (2005)*

$k_{invest}^{KWK}$  *normalisierte Investitionskosten für repräsentative KWK-Anlagen  
(bezogen auf die Stromerzeugung)*

$k_{invest}^{Ref}$  *normalisierte Investitionskosten für den Referenzfall der  
(ungekoppelten Stromerzeugung)*

Für die gezeigte Berechnungsmethode wird dabei unterstellt, dass für die verdrängte ungekoppelte Wärmeerzeugung zwar Brennstoff-, aber keine Investitionskosteneinsparungen entstehen, da wärmeseitig Anlagen zur Spitzenlastabdeckung und Reservevorhaltung vorgehalten werden müssen.

Die Gesamtkosten der ausgeweiteten Energieerzeugung in KWK können damit über die folgende Beziehung ermittelt werden:

$$\Delta K_{ges}^{KWK} = \sum_{i=1}^n (W_i^{KWK} \cdot p_i) + (A_{ges}^{KWK} - A_{t_0}^{KWK}) \cdot k_{invest}^{KWK} - (A_{ges}^{KWK} \cdot p_A^{Ref} + Q_{ges}^{KWK} \cdot p_Q^{Ref}) - (A_{t_0}^{KWK} \cdot k_{invest}^{Ref})$$

mit

$\Delta K_{ges}^{KWK}$  *gesamter Kosteneffekt der (zusätzlichen) KWK-Erzeugung*

$W_i^{KWK}$  *Brennstoffeinsatz für KWK-Erzeugung nach Energieträgern*

$p_i$  *spezifische Kosten der Energieträger*

$A_{ges}^{KWK}$  *gesamte KWK-Stromerzeugung*

$A_{t_0}^{KWK}$  *gesamte KWK-Stromerzeugung im Basisjahr (2005)*

$k_{invest}^{KWK}$  *normalisierte Investitionskosten für repräsentative KWK-Anlagen  
(bezogen auf die Stromerzeugung)*

$p_A^{Ref}$  *spezifische Brennstoffkosten des Referenzfalls der  
ungekoppelten Stromerzeugung*

$Q_{ges}^{KWK}$  *gesamte KWK-Wärmeerzeugung*

$p_Q^{Ref}$  *spezifische Brennstoffkosten des Referenzfalls der  
ungekoppelten Wärmeerzeugung*

$k_{invest}^{Ref}$  *normalisierte Investitionskosten für den Referenzfall der  
ungekoppelten Stromerzeugung*

Die Bereinigung mit Blick auf die Maßnahme 2 (Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien) erfolgt entsprechend:

$$\Delta K_{\text{fos}}^{\text{KWK}} = \Delta K_{\text{ges}}^{\text{KWK}} - \Delta K_{\text{reg}}^{\text{KWK}}$$

mit

$\Delta K_{\text{fos}}^{\text{KWK}}$  *bereinigter Kosteneffekt der (zusätzlichen) KWK-Erzeugung*

$\Delta K_{\text{reg}}^{\text{KWK}}$  *Kosteneffekt der KWK-Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien*

### **Wie können die Wirkungen der einzelnen Maßnahme zugeordnet werden, welche Überlagerungseffekte gibt es mit welchen Maßnahmen und welche Methode ist zur Bereinigung geeignet?**

Für die KWK sind (wesentliche) Überlagerungseffekte nur hinsichtlich der Treibhausgas-Minderungseffekte aus der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zu berücksichtigen, für das eigenständige KWK-Ausbauziel ist keine Überlagerung zu berücksichtigen. Die entsprechenden Daten für die KWK-Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien können aus den o.g. statistischen Basisdaten abgeleitet werden und wären bei der Ermittlung der verschiedenen Kenngrößen bzw. bei deren Aggregation auf Grundlage der o.g. Methodik entsprechend abzusetzen. Weiterhin gibt es bei der kleinen KWK Überlagerungseffekte mit der Nationalen Klimainitiative (Impulsprogramm Mini-KWK Anlagen, siehe auch Maßnahme 7), die entsprechenden Effekte sollten aber vollständig im Rahmen der Maßnahme 1 berücksichtigt werden.

### **Referenzen**

- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW); Öko-Institut (2007): Ermittlung der Potenziale für die Anwendung der Kraft-Wärme-Kopplung und der erzielbaren Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen einschließlich Bewertung der Kosten (Verstärkte Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung). UBA Climate Change 10-07, Dessau, Juli 2007.
- Öko-Institut (2009): Monitoring der Kraft-Wärme-Kopplungs-Vereinbarung vom 19. Dezember 2003 für den Teilbereich Kraft-Wärme-Kopplung. Berichtszeitraum 1998 bis 2003. Bericht für das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung (RWI), Berlin, Oktober 2009.

## 4 Maßnahme 2 - Erneuerbare Stromerzeugung

Der Bereich der erneuerbaren Energien im Stromsektor gehört zu den statistisch am besten erfassten Maßnahmen des Klimaschutzes. Das EEG schreibt in § 65 vor, dass alle vier Jahre ein Erfahrungsbericht vorgelegt werden muss. In diesem Bericht werden die Wirkungen des EEG und der Status der einzelnen Technologien umfassend analysiert. Zusätzlich veröffentlicht die „Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Statistik“ AGEE unter dem Titel „Erneuerbare Energien in Zahlen“ jährlich eine ausführliche Statistik zum Stand des Ausbaus erneuerbarer Energien (BMU, 2009). Hierzu gehört auch eine Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Einsparung durch erneuerbare Energien. In diesem Zusammenhang werden auch die CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch Biomasse KWK Anlagen den erneuerbaren Energien zugerechnet. Als weitere Datenbasis stehen der jährlich erscheinende „EEG Statistikbericht“ (Bundesnetzagentur, 2009a) und der „Monitoring Bericht“ (Bundesnetzagentur, 2009b) der Bundesnetzagentur zur Verfügung. Die Entwicklung des Repowerings der Windenergie lässt sich zusätzlich auch an den halbjährlich erscheinenden Statistiken zur Windenergie des Deutschen Windenergie Instituts (DEWI)<sup>6</sup> ablesen. Im Bereich Biomasse können ggf. Ergebnisse des Forschungsvorhabens "Monitoring der Stromerzeugung aus Biomasse" (DBFZ) für vertiefende Analysen herangezogen werden. Aufgrund dieser breiten Datenbasis erscheint ein weiteres Monitoring des Ausbaus erneuerbarer Energien nicht notwendig.

Offen blieb in der Debatte, ob ein eigenständiges Monitoring für das Gesetz zum Ausbau von Energieleitung (EnLaG) angedacht werden sollte. Der sinnvollste Weg, ein regelmäßiges Monitoring zu betreiben, wäre ähnlich wie bei den CCS Anlagen, wo nach dem Stand der geplanten Anlagen gefragt wird, die Abfrage bei den Betreibern in welchem Status sich der jeweilige Netzausbau befindet.

Wenn ein weiteres Monitoringkonzept gewünscht ist, hieße das:

- Jede Jahr werden die Übertragungsnetzbetreiber ÜNB bzw. die Bundesnetzagentur BNetzA befragt wie der Stand des Ausbaus der im EnLaG gelisteten Trassen ist, und wann mit einer Fertigstellung zu rechnen ist. Ggf. können noch die Gründe für Verzögerungen erhoben werden.
- Die Folgen einer Verzögerung lassen sich aus unserer Sicht am besten in Projekten wie dem Vorhaben III oder den DENA Netzstudien abschätzen. Der EEG-Erfahrungsbericht - Vorhaben III widmet sich ausführlich der Netzfragestellung (siehe Grafik unten). Hier sollten auch Aussagen über den Stand des Netzausbaus bzw. die Folgen von Verzögerungen möglich sein. Letztlich sind die benötigten Daten dort ein wichtiger Input-Parameter der Analysen. Nach Rücksprache mit dem Auftragnehmer ef.ruhr werden hierzu erste Ergebnisse im Sommer 2010 verfügbar sein. Inwieweit eine jährliche Aktualisierung möglich bzw. notwendig ist sollte nach

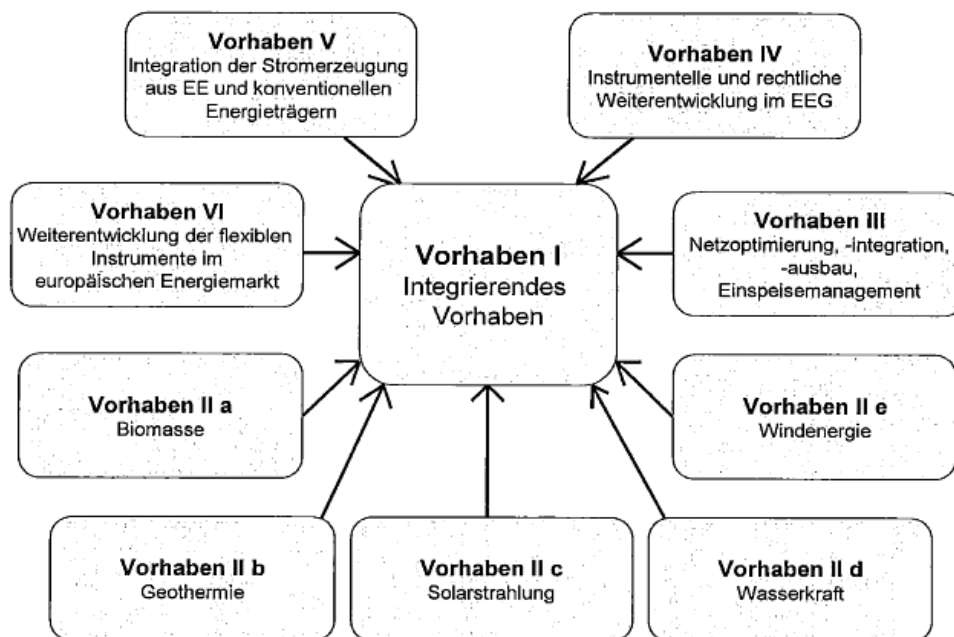
---

<sup>6</sup> <http://www.dewi.de/dewi/index.php?id=47&L=1>

Erscheinen der ersten Ergebnisse mit den Auftragnehmern des Vorhabens III diskutiert werden.

Erster Entwürfe der Forschungsvorhaben für den Erfahrungsbericht sollen Ende Oktober verfügbar sein, was bedeutet, dass erste Ergebnisse einer solchen Übersicht bereits früher vorliegen könnten und damit eventuell für den ersten Monitoringbericht verfügbar sein werden.

Abbildung 4-1: Struktur der Arbeiten am EEG-Erfahrungsbericht



## Referenzen

- BMU (2009): Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, Juni 2009.  
<http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/2720/4590/>
- Bundesnetzagentur (2009a): EEG Statistikbericht 2007. Bundesnetzagentur, Bonn, Juli 2009.  
[http://www.bundesnetzagentur.de/enid/47147945d672049ad5a0eceeefd8cc6b,0/Erneuerbare\\_Energien\\_Gesetz\\_EEG\\_Veroeffentlichung\\_von\\_Zahlen\\_zum\\_EEG\\_5u1.html](http://www.bundesnetzagentur.de/enid/47147945d672049ad5a0eceeefd8cc6b,0/Erneuerbare_Energien_Gesetz_EEG_Veroeffentlichung_von_Zahlen_zum_EEG_5u1.html)
- Bundesnetzagentur (2009b): Monitoringbericht 2009 - Entwicklung des Strom- und Gasmarkts. Bundesnetzagentur, Bonn, 2009.  
<http://www.bundesnetzagentur.de/media/archive/17368.pdf>

## **5 Maßnahme 3 - Abscheidung, Transport und Speicherung von CO<sub>2</sub> (CCS)**

Die Verzögerung bei der Verabschiedung des Gesetzesentwurfs zur Umsetzung der europäischen CCS-Richtlinie in deutsches Recht führt zu weiteren Verzögerungen bei der Erprobung von CO<sub>2</sub>-Abscheidung und –Speicherung. Sowohl der großtechnische Einsatz der Technologie im Kraftwerksbereich als auch im Speicherbereich wird kaum vor 2020 möglich sein. Der Beitrag von CCS zur CO<sub>2</sub>-Reduktion gemäß IEKP bis 2020 kann daher nur sehr begrenzt ausfallen.

Seit Juli 2010 liegt der Bundesregierung ein überarbeiteter Gesetzesentwurf zur Beratung vor (Pressemeldung BMU/BmWi, Nr. 109/10). Auch die Länder und Verbände sollen in die Diskussion mit einbezogen werden. Mit einer abschließenden parlamentarischen Entscheidung wird bis Ende 2010 gerechnet. Dann können die Kraftwerksbetreiber die vorgesehenen Projekte in einem abgesicherten Rechtsrahmen, der gleichzeitig ein hohes Schutzniveau für Mensch und Umwelt sicherstellt, weiterplanen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass durch den überarbeiteten Gesetzesentwurf zunächst nur die Erprobung und Demonstration von Speichern zugelassen wird. Im Jahr 2017 soll der Entwicklungsstand der entsprechenden Technologien umfassend evaluiert werden. Erst nach einer positiven Bewertung im Rahmen dieser Evaluation kann CCS in größerem Umfang in Deutschland eingesetzt werden. Je früher CCS in großtechnischem Maßstab betrieben werden kann, desto eher kann diese Technik bei der dringend anstehenden Erneuerung des deutschen Kraftwerksparks zu CO<sub>2</sub>-Minderungen beitragen.

Von industrieller Seite und in den Expertengesprächen wurde darauf hingewiesen, dass der deutsche Entwurf eine deutliche Verschärfung gegenüber der EU-Richtlinie darstellt. Eine zukünftige Eins-zu-eins-Umsetzung würde die CCS-Erprobungsphase beschleunigen und EU-weit gleiche Wettbewerbsbedingungen für Strom aus CCS-Kraftwerken schaffen. Im Gegensatz dazu hielten Vertreter des Bundes aus fachlichen und Rechtssicherheitsgründen eine Präzisierung der EU-Richtlinie für erforderlich. Dies geschah durch die Verabschiedung von detaillierten Leitlinien für das Monitoring der CO<sub>2</sub>-Speicherung und eine EU-weit einheitliche Kontrolle von unterirdisch gespeichertem Kohlendioxid (DET NORSKE VERITAS, 2010).

Die Verzögerung der Verabschiedung des Gesetzesentwurfs und der Realisierung von CCS-Projekten hat auch mit Akzeptanzfragen zu tun. Es hat sich herausgestellt, dass sich mit der konkreten Planung von Speichern der lokale Widerstand organisiert. Daher wird empfohlen, sehr frühzeitig die Bevölkerung über geplante Speicherung zu informieren, über Chancen und Risiken aufzuklären und einen offenen Dialog über Akzeptanzprobleme zu führen.



## Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?

- (1) Jährliche Treiber aus dem Rahmendatensatz: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für einzelne Energieträger (z. B. Braunkohle aus der Lausitz oder aus dem Rheinland)
- (2) Jährliche Treiber aus der Maßnahmenparametrisierung der Einzelmaßnahme für Kraftwerksanlagen.

Aufgrund des weiter oben erwähnten Stadiums der Erprobung der CCS-Technologie sollte das Monitoring Pilotanlagen, Demoanlagen und kommerziellen Anlagen unterscheiden.

- Name, Standort, Betreiber, KW-Laufzeit, Typ (d. h. Pilot-, Demo- oder kommerzielle Anlage)
  - Leistung der Anlage (FWL und el. Leistung), Betriebsstunden pro Jahr
  - Wirkungsgrad der Anlage (in Prozent) inkl. CO<sub>2</sub>-Speicherung
  - Stand der Anlagenrealisierung (in Planung oder bereits realisiert)
  - Jahr der Inbetriebnahme bzw. geplante Inbetriebnahme
  - abgegebene Strom - und Wärmemengen in MWh im Jahr t
  - Technologie der Abscheidung
  - Abscheidungsgrad (in Prozent)
  - Teilstrom, aus dem CO<sub>2</sub> abgeschieden wird (insb. bei Pilot- und Demo-Anlagen)
  - Ggfs. Eigenbedarf an Strom und Wärme für die Abscheidung
  - Leckagerate bei Transport, Verpressung und Speicherung des CO<sub>2</sub> (in Prozent)
- (4) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Mehrinvestitionen für ein CCS-Kraftwerk im Vergleich zu einem konventionellen Kraftwerk.
    - Investition in Mio. Euro für Bau und Inbetriebnahme
    - Jährliche Betriebskosten des Kraftwerks

Hinzu kommen die Kosten für Transport und Speicherung des abgeschiedenen CO<sub>2</sub>

- Investitionen in Mio. Euro für den Bau einer Pipeline
- Jährliche Betriebskosten der Pipeline
- Investitionen in Mio. Euro für Inbetriebnahme eines Speichers
- Jährliche Betriebskosten des Speichers (inkl. Monitoring)

Außerdem sollten als Informationen über die Speicher folgende Daten erhoben werden:

- Name, Standort, Betreiber
- Stand der Anlagenrealisierung (in Planung oder bereits realisiert)
- Speichervolumen und Menge an verpresstem CO<sub>2</sub> in Mio. t pro Jahr
- Jahr der Inbetriebnahme bzw. geplante Inbetriebnahme
- Entfernung des Speichers zum Kraftwerk (in km)

(5) Zusatzinformationen über Stand der Gesetzgebung und evtl. Hemmnisse bzw. über Akzeptanzfragen

- Stand der Gesetzgebung
- Akzeptanzprobleme
- Bei Pilot- und Demo-Anlagen: öffentliche Förderung

In der folgenden Tabelle (Tabelle 1-2) sind die zu erhebenden Daten für die Kraftwerke verkürzt zusammengefasst.

Tabelle 1-2: Erfassung der mit CCS-Technologie ausgestatteten Anlagen

Mit CCS-Technologie ausgestattete Kraftwerke in Deutschland												
	Standort	Betreiber	Betriebsstunden pro Jahr	MW <sub>el</sub> netto	MW <sub>th</sub>	ausgekoppelter Teilstrom für CO <sub>2</sub> -Abscheidung in Prozent	Abscheiderate	Inbetriebnahme im Jahr	Technologie der Abscheidung	abgeschiedenes CO <sub>2</sub> in Mio. t/a	Investitionen	
<b>P Pilotanlagen</b>												
P1	Schwarze Pumpe	Brandenburg	Vattenfall	4.500	12,9	30	20%	90%	September 2008	Oxyfuel	vorgesehen; Ketzin (Genehmigungsverfahren läuft noch)	50 Mio. Euro Investition
P2	Kraftwerk Staudinger, Block 5	Großkrotzenburg, Hessen	e.on	6.500	510	1.200	(140 m <sup>3</sup> )	>90%	August/September 2009 bis Ende 2010. Der Testbetrieb ist auf 1,5 Jahre ausgelegt.	Postcombustion	Rückführung des abgetrennten CO <sub>2</sub> ins Kraftwerk;	-
P3	Kraftwerk Wilhelmshaven	Wilhelmshaven	e.on	6.500	5,5	12	30%	90%	Ende 2010	Econamine-FC+ (Postcombustion)	nur Test-Abscheidung, kein Transport und keine Speicherung	10 Mio. Euro Investition
P4	CO <sub>2</sub> -Wäsche-Pilotanlage	Bergheim-Niederaußem	RWE	7.800	980	2.280	0,05%	90%	Juli 2009	Postcombustion	Kooperation mit RWTH Aachen und Bayer zur Herstellung hochwertiger Kunststoffe aus CO <sub>2</sub> Abscheidung von 300 kg CO <sub>2</sub> pro Stunde möglich	-
<b>D Demoanlagen</b>												
D1	Jänschwalde	Brandenburg	Vattenfall	7.700	213	600	100%	92%	Baubeginn: 2011 Inbetriebnahme: 2015	250 MW Oxyfuel (Neubau) äquiv. 50 MW PCC (Retrofit)	Beeskow, Neutreppin (Standort muss noch erkundet werden), Transport per Pipeline;	1,7 Mrd. Euro Investition
D2	Goldenberg	Hürth b. Köln	RWE	-	450	-	-	-	Projekt Ende 2009 gestoppt	IGCC	Widerstand in der Bevölkerung gegen die Speicherung	-
<b>K Kommerzielle Großkraftwerke</b>												
K1	NF Jänschwalde		Vattenfall	7.500	1.000	-	-	-	unklar	Postcombustion	-	-
K2	Kraftwerk "Wilhelmshaven" (Technologie 50+)	Wilhelmshaven	e.on	-	800	-	-	-	Projekt 2010 gestoppt	Postcombustion	-	-
<b>Z Zusatzinformationen</b>												
Z1	Stand der Gesetzgebung	Juli 2010	Eckpunkte des gemeinsamen Gesetzentwurfs zur Demonstration und Anwendung von Technologien zur Abscheidung, zum Transport und zur dauerhaften Speicherung von Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ) vom BMWi vorgelegt. Verabschiedung bis Ende 2010 geplant.									
Z2	Eckpunkte des Gesetzesentwurfs		Beschränkung der Speicherung auf die Erprobung und Demonstration: Speicher nur, wenn Zulassung bis Ende 2015 beantragt. Jährliche Speichermenge < 3 Mio. t/Speicher und bundesweit < 8 Mio. t CO <sub>2</sub> . Evaluierung des Gesetzes in 2017. Bei positivem Ergebnis kann CCS in größerem Umfang in Deutschland genutzt werden. Höchster Vorsorgestandard gegen Beeinträchtigungen von Mensch und Umwelt. Ansparrung des Nachsorgebeitrages von der ersten gespeicherten Tonne CO <sub>2</sub> an. Nutzungskonkurrenz wird Rechnung getragen. Besserer Schutz für Grundstückseigentümer. Finanzieller Ausgleich für betroffene Gemeinden.									
Z3	Europäische Gesetzgebung	Juni 2010	Die Europäische Kommission hat am 08. Juni 2010 detaillierte Leitlinien für das Monitoring und die EU-weit einheitliche Kontrolle von geologisch gespeicherten CO <sub>2</sub> -Emissionen verabschiedet.									
Z4	Akzeptanz	März 2010	Aufgrund von Akzeptanzproblemen in Schleswig-Holstein hat RWE seinen Plan zur Speicherung von CO <sub>2</sub> aufgegeben.									
Z5	Akzeptanz	April 2010	Beeskow: Mit der Aussage von Brandenburgs Wirtschaftsminister Ralf Christoffers, dass es gegen „den Willen der Grundstückseigentümer und unter Polizeigewalt“ keine geologischen Untersuchungen in der Region geben werde, hätten die „Gegner der CCS-Technologie“ zumindest einen „Teilsieg“ errungen, kommentieren die Potsdamer Neuesten Nachrichten.									

In Deutschland sind derzeit drei Pilotanlagen in Betrieb, eine weitere soll bis Ende 2010 dazu kommen. Im Schnitt dauert eine Piloterprobung drei bis fünf Jahre. In keinem der vier Pilotprojekte wird bisher das abgeschiedene CO<sub>2</sub> gespeichert. Es wird entweder in die Atmosphäre entlassen oder dem Kraftwerksprozess zurückgeführt. Von den zwei geplanten Demoanlagen wird nur eine realisiert: Das Projekt Hürth bei Köln wurde aufgrund von Akzeptanzproblemen bei der Speicherung gestoppt. Jänschwalde soll ab 2011 gebaut werden.

Mit einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen kann daher erst ab Inbetriebnahme einer Demonstrationsanlage gerechnet werden.

An CO<sub>2</sub>-Speichern gibt es derzeit in Deutschland den Standort Ketzin, der im Rahmen des EU-Projektes „CO<sub>2</sub>sink“ von 2008 bis 2010 jährlich ca. 30.000 t CO<sub>2</sub> aufnehmen soll. Von der ersten Verpressung im Juni 2008 bis zum 11. April 2010 wurden insgesamt 33.288 t CO<sub>2</sub> injiziert. Weitere geplante Speicherprojekte gibt es in Sachsen-Anhalt (Altmark) und in Brandenburg (Beeskow, Neutrebbin). Die CO<sub>2</sub>-Speicherung in Schleswig-Holstein wird aufgrund von zu großem Widerstand aus der Bevölkerung nicht realisiert.

### **Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

#### **Daten zu den Anlagen:**

Die entsprechenden Daten zu den Kraftwerksvorhaben können beispielsweise im Rahmen der Anträge auf immissionsschutzrechtliche Genehmigung von Kraftwerken erfasst werden. Hierzu ist eine Zusammenarbeit mit den jeweiligen Bundesländern erforderlich, da deren Vollzugsbehörden für die Genehmigung zuständig sind.

#### **Daten zu den Speichern:**

Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) verfügen über die entsprechenden Daten zu Speicher, Speicherorten, Speicherkapazitäten, Genehmigungen und den Mengenangaben des verpressten CO<sub>2</sub>. Die zuständigen Behörden der Länder sollen laut Gesetzesentwurf bei der Datenerfassung zu den Speichern der BGR zuarbeiten (Gesetzesentwurf Deutschland, 2009, §5 ff).

#### **Zusatzinformationen:**

**Stand der Gesetzgebung:** Bis die Technologie marktreif ist und die gesetzlichen Rahmenbedingungen wie Genehmigung der Speicher oder Haftungsfragen geklärt sind, könnte der Stand der Gesetzgebung in regelmäßigem Turnus bei den zuständigen Ministerien des Bundes abgefragt werden.

Falls einzelne Datenpunkte nicht verfügbar sind, muss auf Vergleichswerte ähnlicher Anlagen oder wissenschaftliche fundierte Annahmen zurückgegriffen werden (z. B. UBA 2009, Politikszenerarien V).

### **Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Die Daten über die Kraftwerke werden mit der Genehmigung im Rahmen der Bundesimmissionsschutzverordnung (BlmschV) an eine Monitoringstelle oder ein dafür beauftragtes Forschungsinstitut weitergeleitet. Da es keine rechtliche Grundlage für eine

Verpflichtung der Länder gibt, die BImSchG-Genehmigungen an den Bund, also an die für ein Monitoring beauftragte Einrichtung, zu übermitteln, ist hier eine Übereinkunft zwischen Bund und Ländern nötig.

Die Daten über die Speicher werden von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) erfasst<sup>7</sup> und aktualisiert. Diese Angaben können in ein Monitoring übernommen werden.

### **Welche Synergieeffekte können mit anderen Berichtspflichten (Projektionsbericht, Nationaler Inventarbericht etc.) erreicht werden?**

Synergien gibt es mit dem Projektionsbericht über konventionelle Kraftwerke und CCS-Kraftwerke. Sobald es CO<sub>2</sub>-Abscheidung im nennenswerten Umfang gibt, ist dies auch im nationalen Inventarbericht angemessen zu spiegeln, ebenso im ZSE, dem Zentralen System Emissionen, der Datenbank des UBA, auf deren Grundlage der Inventarbericht datenseitig beruht. Dann sollte man versuchen, Synergieeffekte zu nutzen.

Des Weiteren sind die EU- Mitgliedsländer laut Artikel 27 der EU-RL (Amtsblatt der Europäischen Union, 2009) verpflichtet, alle drei Jahre einen Bericht über die Durchführung dieser Richtlinie an die Kommission zu übergeben. Der erste Bericht dazu ist zum 30.06.2011 fällig.

### **Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?**

Die Berechnung für die Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch CCS erfolgt unter Berücksichtigung der Tatsache, dass ein CCS Kraftwerk zunächst zu Mehremissionen führt (aufgrund des für die CO<sub>2</sub>-Abscheidung zusätzlich benötigten Energieeinsatzes und des daraus resultierenden niedrigeren Kraftwerk-Wirkungsgrades) und daher ein Vergleich mit einem modernen Kraftwerk ohne CCS durchgeführt werden muss:

$$\text{CO}_2\text{-KW}_{\text{konvent.t}} = \sum_i [(\text{MWhKW}_i / \text{Eta}_{\text{Vergleich}}) * \text{EmissionsF}_i]$$

$$\text{CO}_2\text{-KW}_{\text{CCS t}} = \sum_i [(\text{MWhKW}_i / \text{Eta}_{\text{Abscheidung}}) * \text{EmissionsF}_i]$$

$$\text{CO}_2 \text{ Speich t} = \sum_i [(\text{MWhKW}_i / \text{Eta}_{\text{Abscheidung}}) * \text{EmissionsF}_i * \text{AbscheidungsF}_i * (1 - \text{LeckageF})]$$

$$\text{CO}_2\text{-Einsparung} = \text{CO}_2\text{-KW}_{\text{konvent.t}} - (\text{CO}_2\text{-KW}_{\text{CCS t}} - \text{CO}_2 \text{ Speich t})$$

<sup>7</sup> [http://www.bgr.bund.de/cln\\_162/nn\\_329330/DE/Themen/Geotechnik/CO2-Speicherung/Projekte/projekte\\_\\_node.html?\\_\\_nnn=true](http://www.bgr.bund.de/cln_162/nn_329330/DE/Themen/Geotechnik/CO2-Speicherung/Projekte/projekte__node.html?__nnn=true)

Die vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen (in der Formel: CO<sub>2</sub>-Einsparung) errechnet sich aus den CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Anlage ohne CO<sub>2</sub>-Abscheidung minus der Restemissionen von CO<sub>2</sub>, die aus der Anlage mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung noch in die Atmosphäre gelangen.

Mit:

MWh <sub>KW</sub> =	produzierte MWh pro Kraftwerk (Nettoproduktion) im Jahr t
Eta <sub>Vergleich</sub> =	Nettowirkungsgrad des Vergleichskraftwerks (ohne Berücksichtigung des Mehrverbrauchs durch die CO <sub>2</sub> -Abscheidung)
Eta <sub>Abscheidung</sub> =	Nettowirkungsgrad des Kraftwerks (unter Berücksichtigung des Mehrverbrauchs durch die CO <sub>2</sub> -Abscheidung)
EmissionsF =	Emissionsfaktor für den eingesetzten Brennstoff des Kraftwerks i
AbscheidungsF =	Abscheidungsfaktor für die jeweilige Abscheidungstechnologie des Kraftwerks i
LeckageF =	Leckagefaktor: Leckagerate bis zur Verpressung im Speicher. Da empirische Daten hierzu nicht vorliegen, wird in einer Beispielrechnung die Leckagefaktor auf 0 gesetzt.
t =	Jahr t
i =	Kraftwerk i

**Die jährlichen Mehrkosten werden wie folgt berechnet:**

$$\text{Jährliche Kosten} = (\text{InvKW}_a - \text{InvKW}_{a, \text{Vergleich}}) + \text{InvPi}_a + \text{InvSp}_a + (\text{BKKW} - \text{BKKW}_{\text{Vergleich}}) + \text{BKPi} + \text{BKSp}$$

Mit:

InvKW<sub>a</sub> / InvKW<sub>a, Vergleich</sub> = Bau, Inbetriebnahme, annuisiert (Kraftwerk mit CCS und konventionelles Vergleichskraftwerk)

InvPi<sub>a</sub> = Bau der CO<sub>2</sub>-Pipeline, annuisiert

InvSP<sub>a</sub> = Einrichtung des CO<sub>2</sub>-Speichers, annuisiert

BKKW / BKKW<sub>Vergleich</sub> = jährliche Betriebskosten des Kraftwerks (Kraftwerk mit CCS und konventionelles Vergleichskraftwerk)

BKPi = jährliche Betriebskosten der Pipeline

BKSp = jährliche Betriebskosten des Speichers

**Berechnung der annuisierten Investitionen:**

$$\text{Inv}_a = \text{Inv} * \frac{(1 + z)^n * z}{(1 + z)^n - 1}$$

z = kalkulatorischer Zinssatz

n = Nutzungsdauer

Inv<sub>a</sub> = annuisierte Investition

Inv = Investition

Die Mehrkosten müssen durch den Vergleich mit einer Referenzanlage ermittelt werden (Mehrinvestition bei Kraftwerk und Speicher, erhöhter Brennstoffeinsatz durch Wirkungsgradverlust, Energieeinsatz für Speicherung und Transport etc.).

Nicht eingerechnet werden die Transaktionskosten (z. B. Erkundungsuntersuchung für geeignete Speicherstandorte etc.).

**Wie können die Wirkungen der einzelnen Maßnahme zugeordnet werden, welche Überlagerungseffekte gibt es mit welchen Maßnahmen und welche Methode ist zur Bereinigung geeignet?**

Die Wirkung des Entfernens des CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre durch die CCS-Technologien kann direkt dieser Maßnahme zugeordnet werden. Zu berücksichtigen ist ein erhöhter Energieeinsatz, der für die Abscheidung benötigt wird und zu einem niedrigeren Wirkungsgrad der Gesamtanlage führt.

**Referenzen**

Amtsblatt der Europäischen Union (2009): Richtlinie 2009/31/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. April 2009 über die geologische Speicherung von Kohlendioxid und zur Änderung der Richtlinie 85/337/EWG des Rates sowie der Richtlinien 2000/60/EG, 2001/80/EG, 2004/35/EG, 2006/12/EG und 2008/1/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates sowie der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006.

Becker, R., Boehring, A., Charisse, T., Frauenstein, J., Gagelmann, F., Ginzky, H., Hummel, H.J., Karschunke, K., Lipsius, K., Lohse, C., Marty, M., Müschen, K., Schäfer, L., Sternkopf, R. (2009): CCS – Rahmenbedingungen des Umweltschutzes für eine sich entwickelnde Technik, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Mai 2009

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, [www.bgr.bund.de](http://www.bgr.bund.de)

DET NORSE VERITAS (DNV) (2010): CO<sub>2</sub>Qualstore – Guideline for Selection and Qualification of Sites and Projects for Geological Storage of CO<sub>2</sub>, DNV Report No. 2009-1425

Fischedick, M., Esken, A., Luhmann, H.-J., Schwüer, Dietmar, Supersberger, N. (2007): Geologische CO<sub>2</sub>-Speicherung als klimapolitische Handlungsoption (Technologien, Konzepte, Perspektiven), Wuppertal Spezial 35, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

- Fischedick, M., Cremer, C., Gruber, E., Idrissova, F., Radgen, P., Roser, A., Schnepf, N. et al. (2008): Sozioökonomische Begleitforschung zur gesellschaftlichen Akzeptanz von Carbon Capture and Storage (CCS) auf nationaler und internationaler Ebene, Gemeinschaftsprojekt des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie, des Forschungszentrums Jülich, der BSR Sustainability GmbH und des Fraunhofer Instituts für System und Innovationsforschung (ISI) Gaßner, Hartmut, 2009 Geothermieverband: Gesetzentwurf zur CO<sub>2</sub>-Speicherung blockiert Geothermienutzung, <http://www.iwr.de/re/iwr/09/04/0103.html>
- Geotechnologien, Science Report (2007): 1. French-German Symposium on Geological Storage von CO<sub>2</sub>, June, 21./22., 2007, GeoForschungsZentrum Potsdam
- German Watch (2009): CO<sub>2</sub>-Abscheidung und –Lagerung in Deutschland, April 2009
- Gesetzesentwurf Deutschland (2009): Gesetz zur Regelung von Abscheidung, Transport und dauerhafter Speicherung von Kohlendioxid in der vom Bundeskabinett am 1. April 2009 beschlossenen Fassung
- Grünwald, Reinhard (2009): CO<sub>2</sub>-Abscheidung und –Lagerung im Überblick. Technik, Potenziale, Risiken, Kosten und Regulierung, in: GAIA 18/3 (2009), S. 211 – 220.
- Fischedick, Manfred (2009): CO<sub>2</sub> speichern? In: innovation & energie 3\_2009
- Jochem, E., Jäger, C. u.a. (2008): Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Endbericht Potsdam, 25. Juli 2008
- Klocek, Gert (Vattenfall) (2009): Braunkohlenplanung aus Sicht der Wirtschaft. Regionalplanertag Sachsen in Leipzig, 23./24.04.2009.
- Öko-Institut, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Forschungszentrum Jülich, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (FhG-ISI), Dr. Ziesing (2009): Projektionsbericht 2009 gemäß Entscheidung 280/2004/EG auf Basis des Endberichts des Projekts Politiksznarien V. Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FKZ 306 16 025 für das Umweltbundesamt (UBA), Berlin.
- Paschen, H., Oertel, D., Grünwald, R. (2003): Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland, TAB Arbeitsbericht Nr. 84
- Pressemeldung BMU/BmWi (2010): Brüderle und Röttgen: CCS-Gesetz wichtiger Schritt für eine Zukunftstechnologie, gemeinsame Pressemeldung von BMU/BmWi, 14.07.2010
- Prognos (2009): Ökonomische Effekte der Einführung von CCS in der Stromerzeugung, Basel, 17. Februar 2009
- UBA Umweltbundesamt: Blohm, M.; et.al. (2006): Technische Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> – nur eine Übergangslösung. Positionspapier des Umweltbundesamtes zu möglichen Auswirkungen, Potenzialen und Anforderungen, Climate Change 04/06, Dessau.
- UBA Umweltbundesamt: Matthes, F., et al. (2009): Politiksznarien für den Klimaschutz V – auf dem Weg zum Strukturwandel. Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030, Climate Change 16/09, Dessau
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2006): Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten, Berlin 2006.
- Zusammenfassung des TAB-Arbeitsberichtes Nr. 120 (2007) – CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Lagerung bei Kraftwerken



## 6 **Maßnahme 4 - Intelligente Messverfahren für Stromverbrauch**

Der Einsatz von Smart Metern ist sowohl für den privaten Bereich als auch für den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) vorgesehen. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass sich die Situation in Deutschland mit etwa 900 Netzbetreibern relativ komplex darstellt. Obwohl die Bestrebungen zu einer Standardisierung laufen, besteht noch kein einheitlicher Gerätestandard. Dabei wird an einem offenen Standard über ein MUC-Gerät (Multi Utility Communication) gearbeitet. Bei der Übertragung der Daten sollen möglichst viele Varianten (Mbus Funk und drahtgebunden, GPRS, etc.) vorgesehen werden.

Die Energieeinsparung durch Smart Meter hängt sowohl vom Feedback-System als auch vom Nutzerverhalten ab. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass der Stromverbrauch für den Betrieb der Messgeräte und insbesondere für die daran anschließende Datenverarbeitungsinfrastruktur je nach Ausprägung unterschiedlich hoch ausfallen kann. Auch hierzu gibt es noch wenig prognostizierbare Zahlen.

Da aufgrund von fehlenden Erfahrungen keine belastbaren Zahlen zur Energieeinsparung in Deutschland vorliegen, wird vorgeschlagen, im Monitoring-Konzept die Anzahl der installierten Geräte zu verfolgen. Damit wird dem IEKP-Unterziel „die zügige Verbreitung von neuen Technologien im liberalisierten Strom-Messwesen“ voranzubringen, Rechnung getragen. Sobald aus laufenden Feldversuchen Zahlen zu Einsparpotenzialen vorliegen, können diese in das Monitoring-Konzept integriert werden.

Es wird empfohlen, die in AP 1 identifizierten Hemmnisse zur Einführung von Smart Meter-Systemen möglichst rasch zu beseitigen. Dazu gehören Maßnahmen zur Sicherung des Datenschutzes genauso wie technische Vorgaben zu den Systemen und der Datenübertragung und -verarbeitung. Auch der Wissenstand in der Bevölkerung über Smart Meter und den sich daraus ergebenden Möglichkeiten ist noch sehr niedrig. Dieser Umstand kann ebenfalls für eine rasche Verbreitung hinderlich sein.

### **Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?**

Für eine erste Annäherung an die Einsparpotenziale genügt es, die Anzahl der installierten Zähler zu erfassen.

- (1) Jährliche Treiber aus dem Rahmendatensatz: Anzahl der bundesdeutschen Haushalte und durchschnittlicher Stromverbrauch (bzw. gegebenenfalls Gas-, Wasser, Wärmeverbrauch) pro Haushalt bzw. pro GHD-Sektor sowie Anzahl der Erwerbstätigen in den einzelnen GHD-Sektoren.
- (2) Jährliche Treiber aus der Maßnahmenparametrisierung der Einzelmaßnahme:

Anzahl der installierten Smart Meter. Obwohl die Systeme multispartenfähig sind, liegt der Fokus zunächst auf Strom, der Ansatz ließe sich aber auch auf den Gas-, Wasser- und Wärmeverbrauch übertragen. Zu unterscheiden sind dabei die in privaten Haushalten und im GHD-Sektor installierten Geräte. Aufgrund der heterogenen Struktur der in diesem Sektor zusammengefassten Energieverbraucher, die sowohl öffentliche und private Dienstleistungsbereiche als auch die Landwirtschaft, das Baugewerbe und industrielle Kleinbetriebe umfassen, könnte für eine differenziertere Ermittlung der Einsparungen eine weitere Aufteilung nach wichtigen Verbrauchergruppen sinnvoll sein.

- (3) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Energieeinsparung:
  - Durch Smart Meter eingesparter Strom (und gegebenenfalls Gas, Wasser, Wärme) in Prozent pro Haushalt. Dieser Wert kann erst ermittelt werden, wenn zusätzliche Erfahrungen zur Ausgestaltung des Feedbacksystems und zum Nutzerverhalten vorliegen. Als erste Annäherung wird hier von 5 % ausgegangen (siehe AP1).
  - Eigenstromverbrauch des Gerätes und der dahinterliegenden Infrastruktur und Datenverarbeitung
- (4) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der CO<sub>2</sub>/THG-Einsparung:
  - Emissionsfaktor(en) für eingesparten Strom (Gas)
- (5) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Investitionen:
  - Kosten für das Smart-Meter-Gerät
  - Installation und Inbetriebnahme
  - Jährliche Betriebskosten pro Zähler und Jahr
  - Prozesskosteneinsparung im Betrieb durch Smart Meter (z. B. Ablesung, Plausibilisierung der Daten, Rechnungskorrektur, Sperrung und Entsperrung, Inkasso, Verluste aus Forderungsausfall, Mehr- / Mindermengenabrechnung, Leerstandsüberwachung, Zählerprüfung)
- (6) Zusatzinformationen
  - Anzahl der Anbieter auf dem Markt
  - Durchschnittliche Anzahl an Tarifen pro Anbieter
  - Stand der Standardisierung
  - Aktuelle Gesetzgebung

**Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden? Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Das BMU müsste mit dem BMWi klären, inwieweit es der Bundesnetzagentur als Regulierungsbehörde möglich ist, jährlich die Anzahl der installierten Zähler zu erfassen und an eine Monitoringstelle oder ein für das Monitoring beauftragtes Forschungsinstitut weiterleiten.

Falls einzelne Datenpunkte nicht verfügbar sind, muss auf Daten aus den derzeit öffentlich geförderten Feldversuchen bzw. auf bereits publizierte Zahlenwerte zurückgegriffen werden (z. B. zur Prozesskosteneinsparung oder zu Installation und Betrieb der intelligenten Zählersysteme).

Die Zusatzinformationen müsste eine für das Monitoring beauftragte Forschungseinrichtung zum gegebenen Zeitpunkt erheben.

Der als Vergleichsgröße benötigte Strom- und gegebenenfalls Gasverbrauch pro Haushalt kann auf jährlicher Basis aus der nationalen Energiebilanz (AGEB 2009) bzw. der Bevölkerungsstatistik des Statistischen Bundesamtes (2009a) entnommen werden. Das gleiche gilt für den Energieverbrauch des GHD-Sektors, wobei bei einer Differenzierung einzelner Verbrauchergruppen, die in der Energiebilanz nicht ausgewiesen werden, auf die Ergebnisse der regelmäßig im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie durchgeführten Verbrauchserhebungen zurückgegriffen werden muss (Fraunhofer ISI/IfE-TUM/GfK 2009). Die Zahl der Erwerbstätigen ist weitgehend aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (Statistisches Bundesamt 2009b) verfügbar.

**Welche Synergieeffekte können mit anderen Berichtspflichten (Projektionsbericht, Nationaler Inventarbericht etc.) erreicht werden?**

Bisher ergeben sich keine Synergieeffekte mit anderen Berichtspflichten.

**Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?**

Da momentan in Deutschland einige Feldstudien<sup>8</sup> zur Smart-Meter-Technologie laufen, werden in absehbarer Zeit Ergebnisse zur tatsächlichen erzielbaren Energieeinsparung vorliegen. So können die weiter oben getroffenen Annahmen zur Energieeinsparung

---

<sup>8</sup> Zu nennen wären hier unter anderem die Aktivitäten von Yellow, MVV (Smart Metering Projekt und Modellstadt Mannheim), RWE (Mülheim zählt) oder das BMBF-Projekt Intelliekon.

aufgrund vorliegender empirischer Ergebnisse aus den Feldstudien jährlich angepasst bzw. ex-post korrigiert werden.

### **Berechnung der Einspareffekte und Investitionen durch Smart-Meter:**

$$\text{EnergieeinsparungStrom} = n_{\text{SM}} * x \% * \text{BDStromHH}$$

$$\text{EnergieeinsparungGas} = n_{\text{SM}} * y \% * \text{BDGasHH}$$

$n_{\text{SM}}$  Anzahl Smart-Meter

BDStromHH: Bundesdurchschnittlicher Stromverbrauch eines Haushaltes

BDGasHH: Bundesdurchschnittlicher Gasverbrauch eines Haushaltes

x/y %: Prozentsatz variiert entsprechend der derzeit laufenden Feldversuche

Die Berechnung für den GHD-Sektor, gegebenenfalls noch differenziert nach einzelnen Verbrauchergruppen, erfolgt entsprechend abgestimmt auf die Charakteristika der GHD-Sektoren.

Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Einsparung erfolgt mithilfe des durchschnittlichen bundesdeutschen Strommix und der üblichen Emissionsfaktoren für die verschiedenen Energieträger.

Die Berechnung der Investitionen erfolgt über die Zahl der installierten Geräte und die Geräte- und Installationskosten.

### **Wie können die Wirkungen der einzelnen Maßnahme zugeordnet werden, welche Überlagerungseffekte gibt es mit welchen Maßnahmen und welche Methode ist zur Bereinigung geeignet?**

Die Prognosen zur Entwicklung des Stromverbrauchs elektrischer Geräte in privaten Haushalten weisen derzeit noch einen leicht steigenden Trend auf. Dieser ist vor allem auf eine höhere Geräteausstattung und intensivere Gerätenutzung im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) zurückzuführen. Aufgrund verschiedener weiterer Maßnahmen (insbesondere Maßnahme 8: Energieeffiziente Produkte) ist aber, wenn diese voll wirksam werden, mittelfristig von einem Rückgang des Stromverbrauchs privater Haushalte auch im Gerätebereich auszugehen (Öko-Institut et al. 2009). Dies reduziert die Wirkung der Smart Meter und muss durch entsprechende Rückkopplungen berücksichtigt werden. Ein weiterhin steigender Stromverbrauch würde die Einsparwirkungen durch die Smart Meter tendenziell erhöhen. Im GHD-Sektor ist ebenfalls eher von einem Rückgang des Stromverbrauchs auszugehen (Öko-Institut et al. 2009), der sowohl bedingt ist durch technologischen Fortschritt und den vermehr-

ten Einsatz der Smart Meter-Technologie selbst als auch durch weitere Maßnahmen des IEKP (insbesondere durch die Maßnahmen 7 und 8). Auch hier sind daher bei der Abschätzung der Maßnahmenwirkungen entsprechende Rückkopplungen vorzusehen.

Die Prognosen zur Entwicklung des Stromverbrauchs in Haushalten weisen derzeit noch einen leicht steigenden Trend auf. Dieser ist unter anderem auf eine höhere Geräteausstattung zurückzuführen. Steigender Stromverbrauch würde entsprechend zu mehr Einsparungen durch die Smart Meter führen. Die unterschiedlichen Entwicklungen zum Stromverbrauch (Reduktion durch energieeffizientere Geräte oder Visualisierung des Stromverbrauchs durch Smart Meter oder Erhöhung durch höhere Geräteausstattung) können dabei nicht einer einzelnen Maßnahme, zum Beispiel Maßnahme 4 oder Maßnahme 8, zugeordnet werden.

Im Zusammenhang mit der Smart-Meter-Technologie ist generell darauf hinzuweisen, dass die Einsparpotenziale im Bereich der Raumwärme und Warmwasserbereitstellung höher einzustufen sind als für den Stromverbrauch elektrischer Geräte und Anwendungen.

Der umfassende Einsatz von Smart Metern ermöglicht auf Angebotsseite ein verbessertes Lastmanagement, das zur Vermeidung von Lastspitzen genutzt werden kann. Dies führt allerdings nicht zwangsläufig zu einer Verminderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen.

## Referenzen

- AGEB (2009): Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland 1990-2007 und Auswertungstabellen 1990-2008. 28. Oktober 2009. DIW Berlin, EEFA, Köln. Online: <http://www.ag-energiebilanzen.de>
- Bundesnetzagentur (2010), Bericht – Wettbewerbliche Entwicklungen und Handlungsoptionen im Bereich Zähl- und Messwesen und bei variablen Tarifen
- Fraunhofer ISI, IfE-TUM, GfK (2009): Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006. Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Karlsruhe, München, Nürnberg, Mai 2009. Online: <http://www.isi.fraunhofer.de>
- Karg, M. (2009): Datenschutzrechtliche Bewertung des Einsatzes von „intelligenten“ Messeinrichtungen für die Messung von gelieferter Energie (Smart Meter). Unabhängiges Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein (ULD)
- Krawinkel, H. (2009): „Smart Meter“, Vortrag auf dem Energie-Workshop Nr. 1 in Kiel am 3. Dezember 2009
- Öko-Institut, IEF-STE, DIW Berlin, FhG-ISI, Ziesing, H.-J. (2009): Politikszenerarien für den Klimaschutz V – auf dem Weg zum Strukturwandel. Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030. Umweltbundesamt. Reihe Climate Change 16/2009. Dessau-Roßlau, Oktober 2009
- Pipke, H., Hülsen, C., Stiller, H., Seidl, K. und Balmert, D. (2009): Endbericht - Endenergieeinsparung durch den Einsatz intelligenter Messverfahren (Smart Metering)

Statistisches Bundesamt (2009a): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 2009. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 7. Oktober 2009.

Statistisches Bundesamt (2009b): Fachserie 18, Reihe 1.4. Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

Wulf, S. (2009): Smart Metering und die Liberalisierung des Messwesens. Rechtliche Rahmenbedingungen zur Schaffung von Wettbewerb auf dem deutschen Energiemarkt. Lüneburger Schriften zum Wirtschaftsrecht, Band 12.

## 7 Maßnahme 7 - Förderprogramm für Klimaschutz und Energieeffizienz (außerhalb von Gebäuden)

Wie bereits in Arbeitspaket 1 mit dem Auftraggeber abgesprochen, werden von den vielfältigen Förderprogrammen, die unter der Maßnahme 7 gebündelt sind, die **Nationale Klimaschutzinitiative**, der **Sonderfonds Energieeffizienz in KMU**, sowie die **Vor-Ort-Beratung des BAFA** explizit berücksichtigt.

Die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) umfasst die folgenden Förderprogramme (mehr Details können der Beschreibung der Maßnahme 7 in Arbeitspaket 1 entnommen werden) und darüber hinaus noch eine Vielzahl an weiteren Förderschwerpunkten, Wettbewerben und Aktionsprogrammen.

- Förderprogramm für Kommunen, soziale und kulturelle Einrichtungen
- Impulsprogramm Mini-KWK Anlagen
- Impulsprogramm für Kälteanlagen
- Förderprogramm Bioenergienutzung
- Marktanzreizprogramm Erneuerbare Energien
- Umweltinnovationsprogramm Klimaschutz

### 7.1 Sonderfonds Energieeffizienz in KMU

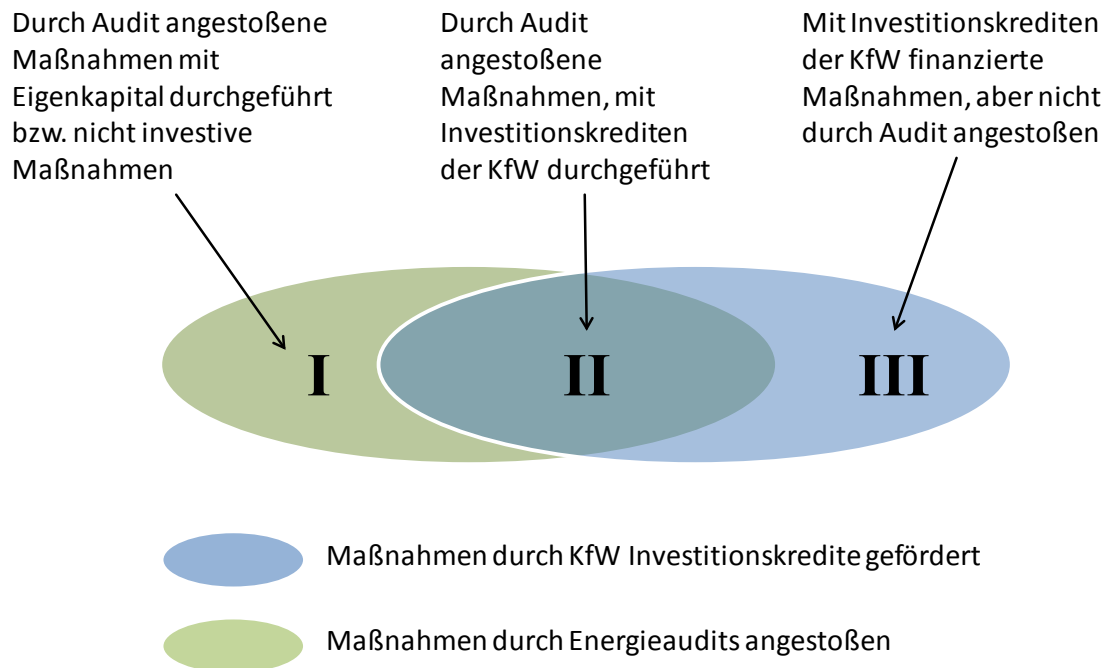
Der Sonderfonds Energieeffizienz in KMU besteht aus zwei Hauptkomponenten, der bezuschussten Energieberatung in Unternehmen sowie den vergünstigten Investitionskrediten aus dem ERP-Umwelt- und Energieeffizienzprogramm der KfW Mittelstandsbank. Beide Komponenten können unabhängig voneinander in Anspruch genommen sowie kombiniert werden, d.h. es können folgende Fälle auftreten:

- ein Unternehmen führt ein bezuschusstes Audit durch und führt dann, ohne KfW-Kredite Investitionen für Energieeinsparung durch.
- ein Unternehmen nimmt ein gefördertes Audit in Anspruch und führt Maßnahmen auf Basis von Investitionskrediten aus den KfW-Programmen durch.
- Ein Unternehmen nimmt ein gefördertes Audit in Anspruch und setzt dann einige Maßnahmen mit Investitionskrediten um und finanzierte andere Maßnahmen aus Eigenkapital bzw. setzt auch nicht-investive Maßnahmen um.
- ein Unternehmen nimmt kein Audit in Anspruch, nutzt aber Investitionskredite aus dem KfW-Programm.

Ein Monitoringsystem muss folglich Doppelzählungen vermeiden, aber trotzdem die gesamte CO<sub>2</sub> Minderung erfassen (siehe Abbildung 7-1). Es werden nur CO<sub>2</sub>- und Energieeinsparungen berücksichtigt, die durch den Audit angestoßen wurden oder mit

einem Investitionskredit der KfW finanziert wurden, also vom Sonderfonds Energieeffizienz in KMU angestoßen wurden.

Abbildung 7-1: Überschneidungen bei den durchgeführten Maßnahmen im Rahmen des Sonderfonds Energieeffizienz in KMU



Die jährlichen Energieeinsparungen und das Kreditvolumen aus Maßnahmen, welche mit KfW Krediten durchgeführt werden (Fläche II+III), werden bereits von der KfW erhoben, die Herausforderung des Monitorings liegt also darauf abzuschätzen, wie groß die durch geförderte Energieaudits angestoßene Energieeinsparungen sind, die nicht durch KfW Investitionskredite finanziert wurden (Fläche I). Diese wurden durch Eigenkapital finanziert bzw. sind nicht-investiv.

Aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten in Unternehmen Energieverbrauch und CO<sub>2</sub> Emissionen zu reduzieren, wird kein technologiespezifischer Ansatz für das Monitoring empfohlen. Hingegen wird ein stärker aggregierter Ansatz über wenige Kennwerte des Sonderfonds verfolgt.

Generell werden im Folgenden zwei mögliche Ansätze für das Monitoring beschrieben. Für eine erste Version des Monitorings wird voraussichtlich die einfachere Variante genutzt. Wenn in Zukunft mehr Daten durch die Evaluation des Sonderfonds verfügbar sind, kann auf die umfangreichere Variante gewechselt werden.



## Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?

- (1) Jährliche Treiber aus dem Rahmendatensatz: keine
- (2) Jährliche Treiber aus der Maßnahmenparametrisierung der Einzelmaßnahme:
  - Energie- und CO<sub>2</sub> Einsparungen durch die Investitionskredite der KfW (Daten stehen bei der KfW zur Verfügung)
  - Zahl der Unternehmen, die Investitionskredite in Anspruch genommen haben
  - Datenreihe mit dem Energieverbrauch der einzelnen Unternehmen, die geförderte Energieaudits (Detailberatung und Initialberatung) in Anspruch genommen haben. Daten zum Energieverbrauch der Unternehmen erlauben eine genauere Abschätzung der Wirkung; falls diese Daten jedoch nicht verfügbar sind, muss das Monitoring stattdessen auf der Anzahl der durchgeführten Beratungen und den spezifischen Energieeinsparungen je Beratung aufgebaut werden.
  - Anzahl der durchgeführten Energieaudits (getrennt nach Initial- und Detailberatung)
  - Volumen der von der KfW vergebenen Investitionskredite
  - Summe der Zuschüsse zu den durchgeführten Energieaudits (sowohl Initial- als auch Detailberatung)
- (3) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Energieeinsparung (Unterscheidung Strom/Brennstoffe):
  - Prozentuale mittlere Energieeinsparungen, die durch den Audit in einem Unternehmen ausgelöst werden. Falls die oben erwähnten Datenreihen zum Energieverbrauch der Unternehmen nicht auf jährlicher Basis zu Verfügung stehen und damit die Anzahl der Energieaudits als Aktivitätsgröße genutzt werden muss, sind die prozentualen mittleren Energieeinsparungen für das Monitoring nicht mehr notwendig. Stattdessen wird mit absoluten mittleren Energieeinsparungen je durchgeführtem Audit gerechnet.
  - Prozentualer Anteil der Energieeinsparungen, die nicht durch Investitionskredite der KfW finanziert wurden, aber durch ein gefördertes Energieaudit angestoßen wurden. Dies trifft sowohl auf nicht-investive (besonders organisatorische) Maßnahmen zu sowie auf Maßnahmen deren Investitionssumme zu niedrig ist als dass sie einen Antrag auf Förderung rechtfertigen würde. Für letztere wird statt den Investitionskrediten der Eigenkapital eingesetzt wird. Mit Hilfe dieses Parameters werden Doppelzählungen mit den bereits erhobenen KfW Investitionskrediten vermieden
- (4) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der CO<sub>2</sub>/GHG-Einsparung (Unterscheidung direkte/indirekte Emissionen):
  - Emissionsfaktor(en) nach Energieträgern
- (5) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Investitionen:

- Volumen der Investitionen, die nicht mit KfW Investitionskrediten finanziert, aber durch Audits angestoßen wurden. Mit Hilfe dieses Wertes werden die durchgeführten spezifischen Investitionen je erzielter Energieeinsparung durch die Energieaudits berechnet. Hieraus kann für ein Jahr berechnet werden, wie hoch die Investitionen (aus Eigenkapital) je Energieeinsparung sind.
- Prozentualer mittlerer Anteil des Zuschusses zu den KfW Investitionskrediten (Zuschuss durch vergünstigtem Zinssatz)
- Prozentualer mittlerer Anteil der Zuschüsse an den Kosten der durchgeführten Energieaudits
- Energieträgerpreise für KMU

### **Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

Jährlich verfügbar sind folgende Informationen:

- Anzahl der durchgeführten Beratungen, getrennt nach Detail- und Initialberatung (von KfW erhoben)
- Jährlich von der KfW vergebenes Kreditvolumen und Anzahl der Unternehmen, welche Kredite in Anspruch genommen haben (von KfW erhoben)
- Abschätzungen der durch die KfW Kredite erzielten Energie- und CO<sub>2</sub> Einsparungen (von KfW geschätzt)
- Prozentualer mittlerer Anteil des Zuschusses zu den KfW Investitionskrediten (Berechnung über einen Vergleich der Kreditzinsen mit marktüblichen Zinsen). Wenn dieser Wert nicht jährlich verfügbar ist, so kann auch eine einmalige Erhebung genutzt werden.

Der Energieverbrauch je Unternehmen, das eine geförderte Detail- oder Initialberatung durchgeführt hat, ist eventuell nur mit größerem Aufwand zu erheben. Falls dieser Aufwand (z.B. neue Erhebung notwendig) den Nutzen durch die genaueren Berechnungen übersteigt, wird vorgeschlagen, anstatt des Energieverbrauchs die Anzahl der Energieaudits als Aktivitätsgröße zu nutzen.

Insbesondere Informationen zu den Investitionen, für die keine KfW Kredite in Anspruch genommen werden sind derzeit nicht verfügbar (Abbildung 7-1 Fläche I). Von den Beratungen sind nur die durch den Berater empfohlenen Maßnahmen bekannt, es bleibt aber unklar, ob diese Maßnahmen auch umgesetzt werden und wie sie finanziert werden. Eine Evaluation des Sonderfonds, wie sie derzeit durchgeführt wird, kann diese Datenlücken in Zukunft füllen. Solange diese Daten nicht verfügbar sind, wird das Monitoring auf Schätzwerten beruhen, die je nach Datenverfügbarkeit angepasst werden können. Vermutlich können erste Schätzwerte dieser Größen aus dem derzeitigen Evaluationsprozess abgeleitet werden und in die Berechnungen einfließen. Folgende Größen sollten bei einer Evaluation des Sonderfonds ermittelt werden:

- Investitionen und jährliche Energieeinsparungen durch Maßnahmen, die nicht mit KfW Krediten finanziert werden. Hieraus kann für ein Jahr berechnet werden, wie hoch die Investitionen je Energieeinsparung sind.
- Prozentuale mittlere Energieeinsparungen, die durch den Audit in einem Unternehmen ausgelöst werden, unabhängig von der Art der Finanzierung.
- Prozentualer Anteil der Energieeinsparungen, die nicht durch Investitionskredite der KfW finanziert wurden, aber durch ein gefördertes Energieaudit angestoßen wurden. Mit Hilfe dieses Parameters werden Doppelzahlungen mit den bereits erhobenen KfW Investitionskrediten vermieden.
- Prozentualer mittlerer Anteil der Zuschüsse an den Kosten der durchgeführten Energieaudits

### **Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Der Sonderfonds Energieeffizienz in KMU liegt im Verantwortungsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Die ausgeschriebene Evaluation des Fonds wurde auch vom BMWi beauftragt und wird voraussichtlich zum Ende des Jahres 2010 Ergebnisse liefern. Die KfW ist für die Vergabe der Kredite sowie die Erhebung der laufenden Daten verantwortlich.

Die oben beschriebenen jährlichen Daten werden von der KfW erhoben. Für die restlichen Daten wird es notwendig sein, gezielte Erhebungen durchzuführen bzw. sich auf die im Auftrag des BMWi durchgeführte Evaluation zu berufen.

### **Welche Synergieeffekte können mit anderen Berichtspflichten (Projektionsbericht, Nationaler Inventarbericht etc.) erreicht werden?**

Synergieeffekte können vor allem bei der Bestimmung der spezifischen Kenngrößen für die Projektionsberichte erzielt werden, welche auch in die Projektionen einfließen (spezifische Energie- und CO<sub>2</sub> Einsparung bezogen auf die Anzahl der durchgeführten Audits oder die Fördersumme). Das Monitoring verbessert somit die empirische Grundlage der Projektionsberichte erheblich.

### **Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?**

Dieser Ansatz beschreibt eine Berechnung von getätigten Investitionen, Energieeinsparungen und CO<sub>2</sub>-Vermeidung und berücksichtigt dabei explizit die in Abbildung 7-1 dargestellten Überschneidungen.

**Energieeinsparungen,**  $ES_{t,e,ges} = ES_{t,e,Kr} + ES_{t,e,Ei}$ : Gesamte Energieeinsparungen nach Energieträger e (mindestens Brennstoffe/Strom)

$ES_{t,e,Kr}$ : Energieeinsparungen nach Energieträger e (mindestens Brennstoffe/Strom), durch geförderte KfW Investitionskredite induziert (entspricht Fläche II+III in Abbildung 7-1).

$ES_{t,Ei,e} = \sum_{i=1}^n (EV_{t,e,i} * dESU_e * dE_e)$ : jährliche Energieeinsparungen nach Energieträger (mindestens Brennstoffe/Strom), durch Eigenkapital finanziert oder nicht-investive Maßnahmen, aufsummiert über alle Unternehmen i eines Jahres (entspricht Fläche I in Abbildung 7-1).

$EV_{t,e,i}$ : jährlicher Energieverbrauch von Brennstoff e eines Unternehmens, i, in dem ein Energieaudit durchgeführt wurde

$dESU_e$ : prozentuale mittlere Energieeinsparungen von Energieträger e, die durch den Audit in einem Unternehmen ausgelöst werden (Strom/Brennstoffe)

$dE$  prozentualer Anteil der Energieeinsparungen, die nicht durch Kredite der KfW finanziert werden. Mit Hilfe dieses Wertes werden Doppelzählungen mit den bereits erhobenen KfW Investitionskrediten vermieden.

**CO<sub>2</sub>-Einsparung**  $CO2S_{ges,t} = \sum_{e=1}^n (ES_{e,ges,t} * EF_{e,t})$

$EF_{e,t}$ : Emissionsfaktor des jeweiligen Energieträgers e zum Zeitpunkt t.

**Investitionen,**  $In_{t,Ges} = In_{t,Ei} + \frac{In_{t,Kr}}{1 - dZIn} + \frac{ZA_t}{dZA}$ : ergeben sich aus dem eingesetzten Eigenkapital, den Investitionskrediten den Zuschüssen zu den Investitionskrediten (über niedrigere Zinsen) sowie den Kosten für die Energieaudits (Zuschüsse + Eigenbeitrag)

$In_{t,Ei} = ES_{t,Ei,e} * \frac{In_{t=0,Ei}}{ES_{Ei,t=0}}$ : Investitionssumme in Jahr t, durch Eigenkapital finanziert (aber angestoßen durch geförderte Energieaudits), berechnet auf Basis der Energieeinsparungen in Jahr t multipliziert mit dem Verhältnis von Investitionen zu Energieeinsparungen aus dem Jahr t=0

$In_{t,Kr}$ : Investitionssumme in Jahr t, durch KfW Kredite finanziert (jährliches Kreditvolumen)

$ZA_t$ : Jährlicher gesamter geförderter Zuschuss zu den durchgeführten Energieaudits

dZA: prozentualer mittlerer Anteil der Zuschüsse an den gesamten Kosten der durchgeführten Energieaudits

dZIn: prozentualer mittlerer Anteil des Zuschusses zu den KfW Investitionskrediten (Zuschuss durch vergünstigtem Zinssatz)

Eventuell kann in zukünftigen Berechnungen nach Initial- oder Detailberatung unterschieden werden. Dies wird jedoch zunächst nicht vorgesehen, da es noch höhere Anforderungen an die Datenverfügbarkeit stellen würde.

### **Wie können die Wirkungen der einzelnen Maßnahme zugeordnet werden, welche Überlagerungseffekte gibt es mit welchen Maßnahmen und welche Methode ist zur Bereinigung geeignet?**

Überlagerungen mit Maßnahmen zur Kennzeichnung des Energieverbrauchs von Produkten, deren Monitoring auf Basis der Diffusion einzelner Produkte durchgeführt wird. Die Diffusion energieeffizienter Produkte (Motoren, Beleuchtung, etc.) wird ebenso durch den Sonderfonds Energieeffizienz in KMU beschleunigt und somit in beiden Maßnahmen gezählt.

Dieses Problem der Überschneidung taucht überall auf, wo mehrere Maßnahmen auf die gleichen Produkte/Dienstleistungen wirken, wenn mindestens eine Maßnahme, wie beim Sonderfonds vorgeschlagen, über die durchgeführten Investitionen, und eine andere produktspezifisch (Diffusion energieeffizienter Produkte) geschätzt wird. Zwangsläufig wirken beiden Maßnahmen auf den produktspezifischen Indikator (Diffusionsrate).

## **7.2 Vor-Ort Beratung**

Im Rahmen des IEKP wurde 2008 die Förderhöhe wieder auf 350 Mio. Euro angehoben, sowie eine Förderung von neuen Beratungsdienstleistungen wie separate Thermografiegutachten und Beratungen zu Stromeinsparungen, aufgenommen.

### **Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?**

- (1) Jährliche Treiber aus dem Rahmendatensatz: keine
- (2) Jährliche Treiber aus der Maßnahmenparametrisierung der Einzelmaßnahme:
  - Anzahl der jährlich durchgeführten Beratungen
- (3) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Energieeinsparung (Unterscheidung Strom/Brennstoffe):
  - Energieeinsparungen je Beratung, die durch die Beratung induziert wurden (Strom/Brennstoffe). Hier ist zu berücksichtigen, dass keine Investitionen mitgezählt werden, die bereits ohne Beratung geplant waren. Laut Duscha et al.

(2008) ist etwa ein Viertel der getätigten Investitionen auf die Beratung zurückzuführen, die Durchführung der restlichen 75 % der Investitionen war bereits vor der Energieberatung geplant.

- Korrekturfaktor um Mitnahmeeffekte und Überschneidungen mit anderen Programmen, wie dem KfW Programm „Energieeffizient Sanieren“ auszuschließen.
- (4) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der CO<sub>2</sub>/GHG-Einsparung (Unterscheidung direkte/indirekte Emissionen):
- Mittlere Einsparungen direkter CO<sub>2</sub> Emissionen je Beratung (keine indirekten Einsparungen über Stromeinsparungen; eine Berechnung der CO<sub>2</sub> Einsparungen auf Basis der Endenergieeinsparungen ist leider nicht möglich, da die Endenergieeinsparungen nicht nach Energieträger verfügbar sind)
  - Emissionsfaktoren für Strom
- (5) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Investitionen:
- Durch Programm induzierte Investitionen je Beratung (Mittel)

**Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

Die Anzahl der durchgeführten Beratungen sowie die Höhe der Zuschüsse sind jährlich beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) verfügbar.

Informationen zur Wirkung der Beratung auf CO<sub>2</sub>- und Energieeinsparungen sowie induzierte Investitionen und Abschätzungen der Mitnahmeeffekte sowie Überschneidungen mit anderen Programmen wurden bereits von Duscha et al. (2008) erhoben. Allerdings bezog sich die Erhebung ausschließlich auf die Brennstoffeinsparungen, da Stromeinsparungen erst ab 2008 förderfähig sind. In einer zukünftigen Evaluation sollten daher auch die angestoßenen Stromeinsparungen ermittelt werden.

**Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Die Vor-Ort Beratung in Wohngebäuden ist beim Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) angesiedelt. Dieses ist auch für die Erhebung der jährlichen Daten (zusammen mit BAFA) sowie für die extern durchgeführte Evaluation (Duscha et al. 2008) verantwortlich.

**Welche Synergieeffekte können mit anderen Berichtspflichten (Projektionsbericht, Nationaler Inventarbericht etc.) erreicht werden?**

Synergieeffekte treten im Zusammenhang mit den Projektionsberichten auf, in welchen die Wirkung der Vor-Ort Beratung ex-ante berechnet wird. Aktuelle Ergebnisse des Monitorings zur Wirkung können die Belastbarkeit der Prognosen erhöhen.

**Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?****Energieeinsparungen:**  $ES_{t,e} = es_e * QB_t * k$  $es_e$ : Energieeinsparungen von Energieträger e, je Beratung $QB_t$ : Anzahl der in Jahr t durchgeführten Beratungen

k: Korrekturfaktor um Überschneidungen und Mitnahmeeffekte auszuschließen

**CO<sub>2</sub> Einsparungen:**  $CO2S_t = \sum_{e=1}^n (EF_{e,t} * ES_{t,el}) + CO2S_{dir} * QB_t$  $EF_{el,t}$ : Emissionsfaktor für Strom $CO2S_{dir}$ : Mittlere Einsparungen direkter CO<sub>2</sub> Emissionen je Beratung.**Investitionen:**  $In_t = in * QB_t$  $in_t$ : durch die Beratung angestoßene Investitionen je Beratung**Wie können die Wirkungen der einzelnen Maßnahme zugeordnet werden, welche Überlagerungseffekte gibt es mit welchen Maßnahmen und welche Methode ist zur Bereinigung geeignet?**

Überlagerungen bezüglich des Brennstoffverbrauchs gibt es vorwiegend mit dem KfW-Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“, da für die Umsetzung der in der Beratung identifizierten Maßnahmen die Kredite des Programms „Energieeffizient sanieren“ in Anspruch genommen werden können. Aus Duscha et al. (2008) geht hervor, dass etwa 60% der Beratungsempfänger für die Finanzierung der empfohlenen Maßnahmen auf einen KfW Kredit zurückgegriffen haben. Dieser Wert wird bei der Berechnung der Einsparungen als Überschneidung berücksichtigt.

Überschneidungen im Bereich der elektrischen Haushaltsgeräte gibt es sowohl mit *Intelligente Messverfahren* (Smart Meter) als auch mit *Programmen zur Kennzeichnung des Energieverbrauchs von Haushaltsgeräten*. Alle Maßnahmen wirken auf die Verbreitung energieeffizienter Haushaltsgeräte. Da bisher noch nicht bekannt ist, wie die Wirkung der Vor-Ort Beratung auf den Stromverbrauch ist, kann zur Höhe der Überschneidungen und zu den betroffenen Geräten noch keine Aussage gemacht werden.

## **7.3 Nationale Klimaschutzinitiative (NKI)**

Im Folgenden werden die einzelnen Elemente der NKI diskutiert. Als eine übergreifende Datenquelle könnte eine derzeit vom BMU durchgeführte Evaluierung der NKI dienen.

### **7.3.1 Förderprogramm für Kommunen, soziale und kulturelle Einrichtungen**

Das Förderprogramm umfasst die Erstellung von Klimaschutzkonzepten und Modellprojekten mit dem Leitbild der CO<sub>2</sub>-Neutralität sowie die Anwendung von Klimaschutztechnologien bei der Stromnutzung mit vergleichsweise geringer Wirtschaftlichkeitsschwelle. Aufgrund der hohen Vielfalt der umgesetzten Maßnahmen und der indirekten Wirkung über Multiplikatoreffekte wird dieses Förderprogramm zunächst nicht mit in das Monitoring aufgenommen.

Mögliche Ergebnisse einer derzeit durchgeführten Evaluation dieses Förderprogramms im Auftrag des BMU (Referat KI I 5) können zu einem späteren Zeitpunkt noch in die Berechnungen einfließen.

### **7.3.2 Impulsprogramm Mini-KWK Anlagen**

Bereits unter „Maßnahme 1 - Kraft-Wärme-Kopplung“ behandelt.

### **7.3.3 Impulsprogramm für Kälteanlagen**

Ähnlich dem Sonderfonds Energieeffizienz in KMU ist auch das Impulsprogramm Kälteanlagen in zwei Komponenten geteilt. Die erste Komponente ist ein Status-Check, bei welchem ein Energieaudit am Kältesystem durchgeführt wird und Einsparmaßnahmen vorgeschlagen werden. Die zweite Komponente ist die Vergabe von Investitionszuschüssen bei Investitionen in Neuanlagen, Verbesserungen von Altanlagen oder dem Einsatz von innovativen Technologien.

Die Förderung im Impulsprogramm Kälteanlagen wird anteilig an der gesamten Investitionssumme bewilligt. Folglich können die Investitionen als Summe über alle geförderten Projekte eines Jahres ermittelt werden. Da für die Förderung sowohl Energieverbrauch als auch Einsparpotenzial der Maßnahme angegeben werden müssen, sind auch diese bekannt. Zuständig für Antragstellung und Auszahlung der Zuschüsse ist das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), welches auch interne Evaluationen durchführt.

Nicht bekannt sind die durch die Beratung angestoßenen Investitionen, die nicht über Zuschüsse gefördert werden. Zur ihrer Evaluation ist, wie bereits für die Vor-Ort Bera-



tung durchgeführt, eine Evaluation des Programms notwendig, die u.a. Firmenbefragungen zur Datenerhebung durchführt.

Die Berechnungen von Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen sowie Investitionen können entsprechend des Sonderfonds Energieeffizienz in KMU durchgeführt werden, da die Überschneidungen beider Programmteile in gleicher Weise wie im Sonderfonds berücksichtigt werden können.

Es wird je nach Datenverfügbarkeit versucht neben den energiebedingten auch die durch das Kältemittel verursachten bzw. eingesparten Treibhausgasemissionen zu berücksichtigen.

### **7.3.4 Förderprogramm Bioenergienutzung**

Das Förderprogramm zur Bioenergienutzung ist in 7 Themenfelder unterteilt, die vorwiegend auf eine Verbesserung der Rahmenbedingungen der Biomassenutzung sowie auf Forschung, Entwicklung und Demonstration von innovativen Techniken abzielen. Ein quantitatives Monitoring mit dem Ziel der Berechnung von CO<sub>2</sub> und Energieeinsparungen ist daher nicht möglich.

Indikatoren wie die jährliche Investitionssumme oder die geförderten Demonstrationsvorhaben sollten jedoch erhoben werden, um die Entwicklung des Programms zu verfolgen.

### **7.3.5 Marktanreizprogramm Erneuerbare Energien**

Behandelt unter Maßnahme 14 „Wärmegesetz“.

### **7.3.6 Umweltinnovationsprogramm Klimaschutz**

Im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms werden seit dem Jahr 2000 vom BMU großtechnische Pilotprojekte im In- und Ausland gefördert. Zu den 108 in diesem Zeitraum vom BMU geförderten Vorhaben sind die jährlichen Investitionen verfügbar. Auch wenn die erwarteten CO<sub>2</sub>- und Energieeinsparungen zu Projektbeginn erhoben werden können, so kann die wichtigste Wirkung des Programms, auf die Förderung von Innovationen wegen des stark indirekten Charakters und seiner Multiplikatorwirkung nicht quantitativ in CO<sub>2</sub> und Energieeinsparungen ausgedrückt werden. Darüber hinaus sind Investitionen in energieeffiziente Techniken nur ein Teil des Programms, das auch Bereiche wie Kreislaufwirtschaft oder nachhaltige Wasserwirtschaft umfasst.

## **Referenzen**

Duscha, Markus; Dünnhoff, Elke; Hertle, Hans; Kuhn, Carsten; Paar, Angelika; Bauer, Helmut; Traub, Sebastian; Krieg, Oliver; Erren, Jörg (2008). Evaluation des Förderprogramms „Energieeinsparberatung vor Ort“, im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. IFEU, Heidelberg.

## 8 Maßnahme 8 - Energieeffiziente Produkte

Das Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung zielt unter anderem auf eine breitflächige Markteinführung von energieeffizienten Produkten im Markt über Standards und eine übersichtliche und verbraucherfreundliche Kennzeichnung aller stromverbrauchenden Geräte, damit das EU-Energieeffizienzziel (+20 % Effizienzsteigerung gegenüber dem Trend) erreicht wird. Zur Erreichung dieses Ziels sind derzeit drei Mechanismen relevant von denen die beiden ersten auf EU-Richtlinien beruhen:

2. Einsparungen bei Produkten durch die Ökodesign-Richtlinie (Minimumstandards)
3. Einsparungen bei Produkten durch Gerätekennzeichnung/Labeling (revidierte Richtlinie der EU zur Produktkennzeichnung)
4. Einsparungen durch Bestgeräteempfehlung/-kennzeichnung

Maßnahme 8 beinhaltet eine Vielzahl von Elektrogeräten, welche für das Monitoring zu berücksichtigen sind. Untersucht werden 11 aus über 40 Produktgruppen, die mit der Ökodesign-RL zukünftig reguliert werden (Auflistung im Bericht zu AP1). Das IEKP nimmt nicht explizit Bezug auf alle Einzelheiten der beiden ersten genannten Mechanismen (die 40 Produktgruppen sind nicht im IEKP, sondern in der Ökodesign-RL benannt), allerdings kann mit Recht angenommen werden, dass das IEKP bereits bestehende und sich erweiternde Initiativen in seinen Rahmen integriert. Daher müssen diese Entwicklungen auch im Monitoring betrachtet werden.

Im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie werden für jede Gerätegruppe mittels einzelner Verordnungen Mindesteffizienzstandards erlassen. Die aus energetischer Sicht minderwertigsten Geräte werden dadurch vom Markt genommen.

Zur Förderung von Geräten, die diesen Mindesteffizienzstandard überschreiten, wird zurzeit das bereits vorhandene Labellingsystem, d.h. die Kennzeichnung von stromverbrauchenden Geräte mit der Ausweisung des Energieverbrauchs des jeweiligen Gerätes, überarbeitet<sup>9</sup>. Dabei werden bei einigen Geräten neue Kennzeichnungsklassen eingeführt und neue Geräteklassen aufgenommen.

Ein Top-Runner-Modell mit einer Verpflichtung der Hersteller nach einer entsprechenden Frist den besten Standard zu erreichen, existiert aktuell nicht. In den Ökodesign-Verordnungen sind jedoch unverbindliche Referenzwerte der aktuell effizientesten Geräte zum Zeitpunkt der Veröffentlichung aufgeführt. Zukünftig könnten Geräte, die die

---

<sup>9</sup> Der Entwurf der Überarbeitung wurde am 19 Mai 2010 vom EU Parlament in 2. Lesung angenommen.  
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P7-TA-2010-0178+0+DOC+XML+V0//EN>

se Referenzwerte einhalten, auch noch entsprechend gekennzeichnet werden. Es bleibt abzuwarten, ob durch das überarbeitete Labellingsystem diese Aufgabe abdeckt wird oder ob zusätzlich Maßnahmen zur Förderung der besten Geräte nötig sind.

Beim Monitoring muss pro Gerät also noch einmal zwischen diesen drei oben genannten Maßnahmenpaketen unterschieden werden.

Wir schlagen vor, das Monitoring in einem ersten Schritt zunächst auf diejenigen Geräte zu konzentrieren, für welche bereits Durchführungsmaßnahmen erlassen wurden. Hinzu kommen zwei große Haushaltsgeräte, für die die Vorstudien bereits abgeschlossen sind und für die es bereits Richtlinien für die Kennzeichnung gibt. Die fortschreibbare Datenerhebung kann hier entsprechend den restlichen Produktgruppen vorgenommen werden.

Bei den berücksichtigten Geräten handelt es sich um:

Los	Produktgruppe	Standard bereits erlassen (Stand Februar 2010)
	Einfache Set-top-Boxen	ja
5	Fernsehgeräte	ja
6	Stand-by und Schein-Aus-Verluste	ja
7	Externe Stromversorgungseinheiten	ja
8&9	Gewerbliche Beleuchtung	ja
11	Elektromotoren	ja
11	Umwälzpumpen	ja
13	Haushaltskühl- und Gefriergeräte	ja
14	Haushaltswaschmaschinen	nein
14	Haushaltsgeschirrspülmaschinen	nein
19	Teil 1: Nicht gerichtete Haushaltsbeleuchtung	ja

Damit sind im Monitoring die großen Produktgruppen, welche einen wesentlichen Teil des Stromverbrauchs abdecken, einbezogen (Elektromotoren bestimmen beispielsweise 2/3 des industriellen Stromverbrauchs, während die großen Elektrogeräte und IT-Geräte sowie die Beleuchtung und die Umwälzpumpen einen großen Teil des häuslichen Stromverbrauchs bestimmen). Brennstoffseitig wurden derzeit noch keine ausführenden Verordnungen erlassen. In naher Zukunft wird eine Durchführungsmaßnahme für Heizungsanlagen und Warmwasserbereiter erarbeitet. Das Konzept muss dann erweitert werden. Hier sind evtl. nennenswerte Überschneidungen mit EnEV/KfW/... zu berücksichtigen. Dabei bleibt zunächst zu prüfen, ob die Anforderungen der Ökodesign-RL über die Anforderungen aus der EnEV bzw. der KfW hinaus gehen. Wenn nicht, so bleiben sie unberücksichtigt. Bei weitergehenden Anforderungen, müssen diese separat, analog dem Berechnungsmodell für EnEV/KfW ausgewiesen werden.

Ein Monitoring-Konzept muss diese Gerätegruppen einzeln erfassen. Das vorgeschlagene Grundkonzept des Monitoringsystems sieht vor, Aktivitätsgrößen mit spezifischen Kenngrößen zu verknüpfen. Bei Maßnahme 8 sollen die Aktivitätsgrößen abgeleitet

werden von den jährlich neu in Deutschland auf den Markt kommenden Geräten einer Produktgruppe, um genau zu sein, die Menge an Geräten, die jährlich den deutschen Bestand verändert, d.h. Importe/Exporte sind neben der heimischen Produktion zu berücksichtigen. Aktivitätsgrößen können über drei Varianten bestimmt werden:

- **Ermittlung aus einer einheitlichen Produktionsstatistik** wie PRODCOM<sup>10</sup> unter Berücksichtigung von Importen/Exporten. Dieser Ansatz wurde bei der Grundlagenstudie zum Arbeitsprogramm für die weitere Entwicklung der Produkte unter der Ökodesign-Richtlinie verfolgt (EPTA, 2007). Der Ansatz hat den Vorteil, dass er auch für weitere unter die Richtlinie fallende Produkte ähnlich fortentwickelt werden kann und dass öffentliche Daten zugrunde liegen. Eine Schwierigkeit besteht u.U. darin, dass Aktivitätsgrößen und spezifische Kenngrößen ähnlich abgegrenzt sein müssen, was nicht immer vollständig erreichbar ist. Ein weiterer Vorteil eines Systems aufbauend auf der Prodcum wäre, dass auch ein europaweites Monitoringsystem ähnlich aufgebaut werden kann. Hinzu kommt, dass die Daten relativ zeitnah verfügbar sind (derzeit bis 2008). Weiterhin sind die Daten verfügbar als Volumen wie auch wertmäßig<sup>12</sup>. Teilweise sind die Daten wegen Geheimhaltung nicht öffentlich zugänglich.
- **Ermittlung aus produktspezifischen Erhebungen.** Dieser Ansatz wurde z.B. verfolgt für das Monitoring der Entwicklung von Labellingkategorien und deren Wirkungen bei den großen Haushaltsgeräten. Hierzu wurden Erhebungen der GfK herangezogen, wo sowohl Aktivitätsgrößen als auch spezifische Kenngrößen in ähnlicher Abgrenzung erhoben wurden. Nachteile sind, dass solche Daten häufig nicht kostenfrei bzw. öffentlich zugänglich sind und auch nicht für alle Produktgruppen vorliegen.
- **Expertenschätzungen.** Stehen keine Daten von Prodcum (z.B. aufgrund von Geheimhaltung) oder GfK zur Verfügung, so müssen die Verkaufszahlen anhand abgeschätzt werden. Dafür bietet es sich an die Verkaufszahlen aus den Durchdringungsraten der betroffenen Geräte in den Haushalten und der mittleren Lebensdauer der entsprechenden Geräte näherungsweise zu berechnen.

---

<sup>10</sup> Prodcum („PRODUCTION COMMUNAUTAIRE“) ist ein System zur Erhebung und Verbreitung von Statistiken über die Produktion von Industriegütern. Das System gilt für die Bereiche Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden sowie Verarbeitendes Gewerbe (Herstellung von Waren), d. h. die Abschnitte B und C der Statistischen Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft (NACE Rev. 2)

<sup>11</sup> Eine Alternative zur PRODCOM ist die nationale Güterproduktionsstatistik (Statistik 42131, Vierteljährliche Produktionserhebung i.Verarb.Gew.). Der Nachteil ist hier, dass es zusätzliche Arbeit bedeuten würde, ein Monitoringsystem für die EuP auf europäischer Ebene aufzubauen. Vorteil könnte u.U. eine größere Detailschärfe sein (siehe <https://www-genesis.destatis.de/>)

<sup>12</sup> Die PRODCOM-Statistik enthält zwei Typen der Produktion: zum Absatz bestimmte Produktion und Gesamtproduktion (einschließlich der Produktion, die im Unternehmen auf Lager geht, intern weiter verwendet wird etc.). In der Regel wäre die verkaufte Produktion die relevante Aktivitätsgröße.

Ziel des hier vorgeschlagenen Monitoringsystems ist es, das Konzept soweit wie möglich auf dem Prodcorn-Ansatz aufzubauen, aber je nach Produktgruppe ggf auch alternative Möglichkeiten einzubeziehen. Vor allem bei der Ermittlung der Einsparungen durch das Labelling können die Einsparungen dadurch sehr viel genauer ermittelt werden.

Für das Monitoring der Bestgeräteempfehlung im Rahmen der Ökodesign-Verordnungen ist eine entsprechende Datenerhebung aufgrund der bisher fehlenden Kennzeichnung noch nicht möglich. Als Orientierungswert können beim Monitoring des Labelling produktionsspezifische Erhebungen, bei denen auch der Energieverbrauch bzw. das Label erfasst ist, heran gezogen werden.

### **Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?**

- (1) Jährliche Treiber aus dem Rahmendatensatz: keine, bei Expertenschätzungen Anzahl der Haushalte bzw. der Mitarbeiter, Ausstattungsraten
- (2) Jährliche Treiber aus der Maßnahmenparametrisierung der Einzelmaßnahme:
  - jährliche Produktion für die einzelne Produktgruppe in Deutschland
  - jährliche Importe/Exporte für die einzelne Produktgruppe in Deutschland<sup>13</sup>
- (3) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Energieeinsparung (Unterscheidung Strom/Brennstoffe, bei Ökodesign überwiegend Strom):
  - Spezifischer Energieeinsatz je Produktgruppe vor<sup>14</sup> der Einführung des Standards bzw. weitere Entwicklung des spezifischen Energieeinsatzes ohne Einführung des Standards<sup>15</sup>
  - Spezifischer Energieeinsatz je Produktgruppe nach Einführung des Standards<sup>16</sup>

---

<sup>13</sup> Zu prüfen wäre, ob importierte Produkte die Standards ähnlich einhalten wie inländisch produzierte.

<sup>14</sup> Bei Miteinbeziehung des autonomen Fortschritts beim Energieverbrauch bei Produkten ist es sinnvoll den spezifischen Energieeinsatz über einen gewissen Zeitraum in der Vergangenheit zu kennen und nicht nur zu einem bestimmten Zeitpunkt.

<sup>15</sup> Bei einigen Produktgruppen wie IT-Geräten, Elektromotoren kann es sinnvoller sein, den spezifischen Energieeinsatz aus mittlerer Geräteleistung und Nutzungsdauer abzuleiten.

<sup>16</sup> Falls die Umsetzung des Standards über freiwillige Vereinbarungen mit dem jeweiligen Sektor erfolgt, wie es nach Ökodesignrichtlinie ebenfalls zulässig sein kann (RL 2005/32/EG, Art. 17 und Anhang VIII/Punkt 6), muss die zeitliche Durchdringung des Marktes durch den verbesserten Standard in der spezifischen Kenngröße abgebildet werden. Die spezifische Kenngröße ist eine zeitliche Funktion, die aus detaillierteren Modellrechnungen (Bestandsmodelle) abgeleitet werden muss. Dies kann in einer zeitlich abhängigen Durchdringungsrate für den Standard umgesetzt werden.

- (4) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der CO<sub>2</sub>/GHG-Einsparung (Unterscheidung direkte/indirekte Emissionen):
- Emissionsfaktor(en) für Stromeinsparungen durch die Produktgruppen
- (5) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Investitionen:
- Keine: falls ein verbindlicher Standard vorgeschrieben ist. In diesem Fall wird davon ausgegangen, dass die Marktumstellung in kurzer Zeit vor sich geht und schnell zur Angleichung der Mehrkosten von effizienten Geräten an die bisherigen Gerätekosten führt.
  - Spezifische Differenzinvestitionen zu den Investitionskosten vor Einführung des Standards, falls die Umsetzung wie beim Label und der Bestgeräteempfehlung bzw. -kennzeichnung über freiwillige Vereinbarungen mit dem jeweiligen Sektor erfolgt, unter Berücksichtigung von Lernkurveneffekten und der zeitlichen Durchdringung des Marktes durch den Standard. Letzteres muss aus detaillierteren Modellrechnungen (Bestandsmodelle) abgeleitet werden.
  - Strompreise für die einzelnen Nutzer der Produktgruppen der Ökodesignrichtlinie (bzw. weitere Energieträgerpreise, falls solche eingesetzt werden): Haushalte/GHD, Industrie.

Anmerkung: Die einzelnen Treiber/Kenngrößen sind ggf auf einzelne Untergruppen der Produktgruppen herunter zu brechen.

### **Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

Die PRODCOM-Produktion bzw. Produktion aus der nationalen Statistik ist jährlich verfügbar<sup>17</sup>, zuletzt 2008.

Die COMEXT-Außenhandelsstatistik bzw. Außenhandel aus der nationalen Statistik ist jährlich verfügbar<sup>18,19</sup>, zuletzt 2007

Der spezifische Energieeinsatz je Produktgruppe vor der Einführung des Standards muss aus technologischen Studien, z.B. den Ökodesignstudien oder der „Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft“ (Fraunhofer IZM/ISI, 2009), abgeleitet werden. Er ist in der Regel nicht als Zeitreihe verfügbar mit Ausnahme von Geräten, welche bereits seit einiger Zeit mit einem Energielabel ausgestattet waren, für welches ein Erfassungssystem vorlag (z.B. Energiekennzeichen für verschiedene Haushaltsgeräte; Labelling von Elektromotoren). Für diese Ge-

---

<sup>17</sup> <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/prodcom/data/database>

<sup>18</sup> <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/newxtweb/mainxtnet.do>

<sup>19</sup> Alternative nationale Außenhandelsstatistik: Statistik 51000, Außenhandel (<https://www-genesis.destatis.de>). Weitere Alternative: UN Comtrade ([comtrade.un.org](https://comtrade.un.org))

rätegruppen liegen häufig entsprechende Daten von GfK vor. Dieser Datenfluss gehört in einzelnen Produktgruppen dennoch zu den am wenigsten gut belegten für das Monitoring und sollte u.U. Ziel von Stichprobenerhebungen vor Einführung der Standards sein. Insgesamt ist die Datenlage zum durchschnittlichen Energieverbrauch der Neugeräte für einen präzisen Monitoringprozess als ungenau zu bezeichnen.

Der spezifische Energieeinsatz je Produktgruppe nach Einführung des Standards: ergibt sich aus den umsetzenden Verordnungen zur Ökodesignrichtlinie<sup>20</sup>.

Durchdringungsrate für den Standard in der jeweiligen Produktgruppe: nur relevant, falls kein verbindlicher Standard vorgeschrieben ist, sonst gleich 1. In diesem Fall sollte die freiwillige Vereinbarung wie in der Richtlinie vorgesehen (Art. 17 und Anhang VIII), eine Berichterstattung enthalten.

Befolgungsfaktor für den Standard in der jeweiligen Produktgruppe: aus Befragungen von Produzenten und Branchenexperten. Sollte eventuell Ziel von Stichprobenerhebungen nach Einführung der Standards sein. In den Ökodesign-Verordnungen zu den einzelnen Geräten sind bereits Prüfverfahren vorgesehen, die eine Unterschreitung der zulässigen Grenzwerte von wenigen Prozent zulassen. Erfahrungen mit dem Labelling haben gezeigt, dass die Geräte sich sehr häufig knapp an der Grenze zur nächstschlechteren Geräteklasse und beim Prüfverfahren möglicherweise auch die Kulanzwerte ausgeschöpft werden (OECD/IEA, 2003). Vor diesem Hintergrund kann davon ausgegangen, dass der Befolgungsfaktor bei 100% oder knapp darunter liegen wird.

Emissionsfaktor für Strom: hier wird der Emissionsfaktor für den nationalen Strommix für das betreffende Jahr angesetzt. <sup>21</sup>

Gerätelebensdauern: relevant für die Berechnung der Gesamteinsparung bzw. der Gesamtinvestitionen (siehe Berechnungsverfahren aus Fraunhofer ISI et al. 2008). Gerätelebensdauern können aus den Ökodesignstudien abgeleitet werden.

Spezielle Erhebungen zu einzelnen Produktgruppen:

---

<sup>20</sup> Je nach Gerätegruppe sind u.U. Reboundeffekte zu berücksichtigen. Vor allem im Haushalts- und GHD-Sektor (z.B. bei Beleuchtung, bei Kühl/Gefriergeräten, wo es zur Anschaffung größerer Geräte kommen kann, bei einigen IT-Geräten etc.)

<sup>21</sup> Eine Alternative wäre, den Emissionsfaktor für den Einsatz von fossilen Energieträgern im nationalen Strommix für das betreffende Jahr zu nehmen, weil erwartet werden kann, dass Stromeinsparungen zur Verdrängung fossiler Energien in der Stromerzeugung führen. Allerdings ist hierzu eine Kenntnis der Lastprofile der Gerätegruppen nötig, um dies belegen zu können. In einer genauen Rechnung müssten stundenscharfe Lastprofile für die einzelnen Produktgruppen ermittelt werden und mit dem Einsatz des Kraftwerksparks verglichen werden. Dies ist sehr aufwändig bei der Datenerhebung. In einer konservativen Abschätzung können daher die mittleren Emissionsfaktoren verwendet werden. Diese unterschätzen allerdings mit einiger Wahrscheinlichkeit die CO<sub>2</sub>-Einsparungen.



- Die CEMEP (die europäische Vertretung der nationalen Herstellerverbände von Elektromotoren) erhebt jährlich die Marktanteile der in Europa produzierten Elektromotoren<sup>22</sup>, aufgeteilt nach Energieeffizienzklassen. Diese Erhebung teilt Motoren anhand ihres Wirkungsgrades in drei Klassen. Mit Eff1 sind die effizientesten und mit Eff3 die Motoren mit niedrigstem Wirkungsgrad bezeichnet. Die Daten sind seit 1998 verfügbar und werden regelmäßig zu Beginn des folgenden Jahres veröffentlicht. Sie erlauben eine Abschätzung des spezifischen Energieeinsatzes der Produktgruppe vor Einführung des Ökodesign Standards. Zu beachten ist, dass die Zahlen derzeit nur aggregiert für die EU verfügbar sind und die Definition der CEMEP Klassifizierung leicht von der Definition der Ökodesign Standards abweicht (z.B. Leistungsbereich in den Ökodesign Standards auf 0,75-200 kW erweitert).
- Für alle großen elektrischen Haushaltsgeräte sowie einige Geräte aus den Bereichen Unterhaltungselektronik (TV, Set-Top-Boxen) und Home office (PCs und Peripheriegeräte) könnten für das Monitoring alternativ Daten aus dem Retail Panel der GfK verwendet werden. Diese Daten beinhalten sowohl Geräteverkäufe nach Menge und Wert sowie für alle Gerätegruppen außer dem Bereich Home office auch Angaben zum Energieverbrauch der verkauften Geräte. Die Marktabdeckung des GfK Retail Panels liegt je nach Gerätegruppe zwischen rund 60 und 90 %. Bei den Gerätegruppen, für die es ein verbindliches EU-Energielabel gibt, ist das Energie-Feature die jeweilige Energieeffizienzklasse, für Geräte der Unterhaltungselektronik erhebt die GfK seit die Energieverbrauchsangaben der Hersteller mit. Diese Daten stehen auf jährlicher (und monatlicher) Basis und sehr zeitnah zur Verfügung. Nachteil ist, dass die GfK-Daten käuflich erworben werden müssen, wobei die Kosten bei einem sehr hohen Aktualitätsgrad der Daten am höchsten sind. Der Vorteil dieser Daten liegt vor allem in der hohen Aktualität und der großen Marktnähe dieser Daten. Bisher können ca. 8 Produktgruppen hiermit abgedeckt werden; Fernseher kommen demnächst hinzu. Für das Monitoring werden allerdings nicht unbedingt die neusten Daten benötigt, wenn Kosten gespart werden sollen.

### **Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Im Fall dass das Monitoringsystem auf der Prodcom oder nationalen Produktionsstatistik aufgebaut wird, ist die Datenerhebung durch die Statistischen Ämter sichergestellt. Andernfalls müssen die Aktivitätsgrößen auf spezielle Erhebungen ggf. auch privater Akteure aufbauen. Diese Datenerhebungen erfolgen ebenfalls zum Teil regelmäßig:

---

<sup>22</sup> Die Erhebung wird nur für Elektromotoren durchgeführt, die der freiwilligen Selbstvereinbarung der Europäischen Motorenhersteller unterliegen, den Marktanteil von Motoren mit niedrigstem Wirkungsgrad (EFF3) zu reduzieren. Die folgenden „Standard“ Motoren fallen unter das Klassifizierungssystem: Drehstrom-Asynchronmotoren mit Lüfter im Bereich von 1,1 bis 90 kW, 2- oder 4- polig, Nennspannung 400V 50Hz, Betriebsart S1. Sie machen einen Großteil der verkauften Motoren aus.

- GfK-Erhebungen zu Elektrogeräten (siehe oben), müssen aber kommerziell erworben werden.
- Die Datenerhebung des CEMEP zu den Marktanteilen energieeffizienter Elektromotoren wird ab 2010 auf die neue international einheitliche Klassifizierung IE1 bis IE4 umgestellt und auf dem bisherigen Niveau weitergeführt. Mit der Umstellung wird die Erhebung auch diejenigen Motoren erfassen, die bisher außerhalb der Klassifizierung lagen.

Falls die Umsetzung des Standards auf einer freiwilligen Vereinbarung erfolgt sind die Durchführenden der freiwilligen Vereinbarung für das Monitoring verantwortlich (Art. 17 der Direktive).

Die Daten für die spezifischen Kenngrößen bzw. Befolgungsraten<sup>23</sup> müssen aus Literaturstudien im Rahmen der Ökodesignrichtlinie (EuP-Vorstudien), anderen Literaturstudien (z.B. Entwürfe für Freiwillige Vereinbarungen), Expertenbefragungen und ggf. Stichprobenerhebungen<sup>24</sup> ermittelt werden.

Zu prüfen sind Aktivitäten der dena in diesem Bereich und das Vorhandensein eventueller Datenbanken bei der dena.

### **Welche Synergieeffekte können mit anderen Berichtspflichten (Projektionsbericht, Nationaler Inventarbericht etc.) erreicht werden?**

Generell zu berücksichtigen ist, dass die Europäische Kommission bis zum 6. Juli 2010 einen Review der Richtlinie vorzulegen hat (Art. 23). Das hier diskutierte Monitoringsystem sollte berücksichtigen, was an eventuellen Auswertungen erfolgt und inwieweit dort quantitative Daten für einzelne Mitgliedstaaten erhoben werden (Kontaktaufnahme mit der EU Kommission).

Synergieeffekte können vor allem bei der Bestimmung der spezifischen Kenngrößen erzielt für die Projektionsberichte erzielt werden, welche ja auch in die Projektionen einfließen. Weiterhin liefern die Projektionsberichte die ex-ante Schätzungen für die Maßnahmenwirkungen, mit denen die im Monitoring erzielten Werte verglichen werden können.

Mit dem nationalen Inventarbericht ergeben sich kaum Synergien, da die Daten dort nicht detailliert genug sind.

Weitere Synergien bestehen im Hinblick auf die nationale Berichterstattung unter der EU-Richtlinie zu Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen (RL 2006/32/EC;

---

<sup>23</sup> Siehe hierzu die zuvor gemachte Anmerkung, dass sich die Geräte zumeist am oberen Ende ihrer Labelklasse befinden (OECD/IEA, 2003).

<sup>24</sup> Solche Stichprobenerhebungen könnten z.B. durch das BMWi/BMU organisiert werden.

EDL-RL), für die die *Bundesstelle für Energieeffizienz und Energiedienstleistungen* beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) benannt wurde. Die von der EU-Kommission im Juni 2009 vorgelegten harmonisierten top-down- und bottom-up Berechnungsverfahren (Europäische Kommission 2009) erfordern sowohl für die Berechnung von top-down Energieeffizienzindikatoren zum Stromverbrauch der Haushalte als auch für die bottom-up-Bewertung von Maßnahmen zur Erhöhung der Stromeffizienz in Haushalts- und GHD-Sektor vergleichbaren Daten und Berechnungsformeln wie das Monitoring der Maßnahme 8 des IEKP. Einen Überblick über die in Deutschland verfügbaren Datengrundlagen und geeignete Messmethoden gibt Prognos/Fraunhofer ISI (2009). In diesem Zusammenhang wurde auch die mögliche Nutzung von GfK-Daten für die Berichterstattung unter der EDL-RL geprüft und mit der GfK diskutiert.

Weitere Synergien könnten sich ergeben, wenn Deutschland eine Institution etabliert, die für die nationale Überprüfung der unter der Ecodesign-Richtlinie festgesetzten Mindeststandards zuständig ist, wie dies von der Europäischen Kommission angedacht ist. Je nach konkreter Ausgestaltung der Kontrolle könnten auch hier Synergieeffekte auftreten.

Weitere Synergien können sich mit Auswertungen zu einzelnen Produktgruppen ergeben (z.B. GfK-Erhebungen für die Kennzeichnung von Elektrogeräten etc.).

## Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?

Für jede der oben erwähnten Produktgruppen sollen die Grunddaten wie folgt miteinander verknüpft werden, um die Energie- bzw. CO<sub>2</sub>-Einsparung für die jeweilige Produktgruppe *i* und das laufende Jahr *t* zu berechnen:

Bei Berechnung basierend auf Prodcomdaten:

$$\text{Energieeinsparung}_{i,t} = (P_{i,t} + \text{Imp}_{i,t} - \text{Exp}_{i,t}) * (SE_{i,0} - SE_{i,\text{Standard}}) * DR_{i,t} * BF_{i,t}$$

Bei Berechnung basierend auf GfK-Daten:

$$\text{Energieeinsparung}_{i,t} = V_{i,t} * (SE_{i,0} - SE_{i,\text{Standard}}) * DR_{i,t} * BF_{i,t}$$

Bei Berechnung basierend auf Expertenschätzungen:

$$\text{Energieeinsparung}_{i,t} = (H_t * AR_{i,t} / L_i) * (SE_{i,0} - SE_{i,\text{Standard}}) * DR_{i,t} * BF_{i,t}$$

$$\text{CO}_2\text{-Einsparung}_{i,t} = \text{Energieeinsparung} * EF_{\text{Strom}}$$

$$\text{Investition}_{i,t} = (P_{i,t} + \text{Imp}_{i,t} - \text{Exp}_{i,t}) * DI_{i,0} * LR_{i,t}$$

Mit:

i: Produktkategorie unter der Ökodesignrichtlinie (diese Kategorien müssen u.U. noch in weitere Untergruppen unterschieden werden).

t: laufendes Jahr; 0: Jahr vor dem Einführung der Standards

$P_{i,t}$ : Jährliche Produktion der relevanten Prodcom-Nummern (oder einer spezifischen Produktionsstatistik) für die Produktkategorie i (evtl. muss die Produktion, und im Weiteren auch Importe/Exporte in einer Produktgruppe noch weiter herunter gebrochen werden) (Quelle: Prodcom).

$Imp_{i,t}/Exp_{i,t}$ : Jährliche Importe/Exporte der Produktkategorie i (evtl. müssen Importe/Exporte einer Produktgruppe noch weiter herunter gebrochen werden) (Quelle: COMEXT-Außenhandelsstatistik).

$V_{i,t}$ : Jährlicher Verkauf der relevanten Gerätegruppen für die Produktkategorie i (evtl. muss der Verkauf in einer Produktgruppe noch weiter herunter gebrochen werden) (Quelle: GfK).

$H_t$ : Anzahl der Haushalte (Quelle: destatis).

$AR_{i,t}$ : Ausstattungsrate pro Haushalt (Quelle: ZVEI, destatis).

$L_i$ : Lebensdauer der relevanten Gerätegruppen für die Produktkategorie i (evtl. muss Produktgruppe noch weiter herunter gebrochen werden) (Quelle: EuP-Vorstudie).

$SE_{i,t}$ : Spezifischer Energieeinsatz vor der Einführung des Standards bzw. weitere Entwicklung des spezifischen Energieeinsatzes ohne Einführung des Standards. Dies kann u.U. auch der spezifische Energieeinsatz einer repräsentativen Produktkategorie sein, welche weitgehend den Markt vor der Einführung repräsentiert (z.B. die Effizienzklasse IE1 bei Elektromotoren) (Quelle: EuP-Vorstudien, GfK, IZM/ISI).

$SE_{i,Standard}$ : Spezifischer Energieeinsatz, der durch den Standard oder die entsprechende Labelklasse für die Produktgruppe vorgeschrieben wird (Ökodesign-VOs, Label-RL).

$DR_{i,t}$ : Durchdringungsrate für den Standard in der jeweiligen Produktgruppe ( $DR_{i,t} = 1$ , wenn der Standard verbindlich eingeführt wird, sonst zeitlich abhängig) (GfK).

$BF_{i,t}$ : Befolgungsfaktor für den Standard in der jeweiligen Produktgruppe (in Anlehnung an die Ökodesign-VO; OECD/IEA 2003).

$EF_{i,t}$ : Emissionsfaktor für Stromeinsparungen durch die jeweilige Produktgruppe (Quelle: Ziesing 2009).

$DI_{i,0}$ : Differenzinvestition vor Einführung des Standards (soweit relevant) (Quelle: GfK, EuP-Vorstudien).

$LR_{i,t}$ : Jährliche Lernratenfaktor, welcher vom Marktanteil bzw. der kumulierten Produktion abhängt, (EuP-Vorstudien; Jardot 2009; Weiss 2009).

Anmerkungen:

- Eventuell müssen die Produktgruppen weiter herunter gebrochen werden auf Untergruppen.
- Die Berücksichtigung eines Referenzszenarios bei den Produktgruppen, bei der ein ohnehin autonomer Fortschritt beim Energieverbrauch der Produkte ohne die Einführung von Produktstandards berücksichtigt wird, ist im Prinzip die vorzuziehende Variante, setzt aber die Kenntnis der Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs in der Vergangenheit voraus und führt zu Unsicherheit in der Bewertung der

Einsparungen. Je nach Zeitraum der verfügbaren Daten und dem gewählten Fortschreibungsszenario können die ausgewiesenen Einsparungen variieren. Überdies werden Vorzieheffekte möglicherweise ignoriert, d.h. dass sich der Markt, aufgrund längerer Übergangszeiten bereits vor Einführung des Standards auf diesen einstellt. Aus den genannten Gründen kann daher nicht a-priori gesagt werden, dass grundsätzlich der autonome Fortschritt berücksichtigt werden sollte. Hierzu muss erst weitere Erfahrung mit dem Monitoring und den Datensätzen gewonnen werden. Bei einigen Produktgruppen (z.B. bei Elektromotoren) sind längere Zeitreihen vorhanden, die erlauben würden, eine solche Referenzentwicklung zu kalibrieren.

- Die Berechnung der Gesamteinsparung bzw. der Gesamtinvestitionen erfolgt nach dem Berechnungsverfahren aus Fraunhofer ISI et al. (2008) durch Aufaddieren der jährlichen Einsparungen.

Die Referenzentwicklung wird unterschiedlich sein für Mindeststandards, Labelling von Geräten und den Top-Runner-Ansatz<sup>25</sup>:

- Mindeststandard: Referenz ist der Markt bzw. bei Verfügbarkeit die Marktentwicklung vor Einführung des verbindlichen Standards
- Labelling: Referenz ist der verbindliche Standard bzw. der Markt oder bei Verfügbarkeit die Marktentwicklung vor Einführung des Labels
- Top-Runner: Referenz ist der Markt bzw. bei Verfügbarkeit die Marktentwicklung, der ggf. durch verbindliche Standards und/oder Label bestimmt ist.

### **Wie können die Wirkungen der einzelnen Maßnahme zugeordnet werden, welche Überlagerungseffekte gibt es mit welchen Maßnahmen und welche Methode ist zur Bereinigung geeignet?**

Überlagerungseffekte bei den Einsparungen können dadurch auftreten, dass eine Produktgruppe bei anderen Produktgruppen innerhalb der Ökodesignrichtlinie eingesetzt werden, z.B. einzelne Elektromotoren. Die Einsparungen durch effiziente Motoren müssen dann bei der zweiten Produktgruppe durch einen Faktor bereinigt werden.

Überlagerungen können auch mit dem Smart-Metering auftreten, wo Stromeinsparungen u.U. dadurch realisiert werden, dass der Verbraucher Altgeräte durch effizientere Neuanschaffungen ersetzt.

Generelle Überlagerungseffekte ergeben sich bei Stromeinsparungen durch die Interaktion mit dem Emissionshandel.

---

<sup>25</sup> Hierzu läuft aktuell ein Forschungsvorhaben des UBA im FG I 2.4 „Grundkonzeption eines produktbezogenen Top-Runner- Modells auf der EU-Ebene“ (Ökopol). Ein Element ist die Dynamisierung der Mindestanforderungen der EU-Ökodesign-RL.

## Referenzen

- CEC (2008): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat. Erstellung des Arbeitsprogramms für die Jahre 2009-2011 gemäß der Ökodesign-Richtlinie. KOM(2008) 660 endgültig. Brüssel, 21.10.2008.  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0660:FIN:de:PDF>
- EPTA Ltd (2007): Study for preparing the first Working Plan of the EcoDesign Directive. Report for tender No.: ENTR/06/026. Environmental Engineers Consultants (EPTA), PE International, NTUA. Final report. Athens 22/11/2007, Revision 01: 06/12/2007.  
[http://ec.europa.eu/enterprise/eco\\_design/workingplan.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/eco_design/workingplan.htm).
- European Commission, DG TREN (2009): Note on the refining and complementing of Annex IV to Directive 2006/32/EC incl. Annex 1 on a harmonised bottom-up calculation model and recommendation note on harmonised TD indicators. Status 23.06.2009
- Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI); Forschungszentrum Jülich, Institut für Energieforschung – Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEF-STE); Öko-Institut; Centre for Energy Policy and Economics CEPE an der Eidgenössischen Technischen Hochschule ETH Zürich; Dr. Hans-Joachim Ziesing: Wirtschaftliche Bewertung von Maßnahmen des integrierten Energie- und Klimaprogramms (IEKP). Wirtschaftlicher Nutzen des Klimaschutzes. Kostenbetrachtung ausgewählter Einzelmaßnahmen der Meseberger Beschlüsse zum Klimaschutz. UBA Climate Change 14-08, Dessau-Roßlau, August 2008.
- Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM); Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI): Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft. Endbericht 43/08 im Auftrag des BMWT. Berlin, Karlsruhe, März 2009
- Jardot, D.: Die Kostenentwicklung von Energieeffizienztechnologien auf der Energienachfrage-seite am Beispiel von effizienten Elektromotoren – Analyse möglicher Kostendegressionen durch Massen- und Erfahrungseffekte. Master-Thesis, Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 8. September 2008
- OECD/IEA (2003): Cool Appliances. Policy Strategies for Energy Efficient Homes; International Energy Agency. Paris 2003, p.97  
[http://www.iea.org/papers/2008/cd\\_energy\\_efficiency\\_policy/3-Appliances%20and%20equipment/3-cool\\_appliance2003.pdf](http://www.iea.org/papers/2008/cd_energy_efficiency_policy/3-Appliances%20and%20equipment/3-cool_appliance2003.pdf)
- Prognos AG, Fraunhofer ISI (2009): Berechnung und Meldung von Endenergieeinsparungen im Rahmen der EU Energiedienstleistungsrichtlinie. Endbericht 33/08 im Auftrag des BMWi. Entwurf. Berlin, Karlsruhe, Oktober 2009
- Weiss, M.; Patel, M.K.; Junginger, M.; Blok, K.: Analyzing price and efficiency dynamics of large appliances with the experience curve approach. Energy Policy 38 (2010) 770–783, November 2009
- Ziesing, Dr. Hans-Joachim: Spezifische Emissionswerte für Strom und Fernwärme in Deutschland von 1990 bis 2008. Berlin, November 2009

## **9 Maßnahme 9 - Einspeiseregulierung für Biomethan in Erdgasnetze**

### **Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?**

Die Einspeisung und Verwendung von Biomethan in den Bereichen Stromerzeugung, Wärmeerzeugung und Kraftstoffverwendung wird derzeit statistisch nicht konsistent erfasst. Die für das IEKP-Monitoring wesentliche Größe ist aber die eingespeiste Biogasmenge, der wesentliche ökonomische Treiber kann aber bis auf Weiteres im Bereich der EEG-geförderten Verstromung vermutet werden.

### **Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

Angesichts der bisher geringen Bedeutung der Biomethaneinspeisung werden Einspeisedaten bisher aus Einzelbefragungen erfasst, die im Regelfall im Rahmen von Forschungsprojekten durchgeführt werden. Ein konsistenter – und verbindlicher - Erhebungsrahmen für den Gesamtkomplex Biogaseinspeisung und –entnahme/-verwendung existiert derzeit jedoch nicht. Einige Daten im Kontext der Biogaseinspeisung werden jedoch im Rahmen der Netzregulierung (Kostenwälzung nach GasNZV und GasNEV) erhoben. Darüber hinaus erheben die Netzbetreiber den Bilanzausgleich, sofern die eingespeisten Biogasmengen zur Verstromung im Rahmen des EEG eingesetzt werden. Diese Daten werden jedoch bisher nicht veröffentlicht und stehen dafür für das IEKP-Monitoring nicht ohne Weiteres zur Verfügung.

### **Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Eine definierte Verantwortlichkeit für Datenerhebungen existiert derzeit nur für die Bundesnetzagentur (BNetzA). Nach §41g GasNZV muss die BNetzA erstmalig zum 1. Mai 2011 und ab da jährlich die in das Gasnetz eingespeiste Menge Biomethan berichten. Darüber hinaus erhebt und veröffentlicht die BNetzA ab 2011 die durch die Biomethaneinspeisung entstehenden Kosten für Netze und Speicher sowie die Kostenstruktur für die Einspeisung und die erzielbaren Erlöse.

Darüber hinausgehende Verantwortlichkeiten müssen – auch im Rahmen der Energiebilanzierung (für die im Bereich der Biokraftstoffe eine erhebliche Verbesserung der Datengrundlagen aussteht) – noch definiert werden.

## Welche Synergieeffekte können mit anderen Berichtspflichten (Projektionsbericht, Nationaler Inventarbericht etc.) erreicht werden?

Synergieeffekte zu anderen Berichtspflichten bestehen im Bereich der Berichterstattung zur Erneuerbare-Energien-Richtlinie, wonach die Verwendung von erneuerbaren Energien für die Bereiche Stromerzeugung, Wärme- und Kälteerzeugung sowie Kraftstoffeinsatz differenziert zu berichten ist. Diese Berichtspflichten sind jedoch bisher noch nicht abschließend operationalisiert worden.

Auch im Rahmen des Erfahrungsberichts zum Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wird die Biogaseinspeisung evaluiert, soweit das eingespeiste Biogas in Anlagen eingesetzt wird, die nach dem EEG gefördert werden.

## Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?

Die Treibhausgasminderungen durch den Einsatz von Biokraftstoffen könnte über folgende Beziehung ermittelt werden

$$\Delta E_{\text{ges}}^{\text{BioGDL}} = -Q_{\text{ges}}^{\text{BioGDL}} \cdot (e_{\text{ErG}} - e_{\text{BioMethan}})$$

mit

$\Delta E_{\text{ges}}^{\text{BioGDL}}$  *gesamte Emissionsminderung der Biomethan-Durchleitung*

$Q_{\text{ges}}^{\text{BioGDL}}$  *gesamtes Durchleitungsvolumen für Biomethan*

$e_{\text{ErG}}$  *Emissionsfaktor für Erdgas*

$e_{\text{BioMethan}}$  *Emissionsfaktor für Biomethan*

Für die Ermittlung der Treibhausgasminderungen muss jedoch eine grundsätzliche methodische Entscheidung für das IEKP-Monitoring getroffen werden. Wenn die Ermittlung der Emissionsminderungswirkungen unter Einbeziehung der Prozessketten erfolgen soll, so wären die Emissionsfaktoren so zu parametrisieren, dass die entsprechenden Vorketten sowohl bei Erdgas als auch bei Biomethan berücksichtigt werden. Die Parametrisierung der Emissionsfaktoren unter Einbeziehung der Prozessketten können durch einschlägige Zusatzanalysen ermittelt werden. Entsprechende Zusatzanalysen sind verschiedentlich durchgeführt worden, führen aber zu sehr komplexen und stark von konkreten Bedingungen abhängigen Ergebnissen. Vor allem sind sie aber nicht mehr konsistent zum Territorialprinzip, auf dem die dem IEKP zugrunde liegenden Emissionsminderungsziele beruhen. Schließlich müssten die Emissionsminderungswirkungen des Biogaseinsatzes auch im Bereich anderer Maßnahmen (im Bereich der Stromerzeugung IEKP-Maßnahme 2, im Bereich der Wärmeerzeugung IEKP-Maßnahme 14 etc.) auf Vorkettenanalysen umgestellt werden, was bisher so nicht erfolgt bzw. vorgesehen ist. Falls Vorketteneffekte mit betrachtet werden sollen, müssten standardisierte Standardfaktoren ermittelt und für das IEKP-Monitoring durchgängig angewendet werden.



Aus Konsistenzgründen ist daher für das IEKP-Monitoring bis auf Weiteres zu empfehlen, die Ermittlung der Emissionsminderungseffekte ohne Berücksichtigung der Vorketten vorzunehmen. Für diesen Fall wäre in der o.g. Gleichung der Emissionsfaktor für Biomethan auf Null zu setzen<sup>26</sup>.

Für die Ermittlung der Kosten der Biomethan-Einspeisung kann bis auf Weiteres nur auf die Daten der BNetzA zurückgegriffen werden. Die Aufarbeitungsnotwendigkeiten bzw. die Aggregationsfähigkeit dieser Daten können jedoch erst nach dem erstmaligen Vorliegen dieser Daten eingeordnet werden.

### **Wie können die Wirkungen der einzelnen Maßnahme zugeordnet werden, welche Überlagerungseffekte gibt es mit welchen Maßnahmen und welche Methode ist zur Bereinigung geeignet?**

Für die KWK sind (wesentliche) Überlagerungseffekte hinsichtlich der Biogasverstromung sowie des Biogaseinsatzes im Verkehrssektor und im Bereich des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes zu berücksichtigen.

Pragmatisch erscheint jedoch zunächst die nachrichtliche Ausweisung der Emissionsminderungseffekte durch Biomethan -Durchleitung in den jeweiligen Anwendungsbereichen. Im Zusammenspiel mit der Stromerzeugung kann darüber hinaus auch der Ansatz verfolgt werden, dass der Biomethan-Durchleitung die Treibhausgasminderung zugerechnet wird, die durch den Ersatz von Erdgas zustande kommt und nur die darüber hinausgehenden Emissionsminderungen durch die Verstromung des Biomethans der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (IEKP-Maßnahme 2) zugerechnet wird.

---

<sup>26</sup> In der Debatte zwischen dem Auftraggeber (UBA I 2.5) und den Autoren gab es unterschiedliche Einschätzungen zu den anzusetzenden Emissionsfaktoren. I 2.5 plädiert grundsätzlich dafür, bei der Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger immer auch die Vorketten mit einzubeziehen. Auch die Berechnung der vermiedenen THG-Emissionen aller Erneuerbaren im Rahmen der AGEE-Stat berücksichtigt natürlich die Vorketten der jeweiligen Pfade. Gleichwohl wird das Grundproblem gesehen, dass die Analysen bei Einbezug der Vorketten komplexer werden und zwangsläufig mit mehr Unsicherheiten behaftet sind. Dennoch ist das Einbeziehen der Vorketten gerade im Bereich der energetischen Nutzung von Biomasse nach Einschätzung des UBA unerlässlich - zumal wenn es sich wie bei Biomethan überwiegend um Biogas aus Anbaubiomasse handelt. Da die Biomasse (überw. Mais) zudem in Deutschland angebaut wird, ist dem UBA zufolge auch das Argument, dass hierbei das Territorialprinzip verlassen würde, nicht nachzuvollziehen. Für die Autoren überwiegen dennoch die genannten Nachteile die Vorteile der Berücksichtigung der Vorketten. Diese Diskussion ist weiter zu verfolgen beim weiteren Ausbau des Monitoring.

## **Referenzen**

Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV): Verordnung über den Zugang zu Gasversorgungsnetzen, zuletzt geändert durch Artikel 2 Abs. 3 der Verordnung vom 17. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2006).

## 10 Maßnahme 10 - Energie-Einsparverordnung

Nach den Beschlüssen des IEKP soll die Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV) in zwei Schritten dem Stand der Technik und der Energiepreisentwicklung angepasst werden. Ferner sieht das IEKP vor, dass die Wärmeversorgung von neu errichteten Gebäuden ab dem Jahr 2020 möglichst ohne den Einsatz von fossilen Energieträgern erfolgen soll. Diese Zielvorgabe ist nahezu mit der derzeitigen Neufassung der EU-Gebäuderichtlinie identisch. Denn ab 2021 sollen Neubauten „Fast-Nullenergiegebäude“ sein, in denen der noch notwendige Wärmebedarf weitestgehend ohne fossile Energien erfolgen soll. In neu errichteten öffentlichen Gebäuden sollen die Vorgaben ab 2018 umgesetzt werden.

Der erste Novellierungsschritt der EnEV wurde mit den Beschlüssen im Bundesrat und Bundestag mit der Umsetzung zum 01. Oktober 2009 umgesetzt (EnEV 2009). In dieser Novellierung wurden die primärenergetischen Anforderungen für Alt- und Neubauten um rund 30 % erhöht. Ferner wurde festgelegt, dass die Nachtstromspeicherheizungen stufenweise bis 2020 ausgetauscht werden sollen. In einem zweiten Schritt ist nach den Vorgaben des IEKP geplant, das Rechenwerk der EnEV zu überarbeiten und die primärenergetischen Anforderungen im Jahr 2013 nochmals bis zu 30 % weiter zu verschärfen.

### Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?

Die Energie-Einsparverordnung beinhaltet Minderungsmaßnahmen durch die Wärmedämmung der Gebäudehülle und der Erneuerung der Heizungsanlagen. Für die Bewertung dieser Einzelmaßnahme stellt die Entwicklung der Gebäudeflächen zur Abschätzung der Wirkungen einen entscheidenden Parameter dar. Der jährlich vorhandene Bestand der Gebäudeflächen setzt sich aus den Altbau- und Neubauf Flächen zusammen. Die insgesamt beheizte Wohnfläche kann aus der Summe des Altbaus<sup>27</sup> und der Neubauwohnfläche bestimmt werden.

(1) Jährliche Treiber aus dem Rahmendatensatz:

- jährliche Entwicklung der Neubauwohnfläche der Wohn- und Nichtwohngebäude in Deutschland,
- jährlicher Abgang an Wohnflächen der Wohn- und Nichtwohngebäude in Deutschland,

---

<sup>27</sup> Zur Bestimmung der beheizten Altbaufläche ist der jährlich ausgewiesene Leerstand des Statistischen Bundesamts zu berücksichtigen.

- jährlicher Leerstand der Wohnflächen der Wohn- und Nichtwohngebäude in Deutschland.
- (2) Jährliche Treiber aus der Maßnahmenparametrisierung der Einzelmaßnahme:
- jährlicher Endenergieverbrauch der Wohn- und Nichtwohngebäude (für Raumwärme und Warmwasser) in Deutschland.
- (3) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Energieeinsparung:
- jährlicher flächenspezifischer Endenergieverbrauch der Wohn- und Nichtwohngebäude (für Raumwärme und Warmwasser in kWh/m<sup>2</sup>),
  - Durchschnittswert der jährlichen flächenspezifischen Endenergieeinsparungen der Wohn- und Nichtwohngebäude (für Raumwärme und Warmwasser in kWh/m<sup>2</sup>) durch vollständige energetische Sanierungen (Gebäudehülle und Heizungsanlage),
- (4) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der CO<sub>2</sub>/GHG-Einsparung (Unterscheidung direkte/indirekte Emissionen):
- Einsatz der Emissionsfaktoren zur Abschätzung der erzielten Einsparungen durch Wärmedämmung und Anlagenerneuerung. Zur Berechnung der konkreten Einsparungen ist das komplexe STE-Gebäude-Simulationsmodell zu verwenden.
- (5) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Investitionen:
- jährliche flächenspezifische Differenz-Investitionen für Wärmedämmmaßnahmen und Anlagenerneuerungen (siehe Anhang).

### **Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

Die Entwicklung der Gebäudeflächen kann durch den jährlichen Zugang und Abgang der Wohnflächen anhand der Daten (jährliche Erscheinungsfolge) des Statistischen Bundesamts (Fachserie 5, Reihen 1 und 3, Bautätigkeit und Wohnungen) bestimmt werden. Ferner kann die Ermittlung der bewohnten Wohnflächen mit den Daten (vierjährige Erscheinungsfolge; zuletzt erschienen am 3. März 2008, korrigierte Fassung vom 9. April 2008) des Statistischen Bundesamts (Fachserie 5, Heft 1, Bauen und Wohnen) vorgenommen werden.

Der Endenergieverbrauch der Wohn- und Nichtwohngebäude wird jährlich durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, derzeit Referat III C 3, veröffentlicht. Dabei kann auch eine weitere Differenzierung des Energieverbrauchs nach Anwendungsbereichen und Energieträgern vorgenommen werden.

Die zuvor genannten Informationen können zur Berechnung der Einsparungen von Energie und unter Berücksichtigung der Emissionsfaktoren zur Ermittlung der Emissionen verwendet werden.

Die spezifischen Kenngrößen zur Berechnung der Differenz-Investitionen sind jährlich den Produzenten der Wärmedämm- und Anlagenhersteller im Vergleich zur betrachteten Standardtechnologie zu entnehmen oder alternativ aus dem komplexeren STE-Gebäude-Simulations-Modell abzuleiten. Werden die Differenz-Investitionen unter Einsatz der Daten des Modells abgeschätzt, so sind in regelmäßigen Abständen Rückkopplungen mit dem STE-Gebäude-Simulations-Modell, das kontinuierlich überarbeitet wird, erforderlich.

### **Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Werden die zuvor aufgelisteten spezifischen Kenngrößen für das Monitoringsystem zur Abschätzung der Wirkungen dieser Einzelmaßnahme berücksichtigt, so kann der Datenfluss durch die statistischen Angaben sichergestellt werden. Die Ausnahme stellen die spezifischen Differenz-Investitionen dar. Hier wird empfohlen, auf der Basis der Angaben des Gebäude-SimulationsModells zur Charakterisierung der Vollsanierung<sup>28</sup> Kostenwerte für die Investitionen zu verwenden.

### **Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?**

Unter Berücksichtigung der oben erwähnten spezifischen Kenngrößen sollen die Grunddaten wie folgt miteinander verknüpft werden, um die Energie- bzw. CO<sub>2</sub>-Einsparung für das laufende Jahr  $t$  zu berechnen:

$$\text{Energieeinsparung}^{29} \quad \Delta E_t = \left( \frac{E_{t-1}}{WF_{BF,t-1}} - \frac{E_t}{WF_{BF,t}} \right) \cdot WF_{BF,t}$$

---

<sup>28</sup> In der Sanierungspraxis werden an Gebäuden sowohl Einzelmaßnahmen als auch Vollsanierungen, die eine vollständige energetische Sanierung der Gebäudehülle und der Heizungsanlage umfasst, durchgeführt. Zur rechnerischen Bewertung der Sanierungen wird auf Vollsanierungen bezogen. Dazu werden die Einsparungen einer bestimmten Zeitperiode zu einer Gesamteinsparung aufaddiert und durch die flächenspezifischen Einsparungen vollsanierter Gebäude dividiert.

<sup>29</sup> In den Auswertungen zur Berechnung der Energieeinsparungen durch energetische Sanierungen der Gebäude sind die Änderungen durch den Austausch von Nachtspeicherheizungen enthalten. Sie werden hier derzeit wegen fehlender jährlicher Daten nicht separat ausgewiesen.

mit 
$$WF_t = WF_{t-1} + WF_{NB,t} - WF_{AB,t}$$

und 
$$WF_{BF,t} = (1 - LR_t) \cdot WF_t$$

**CO<sub>2</sub>-Einsparung** 
$$\Delta CO_2(t) = (\Delta E_t \cdot EF_{ET_i,t})$$

**Investition** 
$$I(t) = (DI_t \cdot SF_t)$$

mit: 
$$SF_t = \left( \frac{\Delta E_t}{\Delta EE_t} \right)$$

$\Delta E_t$  = Energieeinsparungen durch energetische Sanierungen der Gebäude in Deutschland im Jahr t;

$E_{t-1}$  = Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser der Gebäude in Deutschland im Jahr t;

$E_t$  = Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser der Gebäude in Deutschland im Jahr t-1;

$WF_{BF,t}$  = Bewohnte Gesamtwohnfläche der Gebäude in Deutschland im Jahr t;

$WF_{BF,t-1}$  = Bewohnte Gesamtwohnfläche der Gebäude in Deutschland im Jahr t-1;

$WF_t$  = Gesamtwohnfläche der Gebäude in Deutschland im Jahr t;

$WF_{t-1}$  = Gesamtwohnfläche der Gebäude in Deutschland im Jahr t-1;

$WF_{NB,t}$  = Neubau an Wohnflächen in Deutschland im Jahr t;

$WF_{AB,t}$  = Abgang an Wohnflächen in Deutschland im Jahr t;

$LR_t$  = Leerstandsrate der Wohnflächen in Deutschland im Jahr t;

$\Delta CO_2(t)$  = CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch energetische Sanierungen der Gebäude in Deutschland im Jahr t;

$EF_{ET_i,t}$  = Emissionsfaktor des Energieträgers i in t;

$I(t)$  = Investitionen in energetische Sanierungen der Gebäude in Deutschland im Jahr t;

- $DI_t$  = Flächenspezifische Differenz-Investitionen für vollständige energetische Sanierungen der Gebäude in Deutschland in t;
- $SF_t$  = Energetisch sanierte Wohnfläche in Deutschland im Jahr t;
- $\Delta EE_t$  = Flächenspezifische Endenergieeinsparung von vollständig sanierten Gebäuden in Deutschland im Jahr t.

### **Wie können die Wirkungen der einzelnen Maßnahme zugeordnet werden, welche Überlagerungseffekte gibt es mit welchen Maßnahmen und welche Methode ist zur Bereinigung geeignet?**

Die Energie-Einsparverordnung (Maßnahme 10), wie in ISI/FZ Jülich/Öko-Institut/Ziesing (2008) parametrisiert, ist aufgrund der Überlagerungen mit den Maßnahmen 11 bis 15 nicht doppelzählungsfrei. Mit Ausnahme der Maßnahme 14, die anteilig in dieser Einzelmaßnahme vorkommt, sind die Wirkungen der zuvor genannten Gebäudemassnahmen nahezu vollständig in der EnEV enthalten. Wirkungen in den Maßnahmen 11 bis 15, die über die Vorgaben der EnEV hinausgehen, könnten grundsätzlich durch einen Faktor bereinigt und abgeschätzt werden.

### **Referenzen**

- BMWi, BMU (2007). Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung. Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23./24.08.2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm. Berlin. Download unter: <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/40514.php>
- ENEV (2009) Verordnung zur Änderung der Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energie-Einspar-Verordnung - EnEV), verkündet im Bundesgesetzblatt vom 29.04.2009.
- ISI/FZ Jülich/Öko-Institut/Ziesing (2008). Wirtschaftliche Bewertung von Maßnahmen des integrierten Energie- und Klimaprogramms (IEKP), Wirtschaftlicher Nutzen des Klimaschutzes Kostenbetrachtung ausgewählter Einzelmaßnahmen der Meseberger Beschlüsse zum Klimaschutz, Forschungsbericht 205 46 434 UBA-FB 001097, Download unter: <http://www.umweltbundesamt.de>.

## Anhang 1: Anmerkungen zu den Kostenberechnungen der Gebäudemaßnahmen

Die Kosteneffizienz kann für die Maßnahmen des IEKP im Gebäudebereich grundsätzlich mit Differenz-Investitionen zur Darstellung der energiebedingten Mehrkosten gerechnet werden.

### Begründung:

#### 1) Betrachtungszeitraum:

Die Berechnungen der Vermeidungskosten beziehen sich auf eine Referenz-Technologie. Daraus resultiert für die Kostenberechnung ein Betrachtungszeitraum, der durch die Lebensdauer der Maßnahme festgelegt ist. Dieser Betrachtungszeitraum kann sich für verschiedene Maßnahmen unterscheiden, da auch die technischen Lebensdauern der verschiedenen Technologien stark unterschiedlich sein können.

#### 2) Kosten:

##### a) Kapitalwert

Bei einer Investition gibt es häufig mehrere Zahlungen zu verschiedenen Zeitpunkten. Für die Bewertung der Zahlungen wird von jeder Zahlung der Barwert gebildet und anschließend diese Barwerte aufsummiert. Die so gebildete Summe, die sich aus den auf einen Anfangszeitpunkt diskontierten Zahlungen ergibt, wird als Kapitalwert bezeichnet. Folglich kann festgehalten werden, dass der Kapitalwert der Summe aller Barwerte entspricht. Dabei wird die Investition, die zu Beginn mit der Durchführung einer Sanierungsmaßnahme geleistet wird, nicht diskontiert.

##### b) Annuitätenmethode

Die Annuität ist gekennzeichnet durch eine regelmäßige und in ihrer Höhe gleich bleibende Zahlung. Im Betrachtungszeitraum anfallende Investitionen, laufende Kosten oder Erträge werden dabei gleichmäßig über den Betrachtungszeitraum verteilt. Wie bei der Ermittlung des Kapitalwerts werden alle Zahlungen diskontiert. Zur Bestimmung von konstanten jährlichen Zahlungen werden die annuitätischen Kosten über der gesamten Lebensdauer der Technologie ermittelt. Sind die jährlichen Zahlungen z.B. wegen einer Energiepreissteigerung nicht konstant, so muss dies in der Annuität berücksichtigt werden.

**=> Für die Kostenberechnung der Gebäudemaßnahmen im Rahmen dieses Projekts werden die annuitätischen Kosten über der gesamten Lebensdauer bestimmt.**



c) Kostenberechnung nach dem Kopplungsprinzip:

Bei den Berechnungen wird vom sog. **Kopplungsprinzip** ausgegangen. Dabei wird unterstellt, dass die wärmetechnische Sanierung im Zuge einer der regelmäßigen Instandsetzungen des Gebäudes durchgeführt wird. Dies hat folglich zur Konsequenz, dass in die Wirtschaftlichkeitsberechnung grundsätzlich die zusätzlichen energiebedingten Mehrkosten gegenüber der ohnehin stattfindenden Instandsetzungsmaßnahme einfließen.

Es gibt jedoch nachfolgende Ausnahmen:

Dämmung der Kellerdecke / obersten Geschossdecke: Für die Kellerdecke und die oberste Geschossdecke sind in der Regel im Rahmen der technischen Lebensdauer des Gebäudes keine Instandsetzungsarbeiten erforderlich, so dass diese Bauteile bei den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen mit ihren Vollkosten berücksichtigt werden.

Gegenüber der Vollkostenbetrachtung werden für die anderen Bauteile der Gebäudehülle anteilige Kosten für die energetische Sanierung beachtet, die u.a. Berechnungen des IWU (2008) sowie der Energieberatersoftware Hottgenroth für Sanierungen nach der EnEV 2009 entsprechen.

A) Fassade:

Die Mehrkosten für die energetische Sanierung der Fassade werden in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit 70 % der Vollkosten angesetzt.

B) Fenster:

Die Mehrkosten für die energetische Sanierung der Fensterflächen werden in der Wirtschaftlichkeitsanalysen mit 30 % der Vollkosten berücksichtigt.

C) Dach:

Die Mehrkosten für die energetische Sanierung des Daches werden in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit 40 % der Vollkosten angesetzt.

In den Wirtschaftlichkeitsanalysen wird eine Unterscheidung hinsichtlich einer selbst genutzten oder vermieteten Immobilie vorgenommen. Während bei selbst genutzten Immobilien der Mehrertrag durch die eingesparten Energiekosten entsteht, sind dies bei vermieteten Immobilien resultierende Mieterhöhungen. Aufgrund der regionalen Differenzierung des deutschen Wohnungsmarkts und den Analysen in Kuckshinrichs et al. (2009) wird entgegen der gesetzlichen Umlage zur Wohnwertverbesserung (energetische Investitionskosten) von 11 % ein verminderter Zuschlag von im Mittel 5 % als wahrscheinlich am Markt realisierbar angesetzt.

## Referenzen zum Anhang

IWU (2008) Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen für die selbst genutzte Wohnimmobilie und den vermieteten Bestand. Darmstadt.

Kuchshinrichs et al. (2009) Gesamtwirtschaftliche CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten der energetischen Gebäudesanierung und Kosten der Förderung für den Bundeshaushalt im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms. Studie im Auftrag der KfW, Forschungszentrum Jülich – Institut für Energieforschung – Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEF-STE), STE-Research Report 04/2009, Jülich.

## **11        Maßnahme 11 - Betriebskosten bei Mietwohnungen**

Da entgegen den Beschlüssen im IEKP bisher nur eine Novellierung der HeizkostenVO umgesetzt worden ist, wurden wesentliche klimapolitische Instrumente durch die Berücksichtigung eines möglichen Heizkosten-Kürzungsrechts und die Vereinfachung des Wärme-Contractings im Mietwohnungsmarkt nicht erzielt. Eine Umsetzung der Vorgaben des IEKP ist vorläufig nicht absehbar, so dass im Rahmen eines Projekt-Workshops vereinbart wurde, diese Maßnahme derzeit im Monitoringsystem nicht weiter zu betrachten.

## 12 Maßnahme 12 – CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm

Nach den Beschlüssen des IEKP soll das Förderprogramm CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm der KfW inhaltlich umstrukturiert und fortgeführt werden.

Eine erste Umstrukturierung der KfW-Programme ist im April 2009 parallel zur Novellierung der EnEV 2007 durch die Anpassung der Programme für energieeffizientes Bauen und Sanieren vorgenommen worden. Dabei ist das Programm in „Energieeffizient Sanieren“ umbenannt und ein einheitlicher Effizienzhaus-Standard für den Neubau und die Komplettsanierung entwickelt worden. Im Rahmen der Umstrukturierung der KfW-Programme wurde auch eine Sonderförderung zum schrittweisen Ersatz der Nachspeicherheizungen realisiert werden. Änderungen hinsichtlich der einzelnen Förderstufen und deren Anpassungen an die EnEV 2009 wurden zum 01.10.2009 eingeleitet (KfW 2009).

### **Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?**

Die KfW hat für die Förderjahre 2005 bis 2008 eine Evaluierung des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms durchführen lassen, um die angestoßenen Investitionen, die induzierten Energieeinsparungen und CO<sub>2</sub>-Reduktionen sowie die Arbeitsplatzeffekte zu quantifizieren (siehe dazu Clausnitzer et al. 2007/2008/2009 sowie Gabriel & Balmert 2007). Die Ergebnisse der Förderjahre 2005 bis 2007 wurden in Hansen et al. (2009) im Rahmen einer gesamtwirtschaftlichen Analyse des Programms für die KfW bewertet. Zur Bewertung dieses Instruments werden nachfolgende Kenngrößen benötigt:

- (1) Jährliche Treiber aus dem Rahmendatensatz:
  - Keine.
- (2) Jährliche Treiber aus der Maßnahmenparametrisierung der Einzelmaßnahme:
  - jährliche Anzahl der geförderten Darlehensfälle;
  - jährliche Anzahl der geförderten Zuschussfälle.
- (3) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Energieeinsparung:
  - jährliche flächenspezifische Endenergieeinsparungen der geförderten Gebäude in Deutschland.
  - Mittlere jährliche sanierte Wohnfläche der geförderten Gebäude in Deutschland.
- (4) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der CO<sub>2</sub>/GHG-Einsparung (Unterscheidung direkte/indirekte Emissionen):
  - Einsatz der Emissionsfaktoren zur Abschätzung der erzielten Einsparungen durch Einzelmaßnahmen im Rahmen des Förderprogramms. Zur Berechnung

der konkreten Einsparungen je Technologie sind die jährlichen Ausarbeitungen von Clausnitzer et al. 2007/2008/2009 zu verwenden.

- (5) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Investitionen:
- jährliche flächenspezifische Differenz-Investitionen<sup>30</sup> für Wärmedämmmaßnahmen und Anlagenerneuerungen.

### **Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

Die notwendigen Informationen für die zuvor aufgelisteten Kenngrößen sind derzeit (bis einschließlich 2011) im Rahmen der Evaluierung dieses Programms im Auftrag der KfW jährlich verfügbar (Arbeitsgemeinschaft bestehend aus dem Bremer Energie Institut, dem Institut für Wohnen und Umwelt sowie dem Institut für Statistik der Universität Bremen).

Sollte eine Evaluierung des Förderprogramms nach 2011 nicht weiter verfolgt werden, so könnten die Kenngrößen bezüglich der Wirkungen dieser Maßnahme mit Hilfe des komplexeren STE-Gebäude-Simulations-Modells abgeschätzt werden.

### **Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Werden die zuvor aufgelisteten spezifischen Kenngrößen für das Monitoringsystem zur Abschätzung der Wirkungen dieser Einzelmaßnahme berücksichtigt, so kann der Datenfluss durch die stichprobenartig erhobenen Angaben, die anschließend auf den Gesamtbestand der Förder- und Zuschussfälle dieses Programms hochgerechnet werden, durch die Evaluierung des Programms sichergestellt werden.

### **Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?**

Unter Berücksichtigung der oben erwähnten spezifischen Kenngrößen sollen die Grunddaten wie folgt miteinander verknüpft werden, um die Energie- bzw. CO<sub>2</sub>-Einsparung für das laufende Jahr  $t$  zu berechnen:

---

30 Die verwendete Definition für die Bildung der Differenz-Investition (Differenz-Investition = Investition für umweltfreundliche Technologie minus Investition für Standardtechnologie) lässt sich im Gebäudebereich so nicht anwenden, weil die Standardtechnologien nicht definiert werden können. Aus diesem Grund werden im Gebäudebereich die Berechnungen als Vollkostenrechnungen durchgeführt, um eine methodisch konsistente Ermittlung der Wirtschaftlichkeit sicher zu stellen und einen aussagekräftigen Vergleich der verschiedenen, einzelnen Effizienzmaßnahmen durchführen zu können.

**Energieeinsparung**  $\Delta E_{Gef,t} = \Delta EE_{Gef,t} \cdot WF_{Gef,t}$

**CO<sub>2</sub>-Einsparung**  $\Delta CO_2(t) = \left( \Delta E_{Gef,t} \cdot EF_{ET_i,t} \right)$

**Investition**  $I(t) = \left( DI_t \cdot WF_{Gef,t} \right)$

mit:  $DI_t = \left[ \sum_{j=1}^o DF_{t,j} + \sum_{k=1}^p ZF_{t,k} \right] \cdot \frac{1}{WF_{Gef,t}}$

$\Delta E_{Gef,t}$  = Energieeinsparungen durch geförderte energetische Sanierungen der Gebäude in Deutschland im Förderjahr t;

$\Delta EE_{Gef,t}$  = Flächenspezifische Endenergieeinsparung der geförderten Darlehens- und Zuschussfälle des Programms in Deutschland im Förderjahr t.

$WF_{Gef,t}$  = Geförderte Wohnfläche der Gebäude in Deutschland im Jahr t;

$\Delta CO_2(t)$  = CO<sub>2</sub>-Einsparungen des Förderprogramms durch energetische Sanierungen der Gebäude in Deutschland im Förderjahr t;

$EF_{ET_i,t}$  = Emissionsfaktor des Energieträgers i im Förderjahr t;

$I(t)$  = Konsolidierte Investitionen in energetische Sanierungen der Gebäude im Rahmen des Förderprogramms in Deutschland im Förderjahr t;

$DI_t$  = Flächenspezifische Differenz-Investitionen für vollständige energetische Sanierungen der Gebäude im Rahmen des Förderprogramms in Deutschland im Förderjahr t;

$DF_{t,j}$  = Differenz-Investitionen der Darlehensfälle für die Maßnahme j im Förderjahr t;

$ZF_{t,k}$  = Differenz-Investitionen der Zuschussfälle für die Maßnahme k im Förderjahr t.

## Referenzen

- BMWi, BMU (2007). Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung. Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23./24.08.2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm. Berlin. Download unter: <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/40514.php>
- CLAUSNITZER, et al. (2007) Ermittlung von Effekten des KfW-CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms. Entwicklung der Methodik und Ergebnisse der Berichtsperioden 2005 und 2006. Bremer Energie Institut, Bremen.
- CLAUSNITZER, et al. (2008) Effekte des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms 2007. Bremer Energie Institut, Bremen.
- CLAUSNITZER, et al. (2009) Effekte des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms 2008. Bremer Energie Institut, Bremen.
- KfW (2009) KfW-Programm Energieeffizient Sanieren (Zuschuss- und Kreditvariante) der KfW-Förderbank – Programmnummer 151/152 und 430, Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Frankfurt.

## **13 Maßnahme 13 – Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur**

Die Vorgaben des IEKP sehen vor, dass je saniertes Gebäude der sozialen Infrastruktur der Primärenergieverbrauch um rund 50 % verringert werden soll. Dabei werden Maßnahmen des baulichen Wärmeschutzes sowie der Anlagentechnik einschließlich des Einsatzes von erneuerbaren Energien finanziell unterstützt. Die Finanzierung soll von 2008 bis 2010 im Rahmen einer Drittel-Finanzierung zwischen Bund, Ländern und Gemeinden jährlich in einer Gesamthöhe von 600 Mio. Euro erfolgen. Zusätzlich wurden im Jahr 2009 durch das Konjunkturpaket der Bundesregierung weitere finanzielle Mittel für energetische Sanierungen der sozialen Infrastruktur zur Verfügung gestellt. Die Bundesmittel zum Investitionspakt zur energetischen Sanierung von Schulen, Kindergärten, Sportstätten und der sonstigen sozialen Infrastruktur in den Kommunen von 200 Mio. Euro werden mit dem Konjunkturpaket I im Jahr 2009 auf 300 Mio. Euro aufgestockt. In den Folgejahren 2010/2011 stehen Bundesmittel von je 200 Mio. € zur Verfügung.

Dieses Fördervolumen wird durch das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren – Kommunen“ durch zinsverbilligte Darlehen für Kommunen und gemeinnützige Vereine mit der Investitionsoffensive Infrastruktur in den Jahren 2009 und 2010 neben den bereits eingeplanten 200 Mio. Euro pro Jahr zusätzlich um 300 Mio. Euro zur Verstärkung der Investitionen bei wichtigen Infrastrukturvorhaben ergänzt.

### **Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?**

Förderfähige Gebäude im Rahmen des Programms Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur sind soziale Infrastruktureinrichtungen im weitesten Sinne. Dazu zählen zum Beispiel Schulen, Kindertagesstätten, Begegnungseinrichtungen, Mehrzweckhallen, Sportbauten oder Feuerwehrstützpunkte. Der energetische Zustand der Gebäude, die vor 1990 errichtet wurden, muss vor der Sanierung den jeweiligen Vergleichswert der EnEV um 30 % überschreiten. Nach erfolgter Sanierung hat der energetische Zustand mindestens das Neubauniveau der gültigen EnEV zu erfüllen.

Zur Bewertung dieses Instruments werden insgesamt nachfolgende Kenngrößen benötigt:

- (1) Jährliche Treiber aus dem Rahmendatensatz:
  - Keine.
- (2) Jährliche Treiber aus der Maßnahmenparametrisierung der Einzelmaßnahme:
  - Jährlich abgerufene Finanzmittel für energetische Maßnahmen.



Dies setzt voraus, dass die durchzuführende Evaluierung<sup>31</sup> des Programms Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur gemäß der Begleitforschung eine Trennung der eingesetzten Finanzmittel für energetische Sanierungen und weitere Arbeiten erlaubt.

Für die KfW-Programme können die Mittelabflüsse jährlich durch die KfW vermittelt werden.

- (3) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Energieeinsparung:
  - jährliche spezifische Endenergieeinsparungen der geförderten sozialen Gebäude.
  - Grundsätzlich gelten auch hier die Anmerkungen wie unter (2). Ergänzend ist festzuhalten, dass derzeit die Begleitforschung noch keine Angaben zu den gesamten Energieeinsparungen sondern nur zu einzelnen Projekten machen kann.
- (4) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der CO<sub>2</sub>/GHG-Einsparung (Unterscheidung direkte/indirekte Emissionen):
  - Einsatz der Emissionsfaktoren zur Abschätzung der erzielten Einsparungen durch Einzelmaßnahmen im Rahmen des Programms.
- (5) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Investitionen:
  - jährliche flächenspezifische Differenz-Investitionen für Wärmedämmmaßnahmen und Anlagenerneuerungen.

### **Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

Die notwendigen Informationen für die zuvor aufgelisteten Kenngrößen sind für den Zeitraum der Programmlaufzeit des Investitionspakts nach der Durchführung der Evaluierung grundsätzlich verfügbar. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) begleitet und betreut seit April 2009 die B.&S.U. mbH gemeinsam mit dem IfS Institut für Stadtfor- schung und Strukturpolitik GmbH den Investitionspakt als Bundestransferstelle. Nach Informationen dieser Transferstelle wird mit dem Aufbau der Evaluierung wird derzeit begonnen. Eine weitere Forschungsgruppe (Uni Wuppertal und DIW econ) untersucht die Wachstums – und Beschäftigungswirkungen des I Paktes. Die mit der Umsetzung des I Paktes befassten Länderdienststellen erheben u.a. die Nettogrundflächen, die Endenergieeinsparungen, soweit möglich die CO<sub>2</sub> Minderung und melden diese dann

---

<sup>31</sup> Nach Artikel 104b, Abs. 3 GG müssen Bundestag, Bundesregierung und Bundesrat auf Verlangen über die Durchführung der Maßnahmen und die erzielten Verbesserungen unterrichtet werden. Neben der volkswirtschaftlichen Dimension sind die stadtentwicklungs- und umweltpolitischen Dimensionen Gegenstand der Unterrichtungspflicht.

dem BMVBS. Bisher liegen diese spezifischen Daten aus 3 Bundesländern vor. Daten zu den geplanten Investitionskosten liegen nur in Einzelfällen vor.

Im Übergang wird empfohlen, die Kenngrößen (insb. Daten zu den Investitionskosten) bezüglich der Wirkungen dieser Maßnahme auf der Basis der Kennwerte des komplexeren STE-Gebäude-Simulations-Modells abzuschätzen.

Für das KfW-Programm sind die Angaben bezüglich der jährlichen Einsparungen derzeit noch nicht verfügbar. Abschätzungen der Wirkungen könnten derzeit anhand von Einzelbeispielen auf der Basis von Kennwerten des STE-Gebäude-Simulations-Modells vorgenommen werden. Dies setzt allerdings eine regelmäßige Rückkopplung (nach einigen Jahren) mit dem Gebäude-Simulations-Modell voraus.

**Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Werden die zuvor aufgelisteten spezifischen Kenngrößen für das Monitoringsystem zur Abschätzung der Wirkungen dieser Einzelmaßnahme berücksichtigt, so könnte der Datenfluss mittelfristig durch die Angaben der Evaluierungen der Programme sichergestellt werden. Sollten die notwendigen Kenngrößen nur für Einzelbeispiele vorliegen, so wäre es möglich unter der Verwendung der Kennwerte des Gebäude-Simulations-Modells Abschätzungen vorzunehmen.

**Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?**

Unter Berücksichtigung der oben erwähnten spezifischen Kenngrößen sollen die Daten wie folgt miteinander verknüpft werden, um die Energie- bzw. CO<sub>2</sub>-Einsparung für das jeweilige Jahr t zu berechnen:

**Energieeinsparung**

$$\Delta E_{SGeb,t} = \left( \Delta EE_{SGeb,t} \cdot \left[ \sum_{k=1}^p (FM_{SGeb,t})_k \cdot f_{Korr,SGeb} \right] \right)$$

**CO<sub>2</sub>-Einsparung**       $\Delta CO_2(t) = \left( \Delta E_{SGeb,t} \cdot EF_{ET_i,t} \right)$

## Investition

$$I(t) = \left( DI_{SGeb,t} \cdot \left[ \sum_{k=1}^p (FM_{SGeb,t})_k \cdot f_{Korr,SGeb} \right] \right) \cdot \frac{1}{WF_{SGeb,t}}$$

$\Delta E_{SGeb,t}$  = Energieeinsparungen durch geförderte energetische Sanierungen der sozialen Gebäude im Jahr t;

$\Delta EE_{SGeb,t}$  = Spezifische Endenergieeinsparung der geförderten sozialen Gebäude des Programms Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur / des KfW-Programms Energieeffizient Sanieren - Kommunen pro Mio. Euro im Förderjahr t;

$FM_{SGeb,t}$  = Abgerufene Finanzmittel des Programms Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur / des KfW-Programms Energieeffizient Sanieren - Kommunen im Jahr t;

$f_{Korr,SGeb}$  = Korrekturfaktor zur Charakterisierung des Anteils der abgerufenen Finanzmittel des Programms Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur / des KfW-Programms Energieeffizient Sanieren - Kommunen für energetische Sanierungen von sozialen Gebäuden im Jahr t;

$\Delta CO_2(t)$  = CO<sub>2</sub>-Einsparungen des Programms durch energetische Sanierungen der sozialen Gebäude Jahr t;

$EF_{ET_i,t}$  = Emissionsfaktor des Energieträgers i im Jahr t;

$WF_{SGef,t}$  = Geförderte Wohnfläche der Gebäude in Deutschland im Jahr t;  $I(t)$  = Konsolidierte Investitionen in energetische Sanierungen der sozialen Gebäude im Rahmen Programms Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur / des KfW-Programms Energieeffizient Sanieren - Kommunen im Jahr t;

$DI_{SGeb,t}$  = Flächenspezifische Differenz-Investitionen für vollständige energetische Sanierungen der sozialen Gebäude gemäß den Anforderungen des Programms Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur / des KfW-Programms Energieeffizient Sanieren - Kommunen im Jahr t.

## Referenzen

BMWi, BMU (2007). Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung. Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23./24.08.2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm. Berlin. Download unter: <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/40514.php>

INVESTITIONSPAKT (2007) Verwaltungsvereinbarung über die Gewährung von Finanzhilfen des Bundes an die Länder nach Artikel 104 b des Grundgesetzes zur energetischen Erneuerung der sozialen Infrastruktur in den Kommunen (VV Investitionspakt 2008) vom 19.12.2007.

INVESTITIONSPAKT II (2008) Verwaltungsvereinbarung über die Gewährung von Finanzhilfen des Bundes an die Länder nach Artikel 104 b des Grundgesetzes zur energetischen Erneuerung der sozialen Infrastruktur in den Kommunen (VV Investitionspakt II 2009) vom 18.12.2008.

## **14 Maßnahme 14 – Erneuerbares Energien-Wärmegesetz**

Nach dem IEKP soll das Gesetz den Ausbau des Anteils Erneuerbarer Energien für die Heizung, Warmwasserbereitung und Erzeugung von Kühl- und Prozesswärme von derzeit 7,6 % in 2007 auf 14 % im Jahr 2020 erhöhen und einen weiteren kontinuierlichen Ausbau nach 2020 gewährleisten.

Nach dem Wärmegesetz ist für Neubauten ab 2009 eine anteilige Nutzung von erneuerbaren Energien verpflichtend. Investitionsanreize im Rahmen des Marktanzreizprogramms sollen den Einsatz von Erneuerbaren im Altbau sicherstellen.

Zur Charakterisierung des Wärmegesetzes sind Informationen bezüglich der jährlichen Neubauwohnfläche und der eingesetzten Heizenergie notwendig.

Im Rahmen der Entwicklung eines Monitoringtools zur Bewertung dieses Instruments wird in Rücksprache mit dem Auftraggeber derzeit auf eine weitere Ausarbeitung verzichtet. Vielmehr wird zur Kennzeichnung der Fortschritte des EEWärmeG, welches seit Anfang 2009 in Kraft ist, auf den Erfahrungsbericht verwiesen. Dieser Bericht soll nach den aktuellen Planungen Ende 2011 vorliegen. Referenzen

### **Referenzen**

BMWi, BMU (2007). Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung. Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23./24.08.2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm. Berlin. Download unter: <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/40514.php>

## **15 Maßnahme 15 – Programm zur energetischen Sanierung von Bundesliegenschaften**

Das Programm zur energetischen Sanierung von Bundesliegenschaften soll gemäß IEKP dazu beitragen, dass durch die Erhöhung der Energieeffizienz die Ausgaben gesenkt und die Vorbildfunktion des Bundes gestärkt werden soll.

Die finanziellen Mittel werden nach der Analyse durch IEMB & BBR (2008) anteilig zu je 50 % für zivile und militärische Liegenschaften verwendet. Im Rahmen einer Evaluierung des Programms soll gemäß den Richtlinien zu diesem Programm halbjährlich über den Mitteleinsatz, die erzielten Effekte hinsichtlich der Einsparung von Energie, Energiekosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie über möglichen Handlungsbedarf innerhalb des Programms berichtet werden.

### **Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?**

Die Details der Förderfähigkeit der Bundesliegenschaften werden durch eine Durchführungsverordnung (2007) geregelt.

Zur Bewertung dieses Instruments werden grundsätzlich nachfolgende Kenngrößen benötigt:

- (1) Jährliche Treiber aus dem Rahmendatensatz:
  - Keine.
- (2) Jährliche Treiber aus der Maßnahmenparametrisierung der Einzelmaßnahme:
  - Jährlich abgerufene Finanzmittel für energetische Maßnahmen.
  - Dies setzt voraus, dass die durchzuführende Evaluierung eine Trennung der eingesetzten Finanzmittel für energetische Sanierungen und weitere Arbeiten erlaubt.
- (3) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Energieeinsparung:
  - jährliche spezifische Endenergieeinsparungen der geförderten Bundesliegenschaften.
- (4) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der CO<sub>2</sub>/GHG-Einsparung (Unterscheidung direkte/indirekte Emissionen):
  - Einsatz der Emissionsfaktoren zur Abschätzung der erzielten Einsparungen durch Einzelmaßnahmen im Rahmen des Programms.
- (5) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Investitionen:

jährliche flächenspezifische Differenz-Investitionen für Wärmedämmmaßnahmen und Anlagenerneuerungen.

## Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?

Die notwendigen Informationen für die zuvor aufgelisteten Kenngrößen können für das Energiesparprogramm Bundesliegenschaften ermittelt werden, da angedacht ist, dass die Auswirkungen jährlich durch Forschungsnehmer evaluiert und hinsichtlich der Antragszahlen, den realisierten Maßnahmen und den Energie- sowie CO<sub>2</sub>-Einsparungen ausgewertet werden sollen. Andernfalls wird vorgeschlagen auf der Basis von Einzelmaßnahmen, zu denen entsprechend verwertbare Daten vorliegen, die Gesamtwirkung dieses Instruments zu ermitteln. Sollte auch dies nicht möglich sein, so könnte die Maßnahme nur qualitativ bewertet werden.

## Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?

Werden die zuvor aufgelisteten spezifischen Kenngrößen für das Monitoringsystem zur Abschätzung der Wirkungen dieses Instruments berücksichtigt, so könnte der Datenfluss durch die Angaben der Evaluierungen der Programme sichergestellt werden.

## Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?

Unter Berücksichtigung der oben erwähnten spezifischen Kenngrößen könnten die Daten insgesamt oder für einzelne Maßnahmen wie folgt miteinander verknüpft werden, um die Energie- bzw. CO<sub>2</sub>-Einsparung für das jeweilige Jahr  $t$  zu berechnen:

### Energieeinsparung

$$\Delta E_{BL,t} = \left( \Delta EE_{BL,t} \cdot \left[ \sum_{k=1}^p (FM_{BL,t})_k \cdot f_{Korr,BL} \right] \right)$$

**CO<sub>2</sub>-Einsparung**  $\Delta CO_2(t) = \left( \Delta E_{BL,t} \cdot EF_{ET_i,t} \right)$

### Investition

$$I(t) = \left( DI_{BL,t} \cdot \left[ \sum_{k=1}^p (FM_{BL,t})_k \cdot f_{Korr,BL} \right] \cdot \frac{1}{WF_{BL,t}} \right)$$

Anmerkung:

Bei Einzelmaßnahmen würde eine Hochrechnung auf der Basis der abgerufenen Finanzmittel erforderlich.  $\Delta E_{BL,t}$  = Energieeinsparungen durch geförderte energetische Sanierungen der Bundesliegenschaften im Jahr t;

$\Delta EE_{BL,t}$  = Spezifische Endenergieeinsparung im Energiesparprogramm Bundesliegenschaften pro Mio. Euro im Jahr t;

$FM_{BL,t}$  = Abgerufene Finanzmittel im Energiesparprogramm Bundesliegenschaften im Jahr t;

$f_{Korr,BL}$  = Korrekturfaktor zur Charakterisierung des Anteils der abgerufenen Finanzmittel im Energiesparprogramm Bundesliegenschaften im Jahr t;

$\Delta CO_2(t)$  = CO<sub>2</sub>-Einsparungen des Programms durch energetische Sanierungen der Bundesliegenschaften Jahr t;

$EF_{ET,i,t}$  = Emissionsfaktor des Energieträgers i im Jahr t;

$I(t)$  = Konsolidierte Investitionen in energetische Sanierungen der Bundesliegenschaften im Rahmen des Energiesparprogramms im Jahr t;

$WF_{BL,t}$  = Geförderte Wohnfläche der Gebäude in Deutschland im Jahr t;

$DI_{BL,t}$  = Spezifische Differenz-Investitionen für vollständige energetische Sanierungen der Bundesliegenschaften gemäß den Anforderungen des Programms Energiesparprogramms n im Jahr t.

## Referenzen

BMWi, BMU (2007). Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung. Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23./24.08.2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm. Berlin. Download unter: <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/40514.php>

IEMB & BBR (2008) Evaluierung des Energieeinsparprogramms Bundesliegenschaften, 5. Teilbericht (08.06.2006 bis 10.10.2008), Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e. V. (IEMB) an der TU Berlin, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Berlin.



## 16 Maßnahme 16, 18 und 19 – CO<sub>2</sub>-Strategie Pkw, Umstellung der Kfz-Steuer auf CO<sub>2</sub>-Basis, Pkw-Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung

Grundsätzlich erscheint eine Betrachtung der Maßnahmen 16, 18 und 19 als Paket sinnvoll, da alle drei auf eine Veränderung der PKW-Flottenstruktur abzielen. Allerdings wirkt M16, die CO<sub>2</sub>-Strategie PKW, über die Angebotsseite, während M18, CO<sub>2</sub>-basierte Kfz-Steuer, und M19, Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung, über die Nachfrageseite ihre Effekte erzielen.

Der größte Teil der Wirkung des Paketes kann auf die Maßnahme M16 zurückgeführt werden. Ggf. kann im Nachgang zu einer Paketbetrachtung eine zweite Bewertungsstufe geschaltet werden, um die Wirkungen der Maßnahmen M18 und M19 vereinfacht zu isolieren. Im Folgenden wird die Betrachtung als Paket dargestellt.

Die Maßnahmen M16 und M19 sind nicht wie ursprünglich im IEKP beschlossen umgesetzt worden. Bei M16 muss der Zielwert von 120 g CO<sub>2</sub>/km des Durchschnitts der Neuwagenflotte (inklusive Anrechnung von Eco-Innovationen) erst 2015 erreicht werden, anstatt bereits 2012 wie im IEKP festgelegt. Bei M19 wurden erst im Mai 2010 die Eckpunkte der neuen Kennzeichnungsverordnung festgelegt, obwohl diese kurzfristig, d.h. 2007/2008, bereits umgesetzt werden sollte. Die bekannten Eckpunkte von M19 deuten auf eine wenig ambitionierte Umsetzung der Maßnahme hin. Trotz dieser abgewandelten und verzögerten Umsetzung lässt sich für die geänderten Umsetzungsbedingungen ein Monitoringkonzept entwickeln.

Es soll hier nochmals betont werden, dass es bei dem IEKP-Monitoringkonzept nicht um die Prüfung der Einhaltung der EU-Verordnung zur CO<sub>2</sub>-Strategie geht, sondern um die Abschätzung der tatsächlich erzielten Einsparung an THG durch die Maßnahme(n) sowie die dadurch verursachten (Differenz-)Investitionen.

### Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?

(1) Jährliche Treiber aus dem Rahmendatensatz:

- **Flottenstruktur** d.h. Zahl der Neuzulassungen nach Antriebsarten und 11 Fahrzeugtypen: Mini, Kleinwagen, Kompaktklasse, Mittelklasse, obere Mittelklasse, Oberklasse, Geländewagen, Sportwagen, Mini-Van, Großraum-Van, Utility. Das Kraftfahrtbundesamt stellt eine Statistik mit dieser Klassifizierung bereit und bezieht in diese auch die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen jeder einzelnen Klasse ein (KBA 2008).
- **Energieverbrauch im Verkehr** nach Kraftstoffarten zur Plausibilisierung (Mineralölwirtschaftsverband, AG Energiebilanzen).
- **Fahrleistung** einzelner Fahrzeugtypen in km/Jahr (MiD nicht jährlich).

- **Kraftstoffpreise.**
- (2) Jährliche Treiber aus der Maßnahmenparametrisierung der Einzelmaßnahme bzw. des Maßnahmenpaketes:
- CO<sub>2</sub>-Grenzwert für Deutschland und die EU, sowie CO<sub>2</sub>-Grenzwert nach Hersteller.
  - Kfz-Steuersätze.
  - Kriterien der Verbrauchskennzeichnung.
- (3) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Energieeinsparung (Unterscheidung Strom/Brennstoffe):
- Durchschnittlicher Energieverbrauch/100 km nach Antriebsarten und 11 Fahrzeugtypen der neuverkauften Autos (Energie- statt Treibstoffverbrauch (in l) zur besseren Vergleichbarkeit von verschiedenen Treibstoffen). Da sich der spezifische Energieverbrauch auf die Neuwagenflotte eines Jahres bezieht, muss dieser jährlich durch das KBA zur Verfügung gestellt werden.
  - Referenzwert des Energieverbrauchs ohne Maßnahmen in zwei Varianten:
    - Variante 1: konstanter Wert für 2007 (Meseberg-Beschluss), siehe TNO 2006.
    - Variante 2: autonome Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs als Fortschreibung der Vergangenheit ggf. mit Korrektur für Entwicklung der Kraftstoffpreise siehe Öko-Institut et al. 2007.
- (4) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der CO<sub>2</sub>/GHG-Einsparung (Unterscheidung direkte/indirekte Emissionen):
- Durchschnittliche CO<sub>2</sub> Emissionen/l Kraftstoff als Umrechnungsfaktor aus dem Volumen bzw. dem Energiegehalt (z.B. bei Benzin, Diesel, LPG, CNG), bzw.
  - Durchschnittliche Upstream CO<sub>2</sub> Emission bei der Erzeugung des Kraftstoffes (z.B. Biokraftstoffe, Strom). Bei den Biotreibstoffen können die unterschiedlichen Upstream-Effekte substantiellen Einfluss auf die Einsparung haben z.B. wenn Landnutzungsänderungen einbezogen werden. Es wird die Verwendung offiziell definierter Werte vorgeschlagen (z.B. aus Europäische Kommission 2009a)<sup>32</sup>.
  - Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionswerte sollten im Mit-/Ohne-Fall gleich sein.
- (5) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Investitionen:

---

<sup>32</sup> Anzumerken ist hier allerdings, dass das Monitoring in den übrigen Maßnahmen keine vollständige Ökobilanz beinhaltet und daher eine solche Vorgehensweise den methodischen Rahmen verändert, insbesondere auch wenn es um die Frage des Vergleichs mit den Treibhausgasinventaren geht. Bei den Biotreibstoffen können solche Effekte allerdings substantiellen Einfluss auf die Einsparung haben.

- Zusatzkosten zur Erzielung bestimmter Einsparungen in €/PKW ggf. nach Fahrzeugtyp z.B. nach TNO 2006 für konstante Referenz bzw. nach neueren Studien gegenüber autonomer Referenz (ggf. Greenpeace-DLR Studie, GHG-TransPoRD Projekt, neue EU-Studien).

### **Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

Die zentrale Information ist die Zahl der Neuzulassungen nach Fahrzeugtypen inklusive der CO<sub>2</sub>-Verbrauchswerte bzw. ggf. der Energieverbrauchswerte (KBA 2008). Diese kann vom Kraftfahrtbundesamt regelmäßig in aggregierter Form (11 Fahrzeugtypen) bzw. in disaggregierter Form (nach Modell) bezogen werden. Da die Berechnung anhand eines vereinfachten Excel-Tools erfolgen soll, wird die aggregierte Variante empfohlen.

Das zentrale Problem der Abschätzung der Maßnahmenwirkung liegt nicht in der Analyse des jährlichen Ist-Zustandes sondern in der Definition des Referenzfalles gegenüber dem die Wirkung der Maßnahme quantifiziert wird. Dabei sind folgende zentralen Fragen zu beantworten:

- Würden ohne Maßnahmen dieselben Fahrzeugtypen gekauft oder wie unterscheidet sich die Flottenstruktur?
- Wie würden die spezifischen Energieverbräuche / Emissionen ohne die Maßnahmen ausfallen?

In beiden Fällen existieren die oben bereits genannten Varianten zur Festlegung der Referenz:

Variante 1: Definition einer konstanten historischen Referenz z.B. Flottenstruktur im Jahr 2008 und spezifischer Energieverbrauch im Jahr 2008.

Variante 2: Erarbeitung einer Referenz für Flottenstruktur und spezifische Energieverbräuche ohne die Maßnahme. Dies kann eine zusätzliche Studie erforderlich machen, oder es kann auf vorhandene Projekte wie Politikszenerarien für den Klimaschutz aufgebaut werden.

Der Energieverbrauch im PKW-Verkehr kann zum Teil aus den Statistiken des Mineralölwirtschaftsverbandes (z.B. Benzin) bezogen werden. Zum Teil müsste er aus Sekundärstatistiken wie AG Energiebilanzen bezogen werden (z.B. Diesel, Strom).

Zur Berechnung der zusätzlichen Investitionskosten für die effizienteren PKW kann ggf. aus den Fahrzeugpreisen (z.B. VCD Auto-Umweltliste) mit historischen Vergleichen ein Proxy ermittelt werden, oder ausgehend von statischen Analysen der einzelnen Einspartechnologien und durch Anwendung eines Lernkurvenansatzes eine Fortschreibung der Investitionskosten erstellt werden. Letzterer Ansatz ist vorzuziehen und kann

auf TNO 2006 bzw. dem EU-Projekt GHG-TransPoRD (<http://www.ghg-transpord.eu/>) aufbauen.

### **Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Zentral ist eine Vereinbarung mit dem Kraftfahrtbundesamt zur Bereitstellung der Neuzulassungen in der vorgeschlagenen Kategorisierung mit 11 Kategorien und spezifischen Verbräuche/Emissionen in tabellarischer, datenverarbeitungsfähiger Form (nicht als PDF wie in KBA 2008).

Für die Investitionskosten dürfte keine andere Variante verfügbar sein, als in regelmäßigen Abständen (z.B. 5-Jahre) die Techniken zu analysieren und Investitionskosten zu ermitteln, die dann in den Zwischenjahren anhand von Lernkurven fortgeschrieben werden. Hierfür wird eine eigene Studie nötig sein.

Zur Umsetzung der Variante 2, die eine realitätsnähere Abschätzung der Einsparwirkung ermöglicht, ist im Rahmen einer Studie eine regelmäßige Erarbeitung und Aktualisierung eines Referenzszenarios für Flottenstruktur und spezifische Energieverbräuche der einzelnen Fahrzeugkategorien erforderlich.

Beide Studien sollten im regelmäßigen Turnus alle 3 bis 5 Jahre erfolgen.

### **Welche Synergieeffekte können mit anderen Berichtspflichten (Projektionsbericht, Nationaler Inventarbericht etc.) erreicht werden?**

Synergien bestehen mit dem Projektionsbericht, wenn dieser einen Ohne-Maßnahmen Fall für die Flottenstruktur berechnet. Diese Flottenstruktur im Referenzfall sollte dann auch für das IEKP-Monitoring genutzt werden und vermeidet die Erstellung einer separaten Studie für das IEKP-Monitoring.

Die Berichtspflicht im Rahmen der EU-Verordnung zur Setzung der CO<sub>2</sub>-Grenzwerte für PKW (Europäische Kommission 2009b) erfordert die jährliche Erhebung des IST-Zustandes der PKW-Neuwagenflotte und der spezifischen Emissionen und deren Übermittlung an die EU. Diese Daten können auch für die Beschreibung des IST-Zustandes für das deutsche IEKP-Monitoring genutzt werden. Die Operationalisierung der Berichtspflicht der EU-Verordnung in Deutschland ist noch unklar, dürfte aber über das KBA laufen.

## Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?

Es werden drei zentrale Formeln für die Auswertung des IST-Falles und des Referenzfalles hinsichtlich der Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung benötigt, sowie zwei Formeln für die Berechnung der (Differenz)Investitionen:

**Fahrleistung:**  $FL_{FT,AA}(t) = jFL_{FT} * NZ_{FT,AA}(t)$

**Energieverbrauch:**  $EV_{FT,AA}(t) = FL_{FT,AA}(t) * spEV_{FT,AA}(t) / 100$

**CO<sub>2</sub>-Emission:**  $CO2_{AA}(t) = \left( \sum_{FT} EV_{FT,AA}(t) \right) * spCO2_{AA}(t) / 1000$

$$CO2(t) = \sum_{AA} CO2_{AA}(t)$$

**(Differenz)Investition:**  $INV(t) = \sum_{FT,AA} \Delta spINV_{FT}(t) * NZ_{FT,AA}(t) / 1000000$

$$KA(t) = \left( \sum_{AA} \left( \sum_{FT} EV_{FT,AA}(t) \right) * KP_{AA}(t) \right) / 1000000$$

Mit:

FL =	Fahrleistung [km]
jFL =	Jahresfahrleistung der verschiedenen PKW-Kategorien [km]
NZ =	Neuzulassungen an PKW jährlich durch KBA bereitgestellt [#]
EV =	Energieverbrauch im PKW-Verkehr [l oder kWh]
spEV =	spezifischer Energieverbrauch der PKW [l/100km oder kWh/100km]
CO <sub>2</sub> =	CO <sub>2</sub> Emission der Neuwagen pro Jahr [t]
spCO <sub>2</sub> =	spezifischer CO <sub>2</sub> -Emissionswert der verschiedenen Kraftstoffe [kg/l oder kg/kWh]
INV =	Veränderung der Abschaffungsinvestition für PKW [Mio. €]
ΔspINV =	spezifische Mehrkosten zur Effizienzsteigerung der PKW [€/PKW]
KA =	Kraftstoffausgaben für PKW-Verkehr [Mio. €]
KP =	Kraftstoffpreise [€/l oder €/kWh]
Index FT =	Fahrzeugtyp
Index AA =	Antriebsart bzw. Antriebsenergieträger.

## **Wie können die Wirkungen der einzelnen Maßnahme zugeordnet werden, welche Überlagerungseffekte gibt es mit welchen Maßnahmen und welche Methode ist zur Bereinigung geeignet?**

Die Maßnahmen 16, 18 und 19 überlagern sich und können nur anhand von Einzel-Schätzungen aus der Literatur getrennt werden. Dabei stellt sich die Frage der Übertragbarkeit der Literatur-Schätzungen, da die Einzel-Schätzung ggf. unter anderen Rahmenbedingungen (z.B. in anderen Ländern) erfolgt ist.

Ggf. kann eine Bereinigung durch Anwendung eines Modelles erfolgen in dem die Maßnahmen auch implementiert wurden (z.B. ASTRA, TREMOD). In dem man die Maßnahmen jeweils einzeln im Modell sowie das Gesamtpaket im Modell simuliert, lassen sich die Anteile der einzelnen Maßnahmen abschätzen bzw. Synergien oder Abschwächungen bei gemeinsamer Anwendung der Maßnahmen ermitteln. Die Unsicherheiten bei der Trennung der Maßnahmen lassen sich aber nicht ganz beseitigen, da die Reaktionsfunktionen in den Modellen auf statistischen Schätzungen oder Heuristiken, und damit auf Informationen aus der Vergangenheit, beruhen.

Weitere Überlagerungen existieren mit den Maßnahme M17 und M26. Zu M17 lässt sich eine direkte Beziehung herstellen, indem die spezifischen Emissionswerte der Biokraftstoffe aus dieser Maßnahme verwendet werden und nicht wie oben vorgeschlagen die Werte aus der EU Richtlinie 2009/30/EC. Mit M26 sollte ein Abgleich der Wirkungen erfolgen, um eine Doppelzählung der Einsparwirkung zu vermeiden, da die Einführung der Elektromobilität sowohl durch die direkten Anreize von M26 getrieben ist, als auch durch die indirekte Wirkung von M16 und M18. Auf jeden Fall muss diese Doppelzählung bei der Aggregation der Einsparungen der einzelnen Maßnahmen vermieden werden.

## **Referenzen**

- Europäische Kommission 2009a: Fuel Quality Directive 2009/30/EC - amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emissions and amending Council Directive 1999/32/EC as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels and repealing Directive 93/12/EEC.
- Europäische Kommission 2009b: Regulation (EC) No 443/2009 setting emission performance standards for new passenger cars as part of the Community's integrated approach to reduce CO<sub>2</sub> emissions from light-duty vehicles.
- Öko-Institut, FZJ, DIS, ISI 2007: Politikszenerarien für den Klimaschutz IV. Szenarien bis 2030 für den Projektionsbericht 2007. Endbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FKZ 2005-46-434 für das Umweltbundesamt (UBA). Berlin, Karlsruhe, Jülich 2007
- TNO Science and Industry 2006: Review and analysis of the reduction potential and costs of technological and other measures to reduce CO<sub>2</sub>-emissions from passenger cars. Studie im Auftrag der Europäischen Kommission. Delft, 31.10.2006.

KBA – Kraftfahrt-Bundesamt 2008: Fahrzeugzulassungen: Neuzulassungen, Emissionen, Kraftstoffe, Jahr 2008.

## 17 Maßnahme 17 - Ausbau von Biokraftstoffen

### **Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?**

Auch für das Monitoring des Ausbaus der Biokraftstoffe können direkt Outputs wie die jährlich eingesetzte Biokraftstoffmenge zugrunde gelegt werden ohne den Umweg über Treiber und spezifische Kenngrößen.

Im Bereich der Biokraftstoffe erfolgt die politische Flankierung im Rahmen eines Mengensteuerungsmodells (Biokraftstoffquotengesetz – BioKraftQuG), das für die nächsten Jahre auf Volumen- bzw. Energieanteile und ab 2015 auf spezifische Treibhausgas-minderungen abstellt. Im Rahmen dieses BioKraftQuG werden die entsprechend in Verkehr gebrachten Biokraftstoffmengen erfasst.

Die eingesparten Brennstoffmengen können energieträgerspezifisch über die jeweiligen Substitute ermittelt werden.

Die Kosten der verpflichtenden Biokraftstoffnutzung können als Differenz aus den Großhandelspreisen für die wesentlichen Biokraftstoffe (Biodiesel und Bioethanol) sowie den Großhandelspreisen für Otto- und Dieselmotorkraftstoffen ermittelt werden.

### **Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

Im Rahmen des BioKraftQuG werden die entsprechend in Verkehr gebrachten Biokraftstoffmengen nach Qualitäten und Mengen erfasst:

- Fettsäuremethylester (FAME, Biodiesel), durch Veresterung von pflanzlichen oder tierischen Ölen oder Fetten hergestellt und den Anforderungen der DIN EN 14214 entsprechend;
- Bioethanol als Ethylalkohol ex Unterposition 2207 1000 der Kombinierten Nomenklatur (unvergällt), den Anforderungen der DIN EN 15376 entsprechend;
- Pflanzenöl, den Anforderungen der Vornorm DIN V 51605 entsprechend;
- Biomethan (Biogas; als Zumischung zu Erdgaskraftstoff) den Anforderungen für Erdgas nach § 6 der Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Kraftstoffen entsprechend.

Die primäre Veröffentlichung der entsprechenden Daten erfolgt bisher im Rahmen der vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa) erstellten amtlichen Mineralöl-daten, die durch die Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien-Statistik (AG EESat) aggregiert werden.



Großhandelspreise für Biodiesel und Ethanol sowie Kraftstoffe auf Mineralölbasis sind von kommerziellen Marktdatenanbietern verfügbar. Die bei Nutzung kommerzieller Daten anfallenden Kosten für die Beschaffung dieser Daten müssten im Rahmen des IEKP-Monitorings aufgebracht werden.

### **Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Für die Berechnung und Überwachung der Biokraftstoffquote ist der Arbeitsbereich Biokraftstoffquote (Biokraftstoffquotenstelle) beim Hauptzollamt Frankfurt (Oder) zuständig. Dort werden die Primärdaten zum Inverkehrbringen von Biokraftstoffen erhoben. Im Rahmen der „Amtlichen Mineralölstatistik für die Bundesrepublik Deutschland“ veröffentlicht das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa) monatlich das Aufkommen von Bioethanol, Biodiesel und Pflanzenöl (sowie auch von Bio-Heizöl) für den Inlandsverbrauch (Tabelle 9 der o.g. Veröffentlichung). Eine Veröffentlichung weiter differenzierter Daten, z.B. nach Bereitstellungsrouten (die für die Bewertung der Treibhausgasminderungseffekte einschließlich Vorketten entscheidend sind), ist bisher nicht erfolgt. Daten zur Nutzung von Biomethan zur Verwendung als (gasförmiger) Kraftstoff werden bisher nicht veröffentlicht.

Spätestens mit der Umstellung der Biokraftstoffquoten auf Treibhausgasminderungsquoten sollten durch die o.g. zuständigen Stellen entsprechende differenziertere Daten zu den Treibhausgasminderungseffekte ermittelt und veröffentlicht werden.

Konsistente Datenreihe für die Kostendaten auf der Großhandelsebene sind (kostenpflichtig) von kommerziellen Anbietern verfügbar.

### **Welche Synergieeffekte können mit anderen Berichtspflichten (Projektionsbericht, Nationaler Inventarbericht etc.) erreicht werden?**

Synergieeffekte zu anderen Berichtspflichten bestehen mit Blick auf die Treibhausgasinventare (wobei hier die Daten zum Biokraftstoffeinsatz auf deutlich aggregierterem Niveau berücksichtigt werden) sowie die deutschen Energiebilanzen, für die im Bereich der Biokraftstoffe eine erhebliche Verbesserung der Datengrundlagen aussteht. Darüber hinaus müssen Daten zum Einsatz erneuerbarer Energien im Kraftstoffbereich im Rahmen der Berichterstattung zur Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU regelmäßig berichtet werden.

## Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?

Die direkte Treibhausgasänderungen durch den Einsatz von Biokraftstoffen kann über folgende Beziehung ermittelt werden

$$\Delta E_{\text{ges}}^{\text{BioKrst}} = -Q_{\text{ges}}^{\text{BioD}} \cdot e^{\text{DK}} - Q_{\text{ges}}^{\text{Eth}} \cdot e^{\text{OK}} - Q_{\text{ges}}^{\text{PfÖl}} \cdot e^{\text{DK}} - Q_{\text{ges}}^{\text{BioG}} \cdot e^{\text{ErdG}}$$

mit

$\Delta E_{\text{ges}}^{\text{BioKrst}}$  *gesamte Emissionsminderung des Biokraftstoff-Einsatzes*

$Q_{\text{ges}}^{\text{BioD}}$  *gesamter Einsatz von Biodiesel*

$e^{\text{DK}}$  *Emissionsfaktor für Dieselkraftstoff*

$Q_{\text{ges}}^{\text{EtOH}}$  *gesamter Einsatz von Bioethanol*

$e^{\text{OK}}$  *Emissionsfaktor für Ottokraftstoff*

$Q_{\text{ges}}^{\text{PfÖl}}$  *gesamter Einsatz von Pflanzenöl*

$Q_{\text{ges}}^{\text{BioG}}$  *gesamter Einsatz von Biogas*

$e^{\text{ErdG}}$  *Emissionsfaktor für Erdgas*

Die so ermittelte Treibhausgasänderung bezieht sich jedoch nur auf die direkten Minderungseffekte. Prozessketteneffekte müssen durch Zusatzanalysen ermittelt werden, wobei das Problem besteht, dass Emissionseffekte in den vorgelagerten Prozessketten nicht notwendigerweise innerhalb der deutschen Landesgrenzen anfallen. Ein konsistenter methodischer Ansatz zur Berücksichtigung der Emissionseffekte in den vorgelagerten Prozessketten innerhalb und außerhalb der deutschen Landesgrenzen bzw. die hierzu notwendigen Datengrundlagen existieren bisher nicht.

Angesichts der im Bereich der Biokraftstoffe besonders gravierenden Abweichungen der Emissionsminderungen mit und ohne Berücksichtigung der Prozessketten könnten die Emissionsminderungen auch mit einem pragmatischen Ansatz für die Korrektur der o.g. Parameter ermittelt werden.

$$e_{\text{indir}}^i = e^i \cdot k_{\text{indir}}^i$$

mit

$e_{\text{indir}}^i$  *Emissionsfaktor für den Energieträger i mit Berücksichtigung von Vorketten*

$e_{\text{dir}}^i$  *Emissionsfaktor für den Energieträger i ohne Berücksichtigung von Vorketten*

Bis auf Weiteres könnten die jeweiligen Korrekturfaktoren der entsprechenden Datenzusammenstellungen des UBA (2009) zu Grunde gelegt werden, die sich allerdings nur auf das Jahr 2007 beziehen.

Angesichts der sensiblen Frage der indirekten Effekte (Unsicherheiten, Passfähigkeit zum Territorialprinzip, mögliche Doppelzählung durch ohnehin erfolgende Inventarisierung der im Inland entstehenden Vorketteneffekte etc.) sollten für das IEKP-Monitoring

zunächst die direkten Treibhausgasminderungseffekte berücksichtigt werden und die Differenzen zu den indirekten Effekten nachrichtlich ausgewiesen werden.

Die Kosten für den verpflichtenden oder geförderten Einsatz von flüssigen Biokraftstoffen können nach folgender Beziehung ermittelt werden:

$$\Delta K_{\text{ges}}^{\text{BioKrst}} = Q_{\text{ges}}^{\text{BioD}} \cdot (k^{\text{BioD}} - k^{\text{DK}}) + Q_{\text{ges}}^{\text{EtOH}} \cdot (k^{\text{EtOH}} - k^{\text{OK}}) + Q_{\text{ges}}^{\text{PrÖl}} \cdot (k^{\text{BioD}} - k^{\text{DK}})$$

mit

$KE_{\text{ges}}^{\text{BioKrst}}$  *gesamte Kosteneffekte des Biokraftstoff-Einsatzes*

$Q_{\text{ges}}^{\text{BioD}}$  *gesamter Einsatz von Biodiesel*

$k^{\text{BioD}}$  *Großhandelspreis für Biodiesel*

$k^{\text{DK}}$  *Großhandelspreis für Dieselkraftstoff*

$Q_{\text{ges}}^{\text{EtOH}}$  *gesamter Einsatz von Bioethanol*

$k^{\text{EtOH}}$  *Großhandelspreis für Bioethanol*

$k^{\text{OK}}$  *Großhandelspreis für Ottokraftstoff*

$Q_{\text{ges}}^{\text{PrÖl}}$  *gesamter Einsatz von Pflanzenöl*

Für die Ermittlung der Kosteneffekte des Einsatzes von Biomethan als Kraftstoff stehen keine hinreichend konsistenten Daten für das permanente IEKP-Monitoring zur Verfügung. Vor dem Hintergrund des auf absehbare Zeit nur sehr geringen Einsatzes von Biomethan als Kraftstoff erscheint die Auslassung dieser Kosten jedoch als hinnehmbar.

### **Wie können die Wirkungen der einzelnen Maßnahme zugeordnet werden, welche Überlagerungseffekte gibt es mit welchen Maßnahmen und welche Methode ist zur Bereinigung geeignet?**

Für die Biokraftstoffe sind (wesentliche) Überlagerungseffekte – soweit Biomethan im Kraftstoffsektor nicht-marginale Aufkommensanteile erreicht – nur hinsichtlich der Biomethaneinspeisung zu berücksichtigen.

### **Referenzen**

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): Amtliche Mineralöl- und Gasdaten für die Bundesrepublik Deutschland. Laufende monatliche Ausgaben.

Umweltbundesamt (UBA) 2009: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2007. UBA Climate Change 12/2009. Dessau-Roßlau, Oktober 2009.

## 18 Maßnahme 20 – Erweiterte Lenkungswirkung der Lkw-Maut

Die Klimawirkung veränderter Rahmenbedingungen der Lkw-Maut schlägt sich direkt im Verbrauch von Dieseldieselkraftstoff im Güterkraftverkehr wieder. Da wegen Tanktourismus und dem hohen Anteil von Transitverkehr in Deutschland die Absatzmenge von Dieseltreibstoff für den inländischen Verbrauch nicht aussagekräftig ist, muss die in Deutschland verbrauchte Menge über Fahrleistungen und Verbrauchsfaktoren hergeleitet werden. Zu unterscheiden sind dabei:

Tabelle 18-1: Klassifikation von Flotten- und Verkehrsleistungsdaten

Differenzierung	Gliederungssystematik	Gewählt
Zul. Gesamtgewicht	Minimum: Grenze der Mautpflichtigkeit (12t). Optional: Nach Gewichtsklassen (KBA oder TREMOD. Verwendung zur Beschreibung struktureller Effekte (Downsizing))	(<12t) >= 12t
Motorleistung	Minimum: keine Berücksichtigung: Optional: KW-Klassen als mögliche Alternative zu Gewichtsklassen zur Beschreibung von Downsizing-Effekten	Keine Differenzierung
Schadstoffklasse	Minimum: Schadstoffklassen nach Mautstatistik. Jeweils Aufteilung Euro 2 / 3 ohne / mit Partikelfilter in S2, S3 bzw. S4.	S1 .. S5, EEV
Achszahl	Minimum: 2-3 Achsen, 4 und mehr Achsen entspr. Mauttabelle	Anteil 2-3-Achsen
Nach Straßenklassen	Minimum: Mautpflichtiges vs. sonstiges Netz Optional: Weitere Differenzierung des sekundären Netzes nach Gebietskörperschaften	BAB und mautpfl. BStr, (übriges Netz)
Nach Verkehrslage	Minimum: Berücksichtigung durchschnittlicher Verkehrssituationen Optional: Separate Betrachtung Stau und flüssiger Verkehr	Durchschnittlicher Anteil Stau

Einflüsse auf den Kraftstoffverbrauch finden auf mehreren Ebenen statt:

- Fahrzeugproduktion: Angebot Flottenstruktur und Emissions- und Verbrauchsfaktoren der Klassen im Standard-Fahrzyklus.
- Verladende Wirtschaft: Transportnachfrage nach Wirtschaftssegmenten durch Anpassung von Kunden- und Lieferantennetzen oder langfristig durch die Anpassung von Lager- und Produktionsstandorten.
- Transportwirtschaft mit den Zwischenebenen:
  - Fuhrparkmanagement: Investition in Fahrzeuge mit Einfluss auf die Produktpalette der Nutzfahrzeughersteller.
  - Einsatzplanung: Einsatz der Flotte nach Relationen und damit nach Straßenklassen, Auslastung der Fahrzeuge
  - Personalpolitik: Fahrerausbildung zur Beeinflussung des Kraftstoffverbrauchs im Realbetrieb

## Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?

Die Bewertung der Klimawirkung der Lkw-Maut benötigt zwei Analyseschritte: (a) die Bestimmung von Reaktionszusammenhängen und Parametern sowie (b) die Quantifizierung der Wirkungen im Analysejahr. Während für die Parameterschätzung (a) lange Zeitreihen benötigt werden, beschränkt sich der Datenbedarf der Maßnahmenquantifizierung (b) auf aktuelle statistische Größen.

Auf Grund der angestrebten Komplexität und statistischen Robustheit des Ansatzes wird eine ausschließlich auf Fahrleistungsdaten basierte Berechnungsmethode verfolgt. Auch wegen des hohen Anteils ausländischer Fahrzeuge wird auf eine explizite Modellierung der Lkw-Flotten verzichtet. Für die besprochenen Fälle werden folgende Daten benötigt (vgl. Tabelle 18-1):

- (1) Jährliche Treiber aus dem Rahmendatensatz:
  - Bruttoinlandsprodukt ab 1995
  - Dieselpreise für gewerbliche Nutzung inkl. Energiesteuern ohne MWSt ab 1995
  - Durchschnittlicher jährlicher Kraftstoffverbrauch der Lkw im realen Fahrbetrieb nach Schadstoff- und Gewichtsklasse ab 1995
- (2) Jährliche Treiber aus der Maßnahmenparametrisierung der Einzelmaßnahme:
  - Jährliche Lkw-Fahrleistungen auf BAB nach Achszahl, Schadstoff- und Gewichtsklasse ab 1995.
  - Jährliche Mautsätze nach Achszahl und Schadstoffklasse ab 2005
  - Jährliche Kompensationsmaßnahmen und Investitionshilfen ab 2005 bezogen auf die geleistete Fahrleistung
  - Jährliche Lohnkosten im Fuhrgewerbe ab 1995
  - Jährliche Fixkosten des Lkw-Betriebs ab 1995
  - Jährliche Zulassungszahlen von Lkw ach Gewichtsklasse ab 1995
  - Jährliche Abmeldezahlen von Lkw ach Gewichtsklasse ab 1995
- (3) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Energieeinsparung (Unterscheidung Strom/Brennstoffe):
  - Energiegehalt von Dieseldieselkraftstoff
- (4) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der CO<sub>2</sub>/GHG-Einsparung (Unterscheidung direkte/indirekte Emissionen):
  - CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro l Dieseldieselkraftstoff (Lkw) bzw.

- Durchschnittliche jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren der Lkw im realen Fahrbetrieb nach Schadstoff- und Gewichtsklasse ab 1995
- (5) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Investitionen:
- Kosten pro Neufahrzeug nach Gewichts- und Schadstoffklasse
  - Restwert von Altfahrzeugen nach Gewicht, Alter und Schadstoffklasse
  - Investitionshilfen (s.o.)
  - Durchschnittliche jährliche Lkw-Fahrleistung im Fernverkehr nach Gewichtsklasse

### **Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

Kern der Analyse bilden differenzierte Fahrleistungsdaten. Hierfür stehen drei Quellen zur Verfügung, welche für die Schätzung der Modellparameter (a) bzw. die aktuelle Quantifizierung der Maßnahme (b) wie folgt verwendet werden können:

- Mautstatistik und Marktbeobachtungen des Bundesamtes für Güterverkehr (BAG): Daten aus dem Erfassungssystem von Toll-Collect. Fahrleistungen nach Emissionsklassen und Nationalität ab 2005. Schätzung der Achszahlen zur Mautberechnung nach KBA-Fahrleistungsstatistik.
- Fahrleistungsstatistik des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA): Diese basiert auf einer jährlichen 5-Promille-Stichprobe deutscher Fuhrunternehmen. Daten sind ab 1997 elektronisch verfügbar. Kennzeichen: Ladung / Leer, Gewicht, Achsen (für ausgewählte Jahre), Emissionsklasse, allerdings nur für deutsche Lkw auf allen Straßen. Verwendung zur Differenzierung der Mautstatistik nach Achszahlen.
- TREMOD-Verkehrsmodell: Modelliertes Verkehrsmengengerüst nach Gewichts- und Schadstoffklassen sowie Straßentypen und Verkehrssituationen ab 1991. Verwendung nach Korrektur durch aktuelle Mautstatistik als konsistente Datenbasis zur Schätzung der Modellparameter.

Die übrigen Eingangsgrößen der Parameterschätzung (a) und Quantifizierung (b) sind im Wesentlichen direkt verfügbar. Tabelle 18-2 gibt einen Überblick über die verfügbaren Datenquellen.

Tabelle 18-2: Datenquellen zur Parametrisierung und Quantifizierung der Maßnahme M20

Größe	Differenzierung	Datenquelle
Fahrleistung Lkw >12t auf BAB	Achszahl, Schadstoffklasse (ab 1995)	Kombination aus BAG-Mautstatistik, KBA-Fahrleistungsschätzung und TREMOD-Modellgrößen
Bruttoinlandsprodukt	Deutschland ab 1995	DeStatis
Dieselpreis für Großkunden	Ab 1995	BMVBS, Verkehr in Zahlen
Kraftstoffverbrauch	Emissions- und Gewichtsklassen ab 1995	UBA Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA), Version 3.1 (Jan. 2010)
CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren	Emissions- und Gewichtsklassen ab 1995	UBA Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA), Version 3.1 (Jan. 2010)
Mauttarife	Schadstoffklassen und Achszahl	BMVBS Mauttabelle
Kompensationsmaßnahmen und Beihilfen	Insgesamt ab 2005	Gesetze / Verordnungen; IfW Subventionsbericht
Lohnkosten	Jährliche Entwicklung ab 1995	DeStatis Preismonitor
Fixkosten Lkw-Betrieb	Durchschnitt ab 1995	Grobschätzung aus BGL Kosteninformationssystem (KIS)
Lkw-Anschaffungskosten	Durchschnitt aktuelle Emissionsklasse	Indirekt über Herstellerangaben
Restwert Altfahrzeuge	Alter und Schadstoffklasse	Indirekt über Schwacke-Liste Nutzfahrzeuge
Durchschnittliche Nutzungsdauer	im Fernverkehr	BMVBS Verkehr in Zahlen
Lkw-Zulassungen	Gewichts- (und Schadstoff)Klasse ab 1995	KBA
Lkw-Abmeldungen	Gewichts- (und Schadstoff)Klasse ab 1995	KBA

Schwierigkeiten bei der Verfügbarkeit qualitativ guter Daten und Zeitreihen bestehen bei Lkw-Betriebskosten sowie Neupreisen und Gebrauchtwerten von Lkw. Optionen zur Verbesserung der Datenlage werden im folgenden Abschnitt diskutiert.

### **Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Fahrleistungen nach Netzkategorien und Lkw-Klassen: Bundesamt für Güterverkehr (BAG). Eine Aufgliederung der aktuellen Mautstatistik nach dem kostenrelevanten Merkmal „Achszahl“ wäre wünschenswert.

Emissions- und Verbrauchsfaktoren: UBA. Hilfreich wäre hierbei eine Verfeinerung der 5-Jahresschritte für die Darstellung von Emissionsfaktoren auf kürzere Intervalle.

Lkw-Betriebskosten: Hier erscheint eine Aktualisierung der Kalkulationsempfehlungen des Bundesverbandes Güterkraftverkehr, Logistik und Entsorgung (BGL e.V.) angebracht.

## **Welche Synergieeffekte können mit anderen Berichtspflichten (Projektionsbericht, Nationaler Inventarbericht etc.) erreicht werden?**

Grundsätzlich werden die relevanten Daten für die Kontrolle des Mautsystems erhoben und könnten durch das BAG in weiter disaggregierter Form ohne Verletzung des Datenschutzes veröffentlicht werden. Verkehrsmodelle mit Emissionsschätzung finden regelmäßig Anwendungen bei der Vorbereitung der Bundesverkehrswegepläne. Die entsprechenden Werkzeuge stehen z.B. durch die Institute PTV (Karlsruhe), IWW (Karlsruhe) oder IVV (Aachen) zur Verfügung.

Die Informationen des Zentralen Systems Emissionen (ZSE) werden im Verkehrsreich dem TREMOD-Verkehrsmodell sowie dem Handbuch Emissionsfaktoren (HBEFA) entnommen. Die Verwendung letzterer Datenquellen für die Quantifizierung der Maßnahme 20 stellt entsprechend eine direkte Verbindung zwischen diesen Berichtspflichten her.

## **Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?**

Zur Bewertung Maßnahme „Erweiterte Lenkungswirkung der Lkw-Maut“ stehen zwei grundlegende Optionen zur Verfügung:

- Modellierung der Verkehrs- und Flottenentwicklung mit Fortschreibung der bis 2008 gültigen Mauttarife und Vergleich mit der aktuellen Entwicklung.
- Ermittlung des Einflusses von Mauthöhe und Mautspreizung auf Fahrleistung und Flottenzusammensetzung und Anwendung dieser Elastizitäten auf die Aktivitätsgrößen im Analysejahr.

Getrieben durch die große Unsicherheit von Verkehrsprognosen insbesondere vor der aktuellen wirtschaftlichen Entwicklung in Verbindung mit der relativ geringfügigen Wirkung der angepassten Mauttarife wird letztere Variante gewählt. Es werden folgende Analyseschritte benötigt:

### a) Schätzung der Modellparameter

Es wird unterstellt, dass sich die Fahrleistung in erster Näherung als Funktion des Bruttoinlandsprodukts Deutschlands (BIP-D) und der EU (BIP-EU), sowie der Transportkosten (TK) darstellt. Diese setzen sich wiederum aus fixen Betriebskosten (K-fix), Lohnkosten (K-Lohn), Kraftstoffkosten (K-KS) und Mautgebühren (K-Maut) abzüglich Finanzhilfen und Kompensationsleistungen (FH-Komp) zusammen. Gewählt wird eine Cobb-Douglas-Produktionsfunktion, welche die direkte Schätzung der Elastizitäten der Fahrleistung bezüglich Änderungen des BIP (E-BIP) und der Transportkosten (E-TK) erlaubt. Die Schätzfunktion stellt sich wie folgt dar:

$$(1) \quad FL_t = a * BIP-D^{EFL-BIP-D} * BIP-EU^{EFL-BIP-EU} * TK_t^{EFL-TK}$$



$$(1a) \quad TK_t = K\text{-fix}_t + K\text{-Lohn}_t + K\text{-KS}_t + K\text{-Maut}_t - \text{FH-Komp}_t$$

$$(1b) \quad K\text{-Maut}_t = \sum_{SK=S1..S5} (FL_{t,SK} * K\text{-Maut}_{t,SK}) / FL_t$$

wobei FL die Gesamtfahrleistung mautpflichtiger Lkw, t die Zeit, SK die Schadstoffklasse, MT der Mauttarif und a einen multiplikativen Parameter bilden. Eine Abhängigkeit der Fahrleistung FL von der Mautspreizung wird nicht unterstellt.

Die Zusammensetzung der Lkw-Flotte wird indirekt über einen Gesamtfaktor des Kraftstoffverbrauchs beschrieben. Dieser variiert stark nach Schadstoffklassen, wobei das HBEFA bis Euro-2 eine Verbrauchsreduktion und ab Euro-4 ein Kraftstoff-Mehrverbrauch gegenüber Euro-3 ausweist. Entsprechend wird die Flottenverbrauchs-funktion durch eine von Wirtschaftslage und Transportkosten weitgehend unabhängigen Komponente  $KT_t$  bestimmt. Diese lässt sich für den Zeitraum 1995 – 2009 gut durch eine einfache quadratische Funktion anpassen. Die Mautspreizung  $MS_t$  ergibt sich als Quotient aus mittlerem Mautsatz nach Gleichung 1b und dem niedrigsten Mautsatz  $K\text{-Maut}_{S5,t}$  für die Schadstoffklassen Euro-5 und EEV.

$$(2) \quad FV_t = KT_t * BIP\text{-D}^{\text{EFV-BIP-D}} * BIP\text{-EU}^{\text{EFV-BIP-EU}} * TK_t^{\text{EFV-TK}} * MS_t^{\text{EFV-MS}}$$

$$(2a) \quad KT_t = b1 + b2 * (t - b3)^2$$

$$(2b) \quad MS_t = K\text{-Maut}_t / K\text{-Maut}_{S5,t}$$

Entscheidend für die Quantifizierung der Maßnahme sind die so ermittelten Elastizitäten EFL-TK der Fahrleistung und EFV-TK des Flottenverbrauchs im Bezug bezüglich Änderungen der Transportkosten sowie EFV-MS des Flottenverbrauchs bezogen auf die relative Mautspreizung.

#### b) Quantifizierung der Maßnahme

Zunächst ist die Wirkung der erweiterten Mautspreizung auf Transportkosten und Mautspreizung zu bestimmen. Zur Anwendung der Elastizitäten sind hierbei die relativen Änderungen R-TK der Transportkosten bzw. R-MS der Mautspreizung relevant. Zu deren Berechnung werden  $TK_t$  und  $MS_t$  auf Grundlage der aktuellen Mauttabelle im Analysejahr (MT-Akt) und vor der Erweiterung (MT-2008) ermittelt.

$$(3a) \quad R\text{-TK}_t = (TK_{t,MT\text{-Akt}} - TK_{t,MT\text{-2008}}) / TK_{t,MT\text{-2008}}$$

$$(3b) \quad R\text{-MS}_t = (MS_{t,MT\text{-Akt}} - MS_{t,MT\text{-2008}}) / MS_{t,MT\text{-2008}}$$

Für das Analysejahr ergibt sich der durch Mauthöhe und Mautspreizung bedingte veränderte Kraftstoffbedarf dann als Summe der Einsparung durch Reduktion der Fahrleistung sowie durch Änderungen im Flottenverbrauch:

$$(4) \quad \text{Diff-V} = \text{FV}_t * \text{FL}_t * (\text{R-TK}_t * \text{EFL-TK} + \text{R-TK}_t * \text{EFV-TK} + \text{R-MS}_t * \text{EFV-MS})$$

Es wird angenommen, dass die Fahrleistung jährlich neu auf die gegebenen wirtschaftlichen und kostenseitigen Rahmenbedingungen einstellt. Eine Wirkung auf nachfolgende Analysejahre ist demnach nicht gegeben. Die Änderungen des Flotten-Emissionsfaktors ist jedoch auf eine geänderte Zusammensetzung der Eingesetzten Fahrzeugflotte zurückzuführen. Dementsprechend ist zweite Komponente aus Gleichung (4) in den Folgejahren zu berücksichtigen. Angenommen wird eine Wirkdauer in Höhe der durchschnittlichen Nutzungsdauer von Lkw im Fernverkehr.

#### c) Quantifizierung von CO<sub>2</sub>-Einsparungen

Die jährlichen Veränderungen in der Kraftstoffmenge können über die CO<sub>2</sub>-Intensität von Dieselmotoren direkt in CO<sub>2</sub>-Mengen umgerechnet werden.

$$(5) \quad \text{Diff-CO}_2_t = k * \text{Diff-V}_t$$

Alternativ können CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren aus HBEFA direkt in Gleichung (4) angewendet werden. Wegen der geringfügigen Höhe und großer Unsicherheiten in der Bestimmung tatsächlicher Wirkungen werden Veränderungen im Aufkommen von Bahn und Binnenschiff vernachlässigt.

#### d) Investitionskosten

Die Bestimmung von marktbedingten Neubeschaffungen von Fahrzeugen aus dem bisherigen Bewertungsansatz ist nicht möglich. Mit Hilfe von Zeitreihen von Zulassungen (FZul<sub>t</sub>) und Abmeldungen (FAbm<sub>t</sub>) des KBA ist ein der Fahrleistungsbestimmung (Gleichung 1) vergleichbares Schätzmodell aufzustellen:

$$(6a) \quad \text{FZul}_t = c1 * \text{BIP-D}^{\text{EZul-BIP}} * \text{TK}_t^{\text{EZul-TK}} * \text{MS}_t^{\text{EZul-MS}} \text{ bzw.}$$

$$(6b) \quad \text{FAbm}_t = c2 * \text{BIP-D}^{\text{EAbm-BIP}} * \text{TK}_t^{\text{EAbm-TK}} * \text{MS}_t^{\text{EAbm-MS}}$$

Über die Nutzungsdauer ND der Fahrzeuge ergeben sich schließlich mit den Anschaffungskosten (AK<sub>t</sub>), den Restwerten für Altfahrzeuge (RW<sub>t</sub>) und den Finanzhilfen des Bundes (Kompensationsmittel, FH-Komp<sub>t</sub>) jährliche Investitionskosten i.H.v.:

$$(7) \quad \text{K-Inv}_{t,t+ND} = \text{FZul}_t * (\text{R-TK}_t * \text{EZul-TK} + \text{R-MS}_t * \text{EZul-MS}) * (\text{AK}_t - \text{FH-Komp}_t) - \text{FAbm}_t * (\text{R-TK}_t * \text{EZul-TK} + \text{R-MS}_t * \text{EZul-MS}) * \text{RW}_t$$

## **Wie können die Wirkungen der einzelnen Maßnahme zugeordnet werden, welche Überlagerungseffekte gibt es mit welchen Maßnahmen und welche Methode ist zur Bereinigung geeignet?**

Die Wirkung preislicher Maßnahmen überlagert sich immer mit Investitionsförderprogrammen oder regulatorischen Maßnahmen wie z.B. der Setzung von Emissionsstandards. Mautbedingte Effekte können durch ein analytisches Modell bei Einfrieren sonstiger Variablen quantifiziert werden. Zur Bereinigung sonstiger Effekte kann dieses Modell z.B. an Mauterhebungsmaßnahmen in anderen europäischen Ländern kalibriert werden.

Problematisch bleibt jedoch, dass die durch obige Gleichungen (1), (2), (6a) und (6b) bestimmten Elastizitäten deutlich mit den Eingangsvariablen Schwanken. Eine regelmäßige Überprüfung der Annahmen mit aktualisierten Datenreihen ist entsprechend empfehlenswert, kann jedoch zu erheblichem Anpassungsbedarf der jährlichen Analyseergebnisse führen.

### **Referenzen**

- BAG 2010: Mautstatistik, Monats- und Jahrestabellen, Jahrgänge 2007 bis 2009. Bundesamt für Güterverkehr (BAG), Köln
- KBA (2009): Verkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge. Verkehrsaufkommen, Eigenschaftend es Fahrzeuges, Jahr 2009. Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg, 2009.
- DeStatis 2010: Preise – Verbraucherpreisindizes für Deutschland. Fachserie 17, Reihe 7, Eilbericht. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Januar 2010.
- BAG (2006): Marktbeobachtung Güterverkehr: Sonderbericht: Eineinhalb Jahre Streckenbezogene Lkw-Maut – Auswirkungen auf das deutsche Güterverkehrsgewerbe. Bundesamt für Güterverkehr, Köln.
- BAG (2009): Marktbeobachtung Güterverkehr: Jahresbericht 2008. Bundesamt für Güterverkehr, Köln.
- KBA (2009): Neuzulassungen im Jahr 2008 nach Größenklassen. Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg.
- INFRAS (2010): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 3.1. INFRAS, Zürich.
- BMVBS (2009): Verkehr in Zahlen 2009/2010. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS, Hsg.), Berlin.

## 19 Maßnahme 21 – Luftfahrt im EU EHS

Da das OPEN SKY Programm erst 2013 anfangen und 2020 vollständig sein wird, ist jetzt und voraussichtlich bis 2013 keine Bewertung möglich. Auch die emissionsabhängigen Landegebühren sind bisher nur für eine Testphase an drei Flughäfen umgesetzt. Wir schlagen daher vor, das Monitoring zunächst auf die Luftfahrt im europäischen Emissionshandel (EU EHS) zu konzentrieren. Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Luftfahrt nur ein Teil des Handelssystems darstellt und dass der EU EHS europaweite Effekte hat.

### Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?

- (1) Jährliche Treiber aus dem Rahmendatensatz:
  - Pkm und Tkm im Inland-Luftverkehr für Deutschland.
  - Pkm und Tkm bei internationalen Flügen, die in Deutschland starten oder landen.
- (2) Jährliche Treiber aus der Maßnahmenparametrisierung der Einzelmaßnahme:
  - Menge der zugelassenen CO<sub>2</sub>-Zertifikate (Carbon Allowances) für den ganzen EU EHS.
  - Menge der zugelassenen Carbon Allowances für Luftfahrt im EU EHS.
  - Menge der von der Luftfahrt gekauften Carbon Allowances im EU EHS.
  - Handelspreise der Carbon Allowances im EU EHS.
  - Menge der ins System gebrachten CERs (Certified Emissions Reductions) und ERUs (Emission Reduction Units) aus den UNFCCC CDM und JI Programmen.
- (3) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Energieeinsparung:
  - Kerosinverbrauch.
- (4) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der CO<sub>2</sub>/GHG-Einsparung:
  - Emissionsfaktor Kerosin.
- (5) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Investitionen:
  - (Differenz)Kosten für effizientere/CO<sub>2</sub>-ärmere Flugzeuge, ggf. auf Basis von Einzelmaßnahmen zur Effizienzsteigerung um zu ermitteln, welche Kostenblöcke besonders relevant für die Treibhausgasreduktion sind.
  - Evtl. Ticketpreise; Ticketpreise haben allerdings nur eingeschränkt etwas mit den tatsächlichen Kosten zu tun, sie werden durch Yield Management der Fluggesellschaften verzerrt.

**Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

Pkm und Tkm sind aus jährlichen Transportstatistiken verfügbar. Wenn der Handel mit Zertifikaten der Luftfahrt im EU EHS beginnt, werden auch die übrigen genannten Informationen verfügbar sein mit Ausnahme der Differenzinvestitionen für effizientere Flugzeuge. Die Investitionsentscheidungen müssen durch eine eigene Studie/Analyse abgeleitet werden.

**Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Für den EU EHS wird europaweit ein System durch die EU-Kommission organisiert. Die deutsche Information kann aus Verkehr in Zahlen (2008-2009) entnommen werden. Eine Aufteilung in Personen- (Pkm) und Güterverkehr (Tkm) muss getrennt gerechnet werden. Für die Erfassung der CERs und ERUs ist die UNFCCC verantwortlich.

Preis und Menge der Emissionszertifikate werden vom EU EHS direkt zur Verfügung stehen.

**Welche Synergieeffekte können mit anderen Berichtspflichten (Projektionsbericht, Nationaler Inventarbericht etc.) erreicht werden?**

Der deutsche Projektionsbericht soll THG-Emissionen für Verkehr sowie Maßnahmen zur Emissionsreduzierung beschreiben. Der nationale Luftverkehr ist dort berücksichtigt, so dass THG-Emissionen für die deutsche Luftfahrt dem Projektionsbericht entnommen werden können.

**Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?**

Die tatsächliche Zeitreihe der Emissionen aus dem Luftverkehr wird mit der historischen Zeitreihe bis 2012 verglichen, d.h., das Monitoring der Auswirkung dieser Maßnahme ist nur ab 2012 möglich. Bis 2012 ist nur ein Monitoring der Gesetzgebung möglich, um die möglichen Auswirkungen zu schätzen. Die CO<sub>2</sub> Emissionen der Luftfahrt in Europa in 2010 und 2011 werden mit den historischen Emissionen von 2004-2006 verglichen. Derzeitig ist eine Menge der Carbon Allowances für Luftfahrt von 97 % der durchschnittlichen CO<sub>2</sub> Emissionen aus den Jahren 2004-2006 in 2012 vorgesehen. In den Jahren danach verringert sich die erlaubte Emissionsmenge auf 95 %.

Wenn die Emissionen der Luftfahrt über dem Durchschnitt von 2004-2006 liegen, kann davon ausgegangen werden, dass die Luftfahrt entweder CERs oder ERUs einsetzt

(bis zu 15 % der gesamten EU-weit zugelassenen Zertifikate in 2012, danach wegen der Unsicherheiten einer Kyoto-Nachfolge noch nicht bestimmt), oder dass sie Zertifikate aus anderen Sektoren kaufen wird.

Die Auswirkung der Maßnahme nach 2012 ermittelt sich aus dem Vergleich der Zeitreihen der Menge der CO<sub>2</sub>-Zertifikate, die die Luftfahrt kauft und der Berücksichtigung der eingesetzten CERs/ERUs aus den Kyoto CDM/JI Mechanismen. In Formeln<sup>33</sup>:

CO<sub>2</sub>-Emissionen der Luftfahrt im Jahr x – Referenz CO<sub>2</sub>-Emissionen der Luftfahrt im Jahr x – angewandte CERs – angewandte ERUs.

Die Referenz für die CO<sub>2</sub>-Emissionen wird aus der historischen Zeitreihe bis 2011 einschließlich eines Koeffizienten für autonome Verbesserung (% Verbesserung/Jahr) hergeleitet.

### **Wie können die Wirkungen der einzelnen Maßnahme zugeordnet werden, welche Überlagerungseffekte gibt es mit welchen Maßnahmen und welche Methode ist zur Bereinigung geeignet?**

Für die Luftfahrt im EU EHS sind derzeit keine Überlagerungseffekte absehbar; ggf. interagiert die Luftfahrt aber mit dem Emissionshandel als Ganzem wegen unterschiedlicher Vermeidungskosten in den einzelnen Sektoren. Erst mit weiteren Maßnahmen wie Open Sky könnten Überlagerungseffekte eintreten.

### **Referenzen**

Anger, A., Köhler, J., Including aviation emissions in the EU ETS: Much ado about nothing? A review. Transport Policy(2009), doi:10.1016/j.tranpol.2009.10.010

Verkehr in Zahlen 2008/2009, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), DVV Media Group GmbH, Hamburg

---

<sup>33</sup> Aktivitätsveränderungen wirken sich – nach Richtung – als Nichteinhaltung oder im Sinn der Maßnahme aus. Allerdings sind Änderungen der Aktivitätsgrößen häufig nicht unmittelbare Folge des Emissionshandels. Dennoch scheint der Monitoringansatz hier adäquat, da der Emissionshandel auch Änderungen der Aktivitätsgrößen zulässt. Anders ausgedrückt, mögliche Änderungen der Aktivitätsgrößen können ggf. Einsparungen durch effizientere Flugzeuge kompensieren. Im Sinne eines Monitoring, das ein Verständnis der treibenden Faktoren erlaubt, wird es daher sinnvoll sein, den Aktivitätseffekt ggf. separat auszuweisen.

## 20 Maßnahme 23 - F-Gase

Eckpunkt 23 beinhaltet vier Maßnahmen zur Reduktion der HFKW-Emissionen. Das in der Gruppe der fluorierten Treibhausgase (F-Gase) neben den HFKW ebenfalls enthaltene Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) ist in den Maßnahmen von Meseberg nicht enthalten. Die ebenfalls zur Gruppe der F-Gase gehörenden FKW werden im Monitoring-Konzept nur soweit betrachtet, wie sie Teil von Kältemittelgemischen sind.

Die Emissionsdaten der F-Gase setzen sich grundsätzlich wie folgt zusammen:

- Emissionen bei der Herstellung der F-Gase (der größte Anteil der Stoffe wird allerdings importiert),
- Emissionen bei der Herstellung von Produkten und Anlagen (z.B. Dämmplatten, Kälte- und Klimaanlage)
- Emissionen bei der direkten Nutzung von F-Gasen in Produktionsprozessen (z.B. als Schutzgas bei der Metallproduktion),
- Emissionen während der Nutzungsphase der Produkte und Anlagen (z.B. Klima- und Kälteanlagen) sowie
- Emissionen bei der Entsorgung (z.B. Schallschutzfenster, Kältemitteln).

Die Emissionen aus Produktionsprozessen sowie die Emissionen bei der Herstellung der F-Gase werden im Monitoring-Konzept dieses Arbeitspaketes 2 nicht detailliert betrachtet, da sie nicht Teil des Eckpunktes 23 des Meseberg-Programms sind. Sie sind jedoch Teil der Gesamtemissionen und werden in Arbeitspaket 3 angesprochen.

### Monitoring-Konzept für zwei der vier Maßnahmen, Eckpunkt 23

Das Umweltbundesamt verfügt mit der Datenbank „Zentrales System Emissionen“ (ZSE) über einen jährlich gegliederten Datensatz von 26 Emittentengruppen der F-Gase. Diese Daten werden seit 1990 systematisch aus verschiedenen Datenquellen gesammelt, u.a. für die Treibhausgas-Berichterstattung im Rahmen der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC). Diese Datenbasis ist derzeit einschließlich des Jahres 2008 verfügbar, das als Basisjahr für die Referenzentwicklung der Emissionen der jeweiligen F-Gas-Bereiche genommen werden kann, die von den Eckpunkte-Maßnahmen betroffen sind.

Bei den beschlossenen Maßnahmen zu den F-Gasen gemäß Eckpunkt 23 handelt es sich um folgende:

- Erlass einer Chemikalien-Klimaschutzverordnung (ChemKlimaschutzV),
- Förderung der Entwicklung und Markteinführung besonders energieeffizienter und klimafreundlicher Kälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln,

- ein vorzeitiger Wechsel von F-Gas-Klimaanlagen zu Klimaanlagen mit einem GWP-Wert deutlich unter 150 bei neuen Pkw vor dem 1.1.2011 sowie
- Engagement bei der Fortschreibung der EU-Regelungen zu den F-Gasen, insbesondere in den Bereichen Aerosole, Schaumstoffe, mobile und stationäre Kälte- und Klimatechnik zur weiteren Reduktion der F-Gas-Emissionen.

Überwiegend zielen die Maßnahmen des Eckpunktes 23 somit auf die stationären bzw. mobilen Kälte- und Klimaanlagen in ihrer Betriebsphase oder bei Neuinvestitionen, und auch hier nur auf einen Teil des gesamten Bestandes oder der Neuinvestitionen. Die F-Gas-Emissionen dieser Emittentengruppen betragen im Jahre 2008 rund 9,5 Mio. Tonnen CO<sub>2eq</sub> und damit über die Hälfte der F-Gas-Emissionen Deutschlands.

Die ersten beiden genannten Maßnahmen werden für das Monitoring-Konzept vorgeschlagen. Die dritte Maßnahme zu den Pkw entfällt, wie im Folgenden erläutert wird, und die vierte Maßnahme ist sowohl wegen der Vielfalt der F-Gasanwendungen komplex als auch noch in der Verhandlung bzw. Umsetzung.

#### *Vorzeitiger Wechsel von F-Gas-Klimaanlagen zu Klimaanlagen mit einem GWP-Wert deutlich unter 150 bei neuen Pkw*

Die europäische Richtlinie 2006/40/EG über Klimaanlagen in Kraftfahrzeugen lässt ab 2011 in allen neuen typgenehmigten Pkw und Pkw-ähnlichen Nutzfahrzeugen, ab 2017 in allen neu produzierten Wagen dieser Klassen nur noch Kältemittel mit einem Treibhauspotential (GWP) kleiner 150 zu. Der im IEKP vorgeschlagene vorzeitige Wechsel bedeutete, dass R134a (in Deutschland übliches Kältemittel für Pkw-Klimaanlagen mit einem GWP von 1.300) bereits vor den europaweit gesetzlich vorgeschriebenen Ausstiegsfristen, also vor 2011 bzw. 2017, nicht mehr verwendet werden und auf Kältemittel mit sehr kleinem GWP umgestellt werden sollte. Von der deutschen Automobilindustrie war 2007/2008 die Substitution durch das natürliche Kältemittel CO<sub>2</sub> vorgeschlagen worden.

Es wird derzeit (Mai 2010) kein Pkw mit einer entsprechenden Klimaanlage angeboten. Ein vorzeitiger Ausstieg vor dem 1.1.2011 entfällt daher. Derzeit ist nicht einmal klar, welches Kältemittel in Zukunft eingesetzt wird und wie dementsprechend die Substitution von R134a aussehen wird. Auslegungen der Typenzulassungspraxis lassen möglicherweise weite Spielräume bei der Interpretation der Fristen der EU-Richtlinie 2006/40/EG zu. Eine Umrüstung vor der Frist vom 1.1.2017 von bereits vor 2011 typgenehmigten Fahrzeuge ist aus heutiger Sicht prinzipiell noch möglich, wird aber als relativ unwahrscheinlich eingeschätzt.

Die mobilen Klimaanlagen sind derzeit in fast jedem neuen Pkw installiert, und 70 bis 75 % aller deutschen Pkw (im Bestand) sind mit Klimaanlagen ausgerüstet. Schwarz (2009a) geht davon aus, dass der Pkw - Bestand im Jahre 2016 mit rund 95 % nahezu



voll klimatisiert sein wird. Derzeit machen die Emissionen aus den mobilen Klimaanlage der Pkw rund 80 % der gesamten Emissionen aus mobilen Kälte- und Klimaanlage aus. Schwarz (2009a) geht auch davon aus, dass die Bestandsemissionen an F-Gasen aus Pkw- Klimaanlage ohne Umsetzung der EU- Gesetzgebung bis 2016 um 40 % gegenüber 2007 steigen würden.

Das ZSE berechnet die jährlichen Emissionen aus Pkw-Klimaanlagen. Grundlage und damit Treiber der Emissionen ist die Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge (Quelle: KBA). Der Ausstattungsgrad dieser Fahrzeuge mit Klimaanlage und die Füllmenge nach Anlagenarten muss derzeit aufwendig von externen Forschungsnehmern für das UBA bei den einzelnen Herstellern erhoben werden. Für das Monitoring der Entwicklung der R134a Emissionen können die Daten des ZSE genutzt werden.

**Fazit:** Da die Automobilhersteller und Importeure bis 2010 keine Pkw auf den Markt gebracht haben, die mit Klimaanlage ohne F-Gas-Kältemittel ausgestattet sind und auch ein Umstellung der vor 2011 typgenehmigten Fahrzeuge vor der Frist 2017 unwahrscheinlich ist, wird diese Maßnahme des Eckpunktes 23 keine Emissionsminderung bewirken. Dies bedeutet, dass die Referenzentwicklung, die durch die EG-Richtlinie 2006/40/EG bestimmte Referenzentwicklung, wie sie in Politik-Szenarien V beschrieben ist, nicht unterschritten werden kann.

#### *Datenverfügbarkeit für die verbleibenden zwei Maßnahmen in der ZSE-Datenbank*

Die ZSE-Datenbank enthält jährliche Daten zum Kältemittelbestand (jährlicher Neuzugang und Altbestand) stationärer Kälte- und Klimaanlage, aufgeschlüsselt nach Anlagenarten. Für die verschiedenen Anlagenarten berechnet das ZSE über spezifische Emissionsfaktoren die jährlichen Emissionsmengen. Für Kälte- und Klimaanlage im *Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen* unterscheidet die Datenbank insgesamt 11 Gruppen, davon jeweils vier Anwendungen mit HFC-134a und R-404A sowie je eine Gruppe für HFC-23 (Tieftemperaturkälte), R-407C und R-508B.

Für Kälte- und Klimaanlage *in der Industrie* unterscheidet die Datenbank 15 Gruppen:

- sieben HFC-134a-Anwendungen für Normalkühlung, aufgeteilt nach verschiedenen Branchen der Ernährungsindustrie (z.B. Brauereien, Schlachthöfe und Kühlhäuser) sowie andere Industriezweige bzw. Anwendungen (für Wasserkühlsätze und Turboanlagen,
- zwei HFC-227ea-Anwendungen für Verladekräne und HT-Wärmepumpen,
- drei R-404A-Anwendungen für Tiefkühlung in der Nahrungsmittelindustrie und Kühlhäusern,
- drei R23-Anwendungen für industrielle Tieftemperaturanwendungen und
- eine Gruppe für R-407C-Anwendungen in verschiedenen Industriezweigen.

Die jeweiligen Zugänge in den einzelnen Anwendungsgruppen und Kältemittel werden in Tonnen angegeben.

Die Gesamtangabe der Nachfüllmengen für stationäre und mobile Anwendungen, die seitens des Statistischen Bundesamtes nur für Mengen über 20 kg und bei Betrieben mit mehr als 20 Beschäftigten erhoben werden, unterscheiden nicht nach einzelnen Anlagentypen und sind für eine Kalibrierung der ZSE-Datenbank nicht zu verwenden.

Dieser Datenbestand mit seinen Jahreskohorten für die Kältemittelverluste bei stationären und mobilen Anlagen bildet für das Jahr 2008 den Ausgangspunkt des hier vorgeschlagenen Monitoring.

### **Benötigte bzw. verfügbare Informationen für die Bewertung der zwei Maßnahmen für die HFKW des Eckpunktes 23 (stationäre Kälte- und Kühlanlagen)**

Vorhandene Daten und Informationsquellen bestimmen weitgehend die Art und Differenzierung der Monitoring-Methode. Ein Mangel an differenzierten Daten (z.B. des Bestandes nach Jahren oder der Neuinvestitionen nach Größenklassen oder Unternehmensgrößen) führt im abschließenden Kapitel auch zu Empfehlungen, diesen Mangel zu reduzieren und damit in Zukunft das Monitoring von Klimaschutzmaßnahmen verbessern zu können.

Die Bewertung der Wirkungen der vier Maßnahmen des Eckpunktes 23 basiert zum Teil auf empirischen Ausgangsdaten wie z.B. Nachfüllmengen für Klimaanlage, zum Teil aber auch auf Modellrechnungen, da die Maßnahmen nicht die gesamten Kälteanlagen erfassen oder nicht alle Nachfüllmengen (z.B. der Nachfüll-Betriebe unter 20 Beschäftigten) gemeldet werden.

#### *Referenz-Entwicklung der HFKW Deutschlands insgesamt*

Um die Wirkung der vier Maßnahmen in eine Relation zu den Gesamtemissionen der HFKW setzen zu können, bietet sich auch an, eine Referenz-Entwicklung der HFKW-Emissionen zugrunde zu legen, welche die Maßnahmen des Eckpunktes 23 noch nicht berücksichtigt.

Eine derartige Referenz-Entwicklung ist beispielsweise die Projektion von Schwarz et al. (2005), die er „Mit Maßnahmen 2003“ bezeichnet und die die EU-Regelungen Verordnung (EG) Nr. 842/2006 sowie Richtlinie 2006/40/EG und die ChemKlimaschutzV noch nicht enthalten. Diese Projektion weist eine Emissionsmenge für 2020 für Emissionen aus Kälteanlagen von 11,26 Mio. t CO<sub>2eq</sub> aus. Dagegen weist die Projektion der Politik-Szenarien V die Emissionen aus den Kälteanlagen mit 8,4 Mio. t CO<sub>2eq</sub> für 2020 aus, wobei die Differenz zur Schätzung von Schwarz et al. (2005) als Wirkung der EU-

Regelungen gedeutet werden kann. Allerdings berücksichtigen da Politik-Szenarien V den Eckpunkt 23 noch nicht voll in ihrem „Mit-Maßnahmen-Szenario“ (vgl. Tabelle 20-1), so dass man auf das jüngste BAU (Business as usual)–Szenario von Gschrey/Schwarz (2010, noch unveröffentlicht) als Referenz-Entwicklung für das Monitoring zurückgreifen könnte.

Die Emissionen von Kühl- und Klimaanlage sind in Tabelle 20-1 nicht nach stationären und mobilen Kälteanlagen getrennt. In ausführlichen Darstellungen ist dies für das Basisjahr 2008 nach Schwarz (2009) bei der jüngsten Projektion von Gschrey/Schwarz (2010) der Fall.

Andererseits basieren die Politik-Szenarien oder die anderen genannten Projektionen auf einer Wirtschaftsentwicklung vor der Finanz- und Wirtschaftskrise der Jahre 2008/2010, so dass der unterstellte Zuwachs des Anlagenbestandes an Kälte- und Kühlanlagen bis 2020 – und damit auch die absoluten HFKW-Emissionen – in den BAU-Szenarien eher leicht überschätzt sein dürften. Wenn sich also das in der Referenz-Entwicklung unterstellte Wirtschaftswachstum nicht realisiert, wird man hier im Laufe des Monitoring die Werte des BAU-Szenarios nachjustieren müssen, um eine Überschätzung der Wirkungen der ChemKlimaschutzV zu vermeiden.

Tabelle 20-1: Entwicklung der HFKW-Emissionen in Deutschland 2000 bis 2030

	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	kt CO <sub>2</sub> -Äqu.						
<i>HFKW-Emissionen</i>							
Herstellung von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF <sub>6</sub> (2E)	1.207	516	C,IE	C,IE	C,IE	C,IE	C,IE
Kühl- und Klimaanlage (2F)	3.553	7.491	10.847	9.623	8.399	8.399	8.399
Schaumherstellung <sup>b</sup> (2F)	1.206	1.250	301	426	471	471	471
Feuerlöscher (2F)	2	7	8	11	14	14	14
Aerosole und medizinische Dosiersprays (2F)	483	613	564	620	685	685	685
Halbleiterproduktion (2F)	17	16	10	10	10	10	10
Nicht spezifiziert/vertraulich <sup>3</sup> (2F)	1	3	510	506	502	502	502
<i>Zwischensumme HFKW</i>	6.469	9.896	12.319	11.195	10.080	10.080	10.080

Quelle: Politik-Szenarien V, 2009

### a) Chemikalien-Klimaschutzverordnung bei stationären Kälteanlagen

Für die Emissionsminderung aus stationären Kälte- und Klimaanlage wurde als eine Maßnahme des Eckpunkts 23 die ChemikalienKlimaschutzverordnung (ChemKlimaschutzV) erlassen, die am 1. August 2008 in Kraft trat. Diese Verordnung ist eine ergänzende nationale Regelung zu den bestehenden EU-Regelungen Verordnung (EG)

Nr. 842/2006 sowie Richtlinie 2006/40/EG. Bei ortsfesten Anwendungen (Kälte- und Klimaanlage, Wärmepumpen und Brandschutzsystemen) schreibt die ChemKlimaschutzV u.a. je nach Kältemittelfüllmenge und Anlagenalter Grenzwerte für spezifische Kältemittelverluste von 1 bis 8 Prozent vor. Anwendungen, die nach dem 30. Juni 2008 in Betrieb genommen wurden, müssen die Grenzwerte von 1 bis 3 % ab dem 1. August 2008 einhalten, Anwendungen, die bis zum 30. Juni 2008 in Betrieb genommen wurden, müssen die Grenzwerte von 2 bis 8 % jedoch erst ab dem 1. Juli 2011 einhalten (vgl. Tabelle 20-2).

Tabelle 20-2: Überblick über die Einzelbestimmungen der ChemKlimaschutzV

Anlagenart und Installationszeitpunkt	Füllmenge des Kältemittels in kg	Max. zulässige Leckage pro Jahr in % der Füllmenge im Normalbetrieb
Kältesatz	größer 3 kg	1 %
Kälte- und Klima-Anlage nach dem 30.6.2008 errichtet	unter 10 kg	3 %
	10 bis 100 kg	2 %
	größer 100 kg	1 %
Kälte- und Klima-Anlage zwischen dem 30.6.2005 und 30.6.2008 installiert	unter 10 kg	6 %
	10 bis 100 kg	4 %
	größer 100 kg	2 %
Kälte- und Klima-Anlage vor dem 30.6.2005 errichtet	unter 10 kg	8 %
	10 bis 100 kg	6 %
	größer 100 kg	4 %

Quelle: Chemikalien-Klimaschutzverordnung 2008

Da bis 2011 noch nicht alle ortsfesten Anlagen die vorgeschriebenen Grenzwerte für spezifische Kältemittelverluste einhalten müssen, kann frühestens ab 2011 beurteilt werden, in welchem Maße die Wirkungen der ChemKlimaschutzV zur Reduktion der F-Gas-Emissionen beitragen. Allerdings ist zu beachten, dass Destatis die Daten für aggregierte Nachfüllmengen liefert, die über die Kältefachbetriebe gemeldet werden. Dies bedeutet, dass Nachfüllmengen für einzelne Anlagen (oder Anlagentypen) nicht gemeldet werden, sondern nur in Logbüchern der Betreiber eingetragen sind und von den zuständigen Behörden geprüft werden könnten. Ab dem Jahre 2011 kann demnach das Monitoring in vollem Umfang mit dieser Einschränkung der Gesamtmengenangaben von Destatis laufen. Dabei wird auch empirisch durch Erhebungen zu prüfen sein, ob die Anlagen die Anforderungen der Verordnung einhalten können und die Minde- rungsziele erreicht werden.

Ein schwer einzuschätzender Aspekt bleibt, dass Havarien in der ChemKlimaschutzV nicht berücksichtigt werden, d.h., die tatsächlichen jährlichen Kältemittelverluste der Anlagen können über den gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerten liegen. Denn die Emissionen aus Havarien und die bei der Wartung oder Instandhaltung sind bei den Angaben der Nachfüllmengen nicht zu unterscheiden. Wollte man hier klar differenzieren, müsste die Wirkung der ChemKlimaschutzV bzgl. der Wartung und Instandhaltung bestehender Anlagen durch empirisch abgestützte Erfahrungswerte der Emissionsminderung ermittelt werden, in denen die Nachfüllmengen aus Havarien getrennt ausgewiesen werden.

Außerdem ist zu berücksichtigen, dass es noch lange dauern wird (voraussichtlich bis 2028), bis alle ortsfesten Anlagen in Deutschland die Grenzwerte von 1 bis 3 Prozent einhalten werden ("neue" Anlagen mit Inbetriebnahme nach dem 30. Juni 2008); denn die durchschnittliche Lebensdauer der Anlagen beträgt bis zu 20 Jahren (z. B. Schraubenverdichteranlagen zur stationären Klimatisierung).

In Zukunft verminderte Nachfüllmengen können auch dadurch zustande kommen, dass Neuanlagen nicht mit F-Gasen als Kältemittel, sondern mit substituierenden Kältemitteln wie z.B. CO<sub>2</sub> oder Ammoniak betrieben werden. Das ZSE hat aber nur die mit F-Gasen betriebenen Anlagen in seiner Datenbank. Somit kann die indirekte Wirkung der ChemKlimaschutzV auf die Wahl des Kältemittels bei Neu-Investitionen nicht erfasst werden. Die indirekte Wirkung betrifft außerdem verminderte CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung, weil Anlagen mit natürlichen Kältemitteln meist eine verbesserte Energieeffizienz aufweisen im Vergleich zu konventionellen F-Gas betriebenen Anlagen.

Die Nachfüllmengen, die aufgrund der Aufzeichnungspflicht der Betreiber und zunehmend durch Datenbanksysteme zur Kältemittelverwaltung vorhanden sind, machen Schätzungen der Kältemittlemissionen für einzelne Bauarten und Investitionsperioden möglich. Hierzu müsste allerdings eine Sammlung, Zusammenfassung und Auswertung der in den Anwender-Betrieben vorliegenden Daten erfolgen, was allerdings mit hohem zeitlichem und personellem Aufwand verbunden wäre. So wäre es für ein genaues Monitoring erforderlich, die Nachfüllmengen nicht insgesamt für den Bestand von Destatis zu erhalten, sondern nach den drei Leistungsklassen (unter 10 kg, 10 bis 100 kg und größer 100 kg) und - im optimalen Fall sogar nach den Jahreskohorten, um die Simulation der Emissionen der Außerbetrieb gehenden Anlagen exakt machen zu können. Hierzu wären repräsentative Erhebungen (eventuell mit Hilfe des Verbandes) erforderlich.

**Fazit:** Das Monitoring der Maßnahme ChemKlimaschutzV erfasst – mit Ausnahme der Kältesätze unter 3 kg Füllmenge - die Summe Nachfüllmengen für stationäre Kälteanlagen, d.h. eine jährliche Gesamtmenge der F-Gas-Emissionen, die insbesondere

nach 2011 gegenüber der Referenz-Entwicklung eine sinkende Tendenz haben sollte. Die Referenzentwicklung orientiert sich an der zukünftigen Bestandsentwicklung (einschließlich der Anlagen mit HFKW als Kältemittel), die multipliziert wird mit dem Trend der spezifischen Emissionen des Bestandes vor dem Jahre 2009. Als erste Näherung hierfür werden die Projektionen der Emissionen für diese Emittentengruppe aus den Politik-Szenarien V bzw. von Gschrey/Schwarz (2010) verwendet. Da die Nachfüllmengen aus Haverien nicht getrennt ausgewiesen werden, gibt es hier einen Graubereich und eine potenzielle Ursache für jährliche Schwankungen.

Hinweis zu Wirkungen mit anderen Maßnahmen von Eckpunkt 23: Das Förderprogramm für gewerbliche Kälteanlagen (siehe Punkt b) – und wahrscheinlich auch in geringem Umfang die jährlichen Förderpreise des BMU als Hinweis für neue, innovative Lösungen - beeinflussen den zukünftigen Bestand an F-Gas-freien Anlagen und auch die Leckagen und damit langfristig die gemeldeten Nachfüllmengen. Dieses Zusammenwirken der drei Maßnahmen für stationäre Kälte- und Klimaanlageanlagen gilt es beim Monitoring zu berücksichtigen.

#### **b) Förderung klimafreundlicher stationärer Kälteanlagen**

Eckpunkt 23 beinhaltet „die Förderung der Entwicklung und Markteinführung besonders energieeffizienter und klimafreundlicher Kälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln im Rahmen des Klimaschutz-Effizienz-Fonds“ als einen Maßnahmenvorschlag. Für die Umsetzung der Maßnahme hat die Bundesregierung bisher zwei Programme ins Leben gerufen:

- 1) "Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen an gewerblichen Kälteanlagen",
- 2) Förderpreise für "Klimaschutzmaßnahmen in der Dampfkältetechnik".

#### *Förderrichtlinie für gewerbliche Kälteanlagen*

Die Initiative der Bundesregierung sieht für Investitionen in Anlagen mit klimafreundlichen natürlichen Kältemitteln eine Förderung

- für Altanlagen 15 % der Nettoinvestitionen bei Verbesserungsinvestitionen und 25 % der Nettoinvestition bei Verwendung klimafreundlicher Kältemittel vor sowie
- für Neuanlagen 25 % der Netto-Investitionen eine Bonus-Variante für nichtelektrisch angetriebene Kälteanlagen (z.B. Gasmotor oder mittels Abwärmenutzung) oder Nutzung von Abwärme aus Produktionsprozessen und Absorptions-Kälteanlagen bis zu 35 %.

Allerdings deckt das derzeitige Förderprogramm nur Anlagen ab einem Energieverbrauch von mindestens 150.000 kWh pro Jahr oder Stromkosten von mindestens 15.000 € pro Jahr bei Altanlagen und 100.000 kWh pro Jahr (bzw. Stromkosten von

10.000 €/a) bei Neuanlagen. Die Förderung ist nach der De-Minimis-Regel der Europäischen Kommission begrenzt, nach der das begünstigte Unternehmen in dem betreffenden Steuerjahr sowie in den zwei vorausgegangenen Steuerjahren nicht mehr als 200.000 € an Fördermitteln aus diesem und anderen Förderprogrammen erhalten darf. Für KMU gibt es weitere Regeln, wenn die 200.000 € -Grenze überschritten werden sollte (vgl. <http://www.bafa.de/bafa/de/energie/kaelteanlagen/index.html>).

Die Anträge enthalten unter anderem Angaben zur Energieoptimierung sowie zur Vermeidung von F-Gas-Emissionen durch Substitution mit natürlichen Kältemitteln. In der Förderrichtlinie gibt es einen Absatz 3.2.2 Monitoring, der die Förderempfänger verpflichtet, Daten zu einem jährlichen Monitoring zu liefern: „Zur Evaluation des Förderprogramms werden technische Betriebsparameter der geförderten Anlagen einem Monitoring unterzogen. Ein jährlicher Monitoring-Bericht gibt dem Zuschussgeber Auskunft über die Umsetzung der Richtlinie sowie die erzielten Effekte. Damit sollen Qualitätsstandards bei geförderten Anlagen dokumentiert und weiterentwickelt sowie Kriterien für etwaige Programmanpassungen gemäß 1.2 erarbeitet werden.“ Und dann weiter: „Die Bewilligung eines Förderantrags kann davon abhängig gemacht werden, dass der Antragsteller die Übermittlung dieser Daten an eine vom BMU beauftragte Organisation zusichert und sich bereit erklärt, auf Nachfrage zusätzliche Auskünfte zu geben.“ Das BAFA fragt hierzu zusätzlich auch Informationen ab, die Hinweise auf Diffusionsprozesse geben sollen (vgl. Annex 2). Bis zum Dezember 2009 wurden 40 Anlagen gefördert, deren Monitoringdaten dem BAFA vorliegen.

Das Monitoring des BAFA setzt mehr auf Wirkungen der Energieeffizienz, fragt aber auch jährliche Nachfüllmengen der F-Gase ab. Die ersten Ergebnisse für die 40 geförderten Anlagen betreffen das Jahr 2009. Leider gibt es keine Angaben der Nachfüllmengen vor der Sanierung der Anlagen. Hier könnte man versuchen, durch einen Begleitbrief für das Monitoring-Jahr bei den geförderten Unternehmen anzufragen, ob sie auch freiwillig Nachfüllmengen vor der Anlagensanierung, d.h. für 2008 oder 2009, zur Verfügung stellen würden.

**Fazit:** Mit der Förderrichtlinie werden denkbare Investitionen an der Mehrheit der gewerblichen Kälteanlagen meist in den mittleren Unternehmen und Leistungsklassen gefördert. Allerdings ist ihr Anteil an den gesamten Sanierungen und Investitionen in der gewerblichen Kälte klein. Somit hat diese Maßnahme nur eine begrenzte direkte Wirkung auf Gesamtemissionen der gewerblichen Kälteanlagen. Wie groß die Imitations- und Multiplikatoreffekte sind, lässt sich derzeit nicht abschätzen. Andererseits hat man konkrete Sanierungs- und Neuinvestitionen mit allen erforderlichen Angaben als Fallbeispiele, um ihre technische Performance zu kennzeichnen.

Das Monitoring konzentriert sich zunächst auf zwei Anlagenarten – Supermarktkälteanlagen und zentrale Gebäudeklimatisierung -, da hier die meisten Anträge beim BAFA

vorliegen. Die Autoren haben sich wegen der Verfügbarkeit entsprechender Daten aus dem vom BAFA betriebenen Monitoring für sanierte und Neu-Anlagen in Verbindung gesetzt.

### *Förderpreise*

Zusätzliche Impulse für Klimaschutzmaßnahmen in der Dampfkältetechnik sollen im Rahmen der Klimaschutzinitiative seit dem Jahr 2008 durch die Auslobung von Förderpreisen gegeben werden, die alle Unternehmensgrößen und Anlagentypen erfassen. Im Jahr 2009 wurden drei thematische Bereiche beim zweiten Kältepreis unterschieden: *Kältemittel-Emissionsverringerng*, *Kälteleistungsmanagement-Systeme* sowie *hocheffiziente Kälteanlagen mit halogenfreien Kältemitteln*. Im Jahre 2008 wurden Preise in den Kategorien *Wärme und Kälte*, *Kälte-Netzwerke und -Initiativen* und *Kältekomponenten und -system*“ verliehen (<http://www.co2online.de/kampagnen-und-projekte/projekte/klimaschutz-mit-kaeltetechnik/gewinner-der-kaelte-foerderpreise-2008/index.html>)

Die Preise für 2009 umfassen in den drei Themenfeldern sehr verschiedene Aspekte, deren Wirkung nicht unmittelbar in Form eines Monitoring dieser Maßnahme quantifiziert werden kann (vgl. Tabelle 20-3). Sie zielen auch häufig auf eine Stromeinsparung, ohne dadurch die Maximalleistung der Kältemaschine oder ihre Kältemittel-Füllmenge zu verändern. Langfristig interessant könnten die beiden ersten Preise für das Themenfeld Kältemittel-Emissionsverringerng werden, weil die Kältemittelleckagen durch ein internetbasiertes Monitoringsystem erfasst und automatisch übertragen werden könnten. Interessant ist auch der 1. und 3. Preis beim Themenfeld hocheffiziente Kälteanlagen mit halogenfreien Kältemitteln (vgl. Tabelle 20-3).

**Fazit für das Monitoring:** Eine Quantifizierung der Wirkungen dieser Förderpreise wäre erst dann möglich, wenn man den emissionsmindernden Beitrag für die verschiedenen technischen Lösungen durch empirische Untersuchungen ermitteln könnte und auch die Marktdiffusion dieser neuen technischen Lösungen zur Kenntnis bekäme. Solange dies nicht der Fall ist, wird man die emissionsmindernden Wirkungen des Themenfeldes Kältemittel-Emissionsverringerng in den Angaben der Nachfüllmengen miterfassen und die Wirkungen des dritten Themenfeldes „hocheffiziente Kälteanlagen mit halogenfreien Kältemitteln“ über die Neuinstallationen von HFKW-freien Kälteanlagen erfassen (soweit diese verfügbar gemacht werden können).



Tabelle 20-3: Technische Fortschritte, die durch die Förderpreise in 2009 belobigt wurden

Themenfeld	Preis-Kategorie	Kurzbeschreibung des Preises
Kältemittel-Emissionsverringern	1. Preis	- ein internetbasierte Kältemittelleckage-Monitoringsystem (Ing.Büro tebeg)
	2. Preis	- ein Leckage- und Energieüberwachungssystem zur Erledigung aller gesetzlichen Aufzeichnungs- und Berichtsvorgaben (Verband Deutscher Kälte Klima-Fachbetriebe e.V., VDKF)
	3. Preis	- firmeninterne, organisatorische Maßnahmen zur systematischen Senkung von Kältemittel-Emissionen bei Neubau und Service von Kälteanlagen (Unternehmen Dresdener Kühlanlagenbau GmbH)
Kälteleistungsmanagement-Systeme	1. Preis	- ein Regelungssystem, das über die Systemgrenzen von Kälteanlagen 'hinaus denkt' mit Integration von Kälte- und Gebäudeleittechnik (Eckelmann, Wiesbaden, Unternehmen)
	2. Preis	- für eine Plug&Play-Lösung mit komplexer Leistungs- und Drehzahlregelung von Kältemittelverdichtern (Energieeinsparung) (Bock Kältemaschinen, Unternehmen)
	3. Preis	- eine Baureihe gewerblicher Kühltruhen mit moderner Regelungstechnik (Energieeinsparung) (Firma AHT Cooling Systems, Unternehmen)
hocheffiziente Kälteanlagen mit halogenfreien Kältemitteln	1. Preis	- eine Baureihe industrieller Hochtemperatur-Wärmepumpen mit dem Kältemittel CO <sub>2</sub> für hohe Vorlauftemperaturen von 90 °C im Leistungsbereich von 50 bis 4.000 kW (Thermea, Unternehmen)
	2. Preis	- eine integrale Supermarkt-Kühl-/Heizanlage mit Propan als Kältemittel, die 35% Kühlenergie und 100% Heizenergie einspart (Futron, Unternehmen)
	3. Preis	- eine Adsorptions-Kältemaschine, die Klimakälte von 7 °C aus Abwärme von 45 °C erzeugt (INVENSOR, Unternehmen)

Quelle : <http://www.co2online.de/kaelte/>

### Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt bzw. sind verfügbar für die Bewertung der Chemikalien-Klimaschutzverordnung bei mobilen Kälteanlagen?

Mobile Kälteanlagen befinden sich in Kühlfahrzeugen, sie dienen vor allem der Lebensmittelkühlung (oder anderen Produkten wie Blumen, Arzneimittel) beim Transport. Die deutsche ChemKlimaschutzV schreibt vor, dass die Betreiber von mobilen Kälteanlagen, die zur Kühlung von Gütern beim Transport dienen und Kältemittelfüllmengen größer 3 kg haben, diese Anlagen mindestens einmal pro Jahr auf Dichtheit prüfen lassen müssen. Dafür ist bisher keine Sachkundebescheinigung erforderlich.

Die Fahrzeugbetreiber sind in der Regel an einer guten Funktionsfähigkeit der Kälteanlagen interessiert, um keine Produktverluste zu haben. Daher dürften die Anlagen

meistens in gutem Betriebszustand sein. Die Nachfüllmengen, die gemeldet werden, betreffen Wartungsbetriebe über 20 Beschäftigte. Wie viele Betriebe unter 20 Beschäftigten auch bei der Wartung von Kälteanlagen in Fahrzeugen nachfüllen und wie groß deren Nachfüllmenge derzeit ist, darüber gibt es keine Informationen. Um hier zu Schätzwerten zu gelangen, werden zu diesem Thema Telefongespräche mit Fachleuten geführt.

**Fazit für das Monitoring:** Wegen des Interesses der Fahrzeugbetreiber, dass die Kälteanlagen gut funktionieren, gehen die Autoren von keinem großen Wirkeffekt der ChemKlimaschutzV aus. Falls man die Meldungen zu den Nachfüllmengen für mobile Anwendungen von denen der stationären trennen kann, wäre hier eine Beobachtungsmöglichkeit für die Wirkung der ChemKlimaschutzV bei Kühlfahrzeugen gegeben, wenn man zugleich die Statistik beim KBA über die Bestandsentwicklung mit verwendet.

Für die Konzeption des Monitoring war auch eine Reihe von weiteren Aspekten zu beachten, die in den folgenden Abschnitten angesprochen werden.

### **Sind die erforderlichen Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

Viele Informationen zu einzelnen Emissionsgruppen und spezifischen Emissionen werden im ZSE gesammelt und zum Teil in Modellen weiter differenziert nach Emittentengruppen und Jahreskohorten. Sie stammen aus den verschiedensten Quellen, z.B. dem Statistischen Bundesamt, Herstellerverbänden oder aus Selbstverpflichtungen von Anwendern (z.B. der Netzbetreiber). Zusätzlich werden Angaben zu konkreten Sanierungs- und Neu-Investitionen, vom BAFA benötigt.

Zentraler Ansatzpunkt des Monitoring des Eckpunkts 23 sind die jährlich vom Destatis erhobenen Nachfüllmengen für Kälteanlagen, die aber mengenmäßig als zu gering (etwa 10 %) zu bewerten sind, weil Betriebe unter 20 Beschäftigten nicht melden müssen. Da entsprechende Korrekturen auch vom ZSE gemacht und auf die einzelnen Anwendungsgruppen umgelegt werden, empfiehlt es sich, die Datengrundlage für jedes Analysejahr mit dem ZSE abzustimmen.

Für die Referenzentwicklung wird man zu einer ersten Orientierung in der Regel von den Werten des aktuellen Politik-Szenarios ausgehen, das die beiden Maßnahmen der Eckpunktes 23 noch nicht berücksichtigt, um eine Bezugsentwicklung zur relativen Einschätzung der Wirkungen zu erhalten. Entscheidend für die Referenz-Entwicklung ist aber die Annahme der spezifischen HFKW-Emissionen in den Kälte- und Kühlanlagen für stationäre Anwendungen und Kühlfahrzeuge **vor** Einführung der ChemKlimaschutzV und **vor Beginn** der Förderung der gewerblichen Kälteanwendungen, d.h. im Jahre 2008. Denn die jeweils gemeldeten Nachfüllmengen, bezogen auf den jeweiligen

Bestand an HFKW-betriebenen Analgen, führen zu veränderten spezifischen Emissionen relativ zu den im Jahre 2008 unterstellten spezifischen Emissionen.

Für die Zukunft sollte für ein besseres Monitoring geprüft werden:

- bei den Pkw Art und Füllmenge der Kältemittel in Fahrzeugklima- und -Kälteanlagen zukünftig vom Kraftfahrtbundesamt mit erfassen zu lassen. Dies dürfte nur ein kleiner Mehraufwand sein, da viele technische Daten zu den Fahrzeugtypen sowieso erhoben werden.
- bei den Nachfüllmengen von stationären Anlagen zu unterscheiden nach den drei Größenklassen der ChemKlimaschutzV.

### **Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sicher gestellt werden?**

Das Umweltbundesamt ist für die Datensammlung und Aufbereitung der Emissions-Daten im Rahmen der UNFCCC Berichterstattung zuständig. Der Datenfluss in das ZSE unterliegt im UBA einer Qualitätssicherung, so dass man sowohl die erforderlichen Daten für das Basisjahr 2008 als gute Datengrundlage verwenden kann als auch Fortschreibungen des Bestandes der F-Gas-betriebenen Kälte- und Klimaanlageanlagen auf diese Weise erwarten kann.

Hierzu müssen jeweils die jährlich gemeldeten Nachfüllmengen auf den (veränderten) Anlagenbestand umgelegt werden. Denn der jährliche Datenbestand der einzelnen Kälte- und Klimaanlageanlagen-Gruppen ermöglicht eine Simulation der Emissionseffekte von (emissionsärmeren) Neuinvestitionen, von verminderten spezifischen Emissionen des Bestandes durch Sanierungen und von außer Betrieb gehenden Anlagen bei den stationären und mobilen gewerblichen Kälte- und Klimaanlageanlagen. Ob diese Berechnungen innerhalb des ZSE oder außerhalb durchgeführt werden, muss noch geklärt werden.

Zudem müsste das BAFA jährlich die erforderlichen Daten über ihre geförderten Anlagen zur Verfügung stellen sowie das Bundesministerium für Umwelt Angaben der Preisträger für die Förderpreise machen, um auch diese (zunächst ungleich geringeren) Effekte erfassen zu können bzw. konkrete empirische Daten für die Umlegung der Nachfüllmengen auf den Anlagenbestand zur Verfügung zu haben.

Die Informationen des BAFA würden auch dazu dienen, einen ersten Einblick in den wachsenden Bestand der mit natürlichen Kältemitteln betriebenen Kälteanlagen zu erhalten. Wie repräsentative Daten oder eine annähernd komplette Datenerhebung zum Bestand und zu Neuinvestitionen von Kälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln erhalten bzw. erreicht werden könnte, dazu laufen seitens des Autors noch Telefonate (vgl. auch Annex 1). Eine jüngste Veröffentlichung des VDMA hat den Kenntnisstand zu den Anlagen weiter verbessert. (VDMA 2010).

Der Datenfluss über den jeweiligen Bestand der Kälte- und Klimaanlage wird über das ZSE erhalten bleiben, ebenso die Datenlieferung der Nachfüllmengen über Destatis. Dagegen könnten die zusätzlichen Daten geförderter Sanierungen und Neuinvestitionen nach dem Förderprogramm zur gewerblichen Kälte dann versiegen, wenn aus Gründen der Sanierung des Bundeshaushalts das Förderprogramm gestoppt wird.

### **Welche Synergieeffekte können mit anderen Berichtspflichten (Projektionsbericht, Nationaler Inventarbericht etc.) erreicht werden?**

Die Synergieeffekte der Berichtspflichten und des Monitoring sind, soweit sie im ZSE verankert sind, über dieses gewährleistet. Zusätzliche Informationen (wie z.B. die des BAFA oder der BMU-Umweltpreise), die über das Monitoring in differenzierterer Form als bloße Nachfüllmengen hinausgehen, sind für die Modellierung im ZSE ein willkommener Synergieeffekt, um die Annahmen und Schätzungen zu Bestandsveränderungen oder spezifischen Emissionen einer Jahreskohorte empirisch zu untermauern.

### **Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?**

Die Berechnungen eines kompletten Monitoring gliedern sich grundsätzlich nach vier Emissionsbereichen, die aber im Eckpunkt 23 nur für einen Bereich angesprochen werden:

1. die Herstellung des jeweiligen F-Gases/ Produktes (dieser Aspekt wird beim Eckpunkt 23 nicht angesprochen),
2. die Nutzung der F-Gase in Produkten (häufig als Kältemittel, **dies ist der einzige Emittentenbereich im Bereich der Kälteerzeugung, auf den der Eckpunkt 23 abzielt**),
3. die Nutzung in Fertigungsprozessen (häufig als Treib- oder Schutzgas oder zur Reinigung von Reaktionskammern) (dieser Aspekt wird beim Eckpunkt 23 nicht angesprochen),
4. die Entsorgung (dieser Aspekt wird beim Eckpunkt 23 nicht angesprochen).

Die Berechnungsformeln haben für den Emissionsbereich 2 in aller Regel die gleiche Struktur: es geht um die Feststellung der jeweiligen Füllmengen des Bestandes bzw. von neuen Anlagen. Hierzu wird vorgeschlagen, die Anwendungsgruppen der im ZSE vorliegenden Daten für einzelne F-Gase zusammenzufassen. Diesen aggregierten F-Gas-Anwendungen wird ein durchschnittlicher spezifischer Emissionswert für die Zeit 2008 bis 2020 aus der Sicht des Jahres 2008 zugeordnet. Diese spezifischen F-Gas-Emissionen bilden dann die Referenzentwicklung durch Multiplikation der jeweils gemeldeten Bestände (inkl. Zugänge und Abgänge).

Die erforderlichen Berechnungen zur Ermittlung des spezifischen Emissionswertes einer F-Gas-Anwendung sind in den Modellen des ZSE implementiert. Die Jahreser-

gebnisse können beim Monitoring der ChemKlimaschutzV. als Ausgangspunkt für die Berechnungen der Wirkungen der beiden Maßnahmen (ChemKlimaschutzV und Förderung gewerblicher Kälte) verwendet werden.

Die jährlich zu berechnenden Wirkungen haben in ihrer Berechnungsformel i.a. folgende einfache Form pro Jahreskohorte  $j$  und F-Gas  $i$ :

$$\text{Emissionen}_{ij} = \text{spezifische Emissionen je G-Gas-Gruppe} \times \text{Bestand (je nach F-Gas und je Füllmenge in stationären Anlagen oder in Kühlfahrzeugen)}$$

wobei einmal die Gleichung für die spezifischen Emissionen aus dem Blickwinkel des Jahres 2008 verwendet wird (Referenz-Entwicklung) und einmal aus dem Blickwinkel der Erfüllung der Vorschriften der ChemKlimaschutzV.

Da die gemeldeten Nachfüllmengen weder nach der Anlagenart und -größe noch nach dem Baujahr der jeweiligen Anlagen unterscheiden, dienen die Angaben des Destatis als Prüfgröße, ob die theoretisch im einzelnen berechneten Emissionen nach ChemKlimaschutzV auch insgesamt die Nachfüllmengen nicht überschreiten.

### **Wie können die Wirkungen der einzelnen Maßnahme zugeordnet werden, welche Überlagerungseffekte gibt es mit welchen Maßnahmen und welche Methode ist zur Bereinigung geeignet?**

Es gibt Überlagerungseffekte bei den Maßnahmen ChemKlimaschutzV und Förderung klimafreundlicher Kälteanlagen. Denn die Förderrichtlinie und die Förderpreise des BMU (vgl. Punkt b) beeinflussen die Zahl der neuen Anlagen mit natürlichen Kältemitteln, was zukünftig zu einer – gegenüber der Referenz-Entwicklung - sinkenden Anzahl von F-Gas-Kälteanlagen und somit zu einer verminderten Nachfüllmenge an F-Gas-haltigem Kältemittel führen kann und nicht der ChemKlimaschutzV zuzuordnen ist. Die Förderpreise können ebenfalls zu verminderten Leckagen führen (vgl. Tabelle 20-3), die über die Wirkungen der ChemKlimaschutzV hinausgehen können. Dieser Substitutionseffekt des Kältemittels beeinträchtigt aber nicht die Wirkungsanalyse der ChemKlimaschutzV, weil die jährlichen Bestände an mit G-Gas-betriebenen Anlagen mit den Nachfüllmengen von Kältemitteln ins Verhältnis gesetzt werden.

Auch werden die Effekte durch andere Politikbereiche beeinflusst, wenn beispielsweise der Kältebedarf von Kompressoranlagen (und damit die Kältemittelfüllmenge) durch verbesserte Wärmedämmung von Leitungen und Anlagen vermindert wird. Diese Veränderungen sind wesentlich beeinflusst durch Energieeffizienz-Politiken der Bundesregierung und der EU.

Grundsätzlich könnte man die Einflüsse der Energieeffizienzpolitik heraus rechnen, wenn es dazu konkrete Angaben zu den Investitionen in effizientere Kälteanwendungen gäbe. Diese aber sind auch nur zufällig durch Einzelfälle (z.B. bei dem Förderpreis

Themengruppe 2; vgl. Tabelle 20-3), nicht aber als Gesamtheit der Investitionen verfügbar.

## **Gesamtfazit und Hinweise zum entwickelten Schätzmodell des Monitorings**

Ein unmittelbares Monitoring für die hier behandelten Maßnahmen von Eckpunkt 23 anhand der vorhandenen Daten ist nicht möglich. Zentraler Mangel ist die Erhebung von Destatis, wo nur Nachfüllmengen mit mehr als 20 kg und nur bei Betrieben mit mehr als 20 Beschäftigten erhoben werden (Annex 3).

Um einen ersten Einblick zu erhalten, welche Wirkungen man heute von der ChemKlimaschutzV erwarten kann, wurde ein Excel-basiertes Modell entwickelt, das sowohl die Kälteerzeuger als auch die Kältemittel im stationären Bereich in folgende Gruppen unterscheidet und die Emissionen bis 2020 projiziert:

- Gewerblicher und Klimakälte in allen stationären Anwendungen,
- nach verschiedenen Kälteerzeugern (Kompressor-, Schrauben- und Turboanlagen)
- nach dem Altanlagenbestand sowie Neuanlagen, wobei zwischen Re-Investitionen und zusätzliche Investitionen unterscheiden wird.
- nach den Kältemitteln (HFC 134a, R4004a, R407c, u.a.)

Das Modell kann jederzeit mit neuen verfügbaren Daten und Annahmen zur Entwicklung der Zusatz- und Re-Investitionen gemäß Jahresangaben des VDMA oder an langfristige Schätzungen zur Bestandsannahme angepasst werden. Die Erhebungsdaten zu den Nachfüllmengen von Destatis können für die großen und mittleren Anlagen auch als Hinweis dienen, inwieweit die Wirkungsabschätzung mit dem Modell für die großen und mittleren Anlagen als realistisch einzuschätzen ist.

Die Wirkungen der ChemKlimaschutzV werden durch Definition einer Referenz-Entwicklung und der Differenzbildung zwischen dieser Referenz-Emissionsentwicklung und der Emissionsentwicklung der ChemKlimaschutzV ermittelt. Die Emissionsentwicklung der ChemKlimaschutzV unterstellt, dass alle Regelungen dieser Verordnung eingehalten, aber auch nicht überschritten werden. Das Modell hat auch ein Kosten-Simulationstool, um die Kosten der verringerten Emissionen durch die Chemikalien-KlimaschutzV zu ermitteln. Hierzu fehlt allerdings noch eine Erhebung der Differenz-Investitionen der geringer emittierenden Anlagen nach der ChemKlimaschutzV.

Das entwickelte Modell hat den Vorteil, die von den hier behandelten Maßnahmen des Eckpunktes 23 ausgehenden Wirkungen entsprechend der jeweils jährlichen verfügbaren Daten zur Bestandsentwicklung und dem jeweiligen Kenntnisstand über spezifische und absolute Nachfüllmengen anzupassen. Damit wird es möglich, zumindest eine präzise – jeweils am Kenntnisstand angepasste – Projektion der Wirkungen der

Maßnahmen im Bereich der stationären Kälte von Eckpunkt 23 bis zum Jahre 2020 (oder darüber hinaus) zu machen.

Ein an den realen Emissionen orientiertes Monitoring bräuchte darüber hinaus mehr Informationen über die Nachfüllmengen, da die Erhebung von Destatis nur einen Teil der realen F-Gas-Emissionen aus Kälteanlagen abdeckt.

## Referenzen

Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Chemikaliensicherheit, Ausschuss „Fachfragen und Vollzug“: FCKW- und F-Gase-Anlagen, Bericht SH-Überwachungsprojekt, Umweltministerium Niedersachsen, Hannover, 13./14. Februar 2008

ChemikalienKlimaschutzverordnung:

<http://www.umweltbundesamt.de/produkte/dokumente/bgbl108s1139ChemKlimaSchutzV.pdf>. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2008 Teil I Nr. 27, ausgegeben zu Bonn am 7. Juli 2008

Fabian, P., Harnisch, J., Höhne, N., Jenseit, W., Jordan, A., Koch, M., Rheinberger U., Schwarz, W., Wartmann, S. (2004), Risiken und Nutzen von fluorierten Treibhausgasen in Techniken und Produkten – Bewertung technischer Fallbeispiele unter besonderer Berücksichtigung der stoffintrinsic Eigenschaften, Forschungsbericht 20164315 UBA-FB 000673, Umweltbundesamt Berlin

Fraunhofer-ISI, Öko-Institut, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Forschungszentrum Jülich (2008), Politiksznarien für den Klimaschutz IV - Szenarien bis 2030 für den Projektionsbericht 2007. Karlsruhe, Berlin, Jülich

Fraunhofer-ISI, Öko-Institut, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Forschungszentrum Jülich; Ziesing, H.-J. (2009), Politiksznarien für den Klimaschutz V – auf dem Weg zum Strukturwandel. Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030. Karlsruhe, Berlin, Jülich

Gschrey, B., Schwarz, W. (2010), Erstellung von Projektionen zu den Emissionen von HFKW, FKW und SF6 für Deutschland bis zum Jahr 2050. Öko-Recherche Frankfurt (Studie für das Umweltbundesamt

Harnisch, J., Kauffeld, M., Leisewitz, A., Rhiemeier, J.M., Ters, C. (2008), Abschlussbericht Vergleichende Bewertung der Klimarelevanz von Kälteanlagen und -geräten für den Supermarkt, Umweltbundesamt Dessau 2008

Jochem, E., Jäger, C. et al. (2008), Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Potsdam 2008

Kältepreis des BMU:

[http://bundesumweltministerium.info/klimaschutzinitiative/nationale\\_klimaschutzinitiative/impulsprogramm\\_kaelteanlagen/doc/45349.php](http://bundesumweltministerium.info/klimaschutzinitiative/nationale_klimaschutzinitiative/impulsprogramm_kaelteanlagen/doc/45349.php) und <http://www.co2online.de/kaelte/>.

Rhiemeier, J.-M. Harnisch, J., Ters, Ch., Kauffeld, M., Leisewitz, A. 2008: Vergleichende Bewertung der Klimarelevanz von Kälteanlagen und -geräten für den Supermarkt. Ecofys Germany GmbH, Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft, Ökorecherche GmbH. [http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql\\_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3624](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3624)

Schwaab, K., Dettling, F., Bernhardt, D., Elsner, C., Sartorius, R., Reimann, K., Remus,

R. und Plehn, W. (2004), Fluorierte Treibhausgase in Produkten und Verfahren – Technische Maßnahmen zum Klimaschutz, Bericht des Umweltbundesamtes, Berlin 2004

Schwarz, W. (2005): Emissionen und Emissionsprognose von H-FKW, FKW und SF6 in Deutschland – Aktueller Stand und Entwicklung eines Systems zur jährlichen Ermittlung. Bericht 202 41 356 für das Umweltbundesamt

Schwarz, W. (2009a): Emissionen fluorierter Treibhausgase in Deutschland 2006 bis 2007. Bericht für das Umweltbundesamt (Hrsg.) Ref. III.1.4 Förderkennzeichen 3707 42 300 (207 42 300) UBA.FB 001289

Schwarz, W. (2009b): HFKW-haltige Treibgase im PUR-Montageschaum. Bewertung der Emissionsreduktionspotenziale von Montageschäumen im Hinblick auf eine Konkretisierung der Regelungen nach §9(1) der Verordnung (EG) 842/2006. Öko-Recherche, Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH, Frankfurt. für das Umweltbundesamt Förderkennzeichen 36 301 196 UBA-FB 001288

Umweltbundesamt (2009), <http://www.umweltbundesamt.de/produkte/fckw/faq-fckw.htm>



## 21 **Maßnahme 24 – Beschaffung energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen**

In Arbeitspaket 1 wurde ein vereinfachtes Monitoring vorgeschlagen. Dieses umfasst eine jährliche Datenerhebung, um festzustellen, wie weit die Verwaltungsvorschrift zur energieeffizienten Beschaffung in der Beschaffungspraxis verbreitet ist. Das vereinfachte Monitoring umfasst jedoch keine (jährliche) quantitative Abschätzung der resultierenden CO<sub>2</sub>- und Energieeinsparungen. Auch wenn eine solches quantitatives Monitoring in Arbeitspaket 1 nicht vorgeschlagen wurde, soll ein möglicher Ansatz beschrieben werden. Ob dieser Ansatz weiter verfolgt werden kann hängt sowohl vom administrativen Aufwand sowie der Datenverfügbarkeit und –qualität ab.

Für das *vereinfachte Monitoring* wird das folgende Vorgehen vorgeschlagen.

Es wird Monitoring auf jährlicher Basis vorgeschlagen, das die Anzahl der jährlichen Ausschreibungen, bei denen Energieeffizienz als Kriterium explizit gefordert wurde erfasst. In einer Datenbank können diese getrennt nach Vergabestelle sowie Produkt-/Dienstleistungskategorie gespeichert werden. Hierfür ist allerdings zunächst der administrative Aufwand, der auf die Vergabestellen zukommt, zu prüfen.

Neben der Anzahl der Ausschreibungen könnte optional auch die Anzahl der Beschaffungsentscheidungen, bei denen sich explizit für die energieeffizienteste Alternative entschieden wurde, erfasst werden. In einem weiteren Schritt könnten die Investitionen, die mit der jeweiligen Beschaffung energieeffizienter Produkte verbunden sind, erfasst werden. Auch wenn diese nicht die Mehrkosten im Vergleich zu weniger energieeffizienten Lösungen darstellen, so geben sie doch eine Idee von der gesamten Investitionssumme, die in energieeffiziente Produkte und Dienstleistungen fließt.

Allein die Anzahl der beschafften bzw. ausgeschriebenen energieeffizienten Produkte sagt allerdings noch nicht aus, wie groß der Einfluss der Verwaltungsvorschrift gewesen ist. Evtl. wären diese Produkte auch ohne die Vorschrift beschafft worden. Um diesen Zusammenhang im Detail zu untersuchen müsste separate Evaluierung durchgeführt werden, die u.a. Interviews und Datenerhebungen bei den Beschaffungsstellen durchführt. Im Rahmen solch einer Evaluierung könnten auch Ansätze, die Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen zu quantifizieren genauer untersucht werden.

Um *die CO<sub>2</sub>- und Energieeinsparungen zu berechnen* könnte das vereinfachte Monitoring um die folgenden Elemente erweitert werden.

Können die jährlichen Investitionen (wie oben beschrieben) mit vertretbarem Aufwand erhoben werden, so lässt sich hierauf eine Abschätzung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen aufbauen. Mit Hilfe einer einmaligen Evaluierung können die mittleren Energieeinsparungen je investiertem Euro erhoben werden. Um unterschiedlichen Ein-

sparmöglichkeiten und Kosten zwischen verschiedenen Produktgruppen gerecht zu werden, müssten sowohl Investitionen als auch ihre spezifischen Energieeinsparungen je Produktgruppe ermittelt werden. Hierbei sind möglichst homogene Produktgruppen zu wählen, jedoch sollte gleichzeitig die Anzahl der Produktgruppen möglichst übersichtlich gehalten werden. Die Einteilung in Produktgruppen erlaubt es, strukturelle Verschiebungen zwischen den beschafften Produkten zu berücksichtigen.

Inwiefern dieser Ansatz durchführbar ist, oder aufgrund von administrativem Aufwand und Datenlücken bzw. Datenqualität nicht möglich ist, kann in dieser Studie derzeit nicht abgeschätzt werden.

### **Welche Informationen werden für die Bewertung des Instruments benötigt?**

(1) Jährliche Treiber aus der Maßnahmenparametrisierung der Einzelmaßnahme:

- Anzahl der jährlichen Ausschreibungen, bei denen Energieeffizienz als Kriterium explizit gefordert wurde (nach Vergabestelle und Produkt-/Dienstleistungskategorie)
- Anzahl der Beschaffungsentscheidungen, bei denen sich explizit für die energieeffizienteste Alternative entschieden wurde
- Investitionen der Beschaffung energieeffizienter Produkte, aufgeteilt nach Produktkategorien

(2) Spezifische Kenngröße(n) zur Berechnung der Energieeinsparung (Unterscheidung Strom/Brennstoffe):

- Spezifische Energieeinsparungen bezogen auf die Investitionssumme, je Produktgruppe (nach Energieträger)

### **Sind diese Informationen regelmäßig verfügbar oder wie können sie ggf. erhoben werden?**

Nach Möglichkeit sollten die folgenden Informationen regelmäßig von den Vergabestellen des Bundes gemeldet werden. Derzeit sind diese Informationen jedoch noch nicht verfügbar.

- Anzahl der Ausschreibungen, in denen Energieeffizienz explizit als Kriterium erwähnt wurde
- Anzahl der Beschaffungsentscheidungen, bei denen sich explizit für die energieeffizienteste Alternative entschieden wurde
- Summe der Investitionen für die Beschaffung energieeffizienter Produkte

Weitere notwendige Größen, insbesondere zu den Energieeinsparungen und der direkten Wirkung der Verwaltungsvorschrift können durch eine Evaluation des Programms abgeschätzt werden, jedoch nicht auf jährlicher Basis.

**Wer ist für die Erhebung der Informationen verantwortlich, bzw. sollte es sein, und wie kann der Datenfluss für eine Fortschreibung sichergestellt werden?**

Laut Verwaltungsvorschrift zur Energieeffizienten Beschaffung ist die Arbeitsgruppe „Grüner Einkauf“ (unter Beteiligung von BMWi und BMU) für das Monitoring verantwortlich.

**Welche Synergieeffekte können mit anderen Berichtspflichten (Projektionsbericht, Nationaler Inventarbericht etc.) erreicht werden?**

Synergieeffekte entstehen vor allem im Hinblick auf die empirische Grundlage der Projektionsberichte, da bisher keinerlei Daten über die Wirkung dieses Instruments verfügbar waren.

**Wie sollen die benötigten Daten und Informationen ausgewertet werden?**

$$ES_{t,e} = \sum_{i=1}^n (es_{e,i} * In_{t,i})$$

**Energieeinsparungen,**

$es_{e,i}$ : spezifische Energieeinsparungen von Energieträger e bezogen auf die Investition in der jeweiligen Produktgruppe [MJ/€].

$$CO2S_t = \sum_{e=1}^n EF_{e,t} * ES_{t,e}$$

**CO<sub>2</sub> Einsparungen**

$EF_{e,t}$ : Emissionsfaktoren, je nach Energieträger

$$In_t = \sum_{i=1}^n In_{t,i}$$

**Investitionen:**

$In_{t,i}$ : Summe der jährliche Investitionen aufgeteilt nach Dienstleistungs-/Produktgruppe i

**Wie können die Wirkungen der einzelnen Maßnahme zugeordnet werden, welche Überlagerungseffekte gibt es mit welchen Maßnahmen und welche Methode ist zur Bereinigung geeignet?**

Überscheidungen sind mit produktspezifischen Maßnahmen möglich, wie bereits für den Sonderfonds Energieeffizienz in KMU beschrieben.

## 22      **Maßnahme 26 – Elektromobilität: Forschung und Demonstration**

Die Maßnahmen zur Elektromobilität zielen auf die Forschung und Entwicklung ab und noch nicht auf eine Marktpenetration. Hier fehlt es in Deutschland noch an entsprechenden Markteinführungsprogrammen, die notwendig sind, um überhaupt relevante Marktwachstumswahlen für Elektrofahrzeuge erreichen zu können.

Bisher sind weiterhin noch keine relevanten Marktwachstumswahlen im PKW-Segment festzustellen (2008 gab es 36 Neuzulassungen bei Elektrofahrzeugen in Deutschland (siehe KBA 2009)). Für die nächsten Jahre sind zwar eine Reihe an neuen Elektrofahrzeugtypen angekündigt (siehe Deutsche Bank 2009), aber ein relevanter Marktanteil mit mehr als 100 000 Neuzulassungen pro Jahr in Deutschland wird allerdings nicht vor 2015 gesehen (siehe Bundesregierung 2008, und Wietschel et al. 2008).

Der Aufbau eines ausführlichen Monitorings wird sich als relativ aufwendig gestalten. Dies liegt im Wesentlichen an den Daten zu den Elektrofahrzeugen (Leistung, Batteriekapazität, Verbrauch,...). Hier wird man auf Studiendaten zurückgreifen müssen.

Aus diesen Gründen wird vorgeschlagen mit einem Monitoring erst in einigen Jahren zu starten. Die Festlegung, ob ein Monitoring gestartet wird, kann über die Auswertung der Zulassungszahlen von Elektrofahrzeugen beim Kraftfahrzeugbundesamt erfolgen. Sobald hier die jährliche Neuzulassungszahl in Deutschland über 20 000 Elektrofahrzeuge (ca. 0,5% der jährlichen Neuzulassungen) liegt, macht ein ausführliches Monitoring überhaupt erst Sinn. Gegenebenfalls macht es Sinn, als eine Art Frühindikator die Zulassungszahlen bei Elektrofahrrädern und Elektrorollern zu erheben.

Zusätzlich wird ein eher qualitatives Monitoring zum Forschungs-/Entwicklungsstand der Elektromobilität durchgeführt, welches sich an folgenden Leitfragen orientiert:

- Welche Schlüsseltechnologien müssen besser erforscht / weiter entwickelt werden, um die Marktreife von Elektroautos zu verbessern?
- Passen die Schwerpunkte der Forschungsförderung des Bundes dazu? Wie wird sichergestellt, dass nach den Mittel für die Elektromobilität aus den beiden Konjunkturprogrammen die arbeiten sinnvoll weitergeführt werden können?
- Wie sieht eine Industrialisierungsstrategie der Elektromobilität in Deutschland aus?
- Wie ist die Aus- und Weiterbildung in Deutschland weiter voranzubringen?
- Ist eine Unterstützung bei der Standardisierung und Normierung aus staatlicher Sicht notwendig?
- Wie sieht die Kundenakzeptanz für Elektromobilität und die verschiedenen Geschäftsmodelle der Elektromobilität aus?

- Welche sonstigen Hindernisse stehen einer erfolgreichen Vermarktung von Elektromobilen entgegen? Wie können Sie überwunden werden?
- Welchen Strom verbrauchen Elektroautomobile?

Zur Beantwortung dieser Fragen ist auf Studien zurückzugreifen. Zentrale und periodisch erstellte Studien zu dem Fragenkomplex gibt es nicht, es muss immer wieder auf Einzelstudien eingegangen werden.

Kurzfristig relevant für Deutschland könnten dabei die Berichte der Nationalen Plattform Elektromobilität werden, wo in 7 Arbeitsgruppen verschiedene Themen von einem großen Expertengremium aus Industrie und Forschung bearbeitet und Politikrelevant aufgearbeitet werden. Weiterhin sollten bezüglich des Themas Kundenakzeptanz auf die Ergebnisse der aktuell laufende Modellregionen und Flottenversuche zurückgegriffen werden. Hier können die Studien der entsprechenden Begleitforschungen von Bedeutung sein. Da viele Studien im Rahmen des Konjunkturprogramme I und insbesondere II gefördert werden und das Konjunkturprogramm II Mitte des nächsten Jahres ausläuft, dürfte eine Reihe an Information zur Verfügung stehen, die ausgewertet werden können.

## Referenzen

Deutsche Bank 2009: Electric Cars - Plugged In 2 - A mega-theme gains momentum, Deutsche Bank Global Market Research, 2009

Bundesregierung (2008). Sachstand und Eckpunkte zum Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität. Vorgestellt im Rahmen der Nationale Strategiekonferenz Elektromobilität im November 2008, Berlin

KBA – Kraftfahrt-Bundesamt 2009: Fahrzeugzulassungen: Neuzulassungen, Emissionen, Kraftstoffe, Jahr 2008, internet download:  
[http://www.kba.de/clin\\_016/nn\\_191064/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/EmissionenKraftstoffe/2008\\_n\\_emi\\_eckdaten.html](http://www.kba.de/clin_016/nn_191064/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/EmissionenKraftstoffe/2008_n_emi_eckdaten.html)

Wietschel M., Dallinger D. (2008): Quo vadis Elektromobilität. In Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Vol. 58, p. 8–15.

## Annex 1: Interview-Partner

Ansprechpartner (Hersteller) für Anlagen mit natürlichen Kältemitteln für Telefon-Interviews, um Wege für eine jährliche Statistik für Kälteanlagen mit nicht HFKW-haltigen Kältemitteln zu finden:

Christoph Brouwers, Carrier Kältetechnik Deutschland GmbH, Tel.: +49 (0) 2236 / 6012368 (CO<sub>2</sub>-Anlagen Supermarkt)

Holger König, Cofely (früher Axima Refrigeration GmbH), Tel.: +49 (0) 83 82 70 62 58 (NH<sub>3</sub>-Industriekälteanlagen)

Dr. Matthias Liehm, Dresdner Kühlanlagenbau GmbH, +49 (0)351-4081-138 (CO<sub>2</sub>Anlagen Supermarkt) (3. Preisträger 2009)

Thomas Spänich, Grasso GmbH Refrigeration Technology, Tel.: +49 (0) 30 / 435 92 721 (NH<sub>3</sub>-Gebäudeklimaanlagen)

Jörg Straßburger, Epta Deutschland GmbH, Tel.: +49 (0) 621 / 1281222 (CO<sub>2</sub>-Anlagen Supermarkt)

Monika Witt, Th. Witt Kältemaschinenfabrik GmbH, Tel.: +49 (0) 241 / 1 82 08 10 (NH<sub>3</sub>-Industriekälteanlagen)

Thermea Energiesysteme GmbH, Tel. 0351-640 150 ([www.thermea.de](http://www.thermea.de)) (industrielle Hochtemperatur-Wärmepumpen mit CO<sub>2</sub>). (1. Preisträger 2009)

Futron GmbH, Tichter der Weska Kälteanlagen Tel. 03735 / 3803-0 (<http://futron.de>) (Supermarkt-Kühl-/Heizanlage mit Propan) (2. Preisträger 2009)

Niels Braunschweig, INVENSOR, Berlin Tel. 030 / 46307-396 ([www.invensor.com](http://www.invensor.com)) (Adsorptions-Kältemaschine, die Klimakälte von 7 °C aus Abwärme von 45 °C erzeugt) (3. Preisträger 2009)

## Annex 2: Datenangaben der Zuschussempfänger bzgl. Diffusionswirkungen

### 3. Angaben zu weiteren evaluationsrelevanten Faktoren

Können Erfahrungen, die in diesem Projekt gesammelt wurden, für Folgeprojekte genutzt werden?

<input type="checkbox"/> sehr viele	<input type="checkbox"/> viele	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/> weiß nicht
-------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

Wenn ja, welche? Bitte durch Beispiele spezifizieren.

---

Wurden durch das Projekt künftige Entscheidungen innerhalb des Unternehmens für klima- und energierelevante Projekte einfache

<input type="checkbox"/> sehr viele	<input type="checkbox"/> viele	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/> weiß nicht
-------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

Wenn ja, wie und welche? Bitte durch Beispiele spezifizieren.

---

Hat die Priorität zum Thema Klimaschutz im Laufe der Umsetzung des Projektes zugenommen?

<input type="checkbox"/> sehr viele	<input type="checkbox"/> viele	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/> weiß nicht
-------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

Wenn ja, wie? Bitte durch Beispiele spezifizieren.

---

Wurde durch das Projekt angeregt, in Zukunft immer besonders effiziente Standards anzuwenden?

<input type="checkbox"/> sehr viele	<input type="checkbox"/> viele	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/> weiß nicht
-------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

Wenn ja, welche? Bitte durch Beispiele spezifizieren.

---

Konnten mit der Umsetzung vergleichbare Projekte und weitere Maßnahmen angeregt werden?

<input type="checkbox"/> sehr viele	<input type="checkbox"/> viele	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/> weiß nicht
-------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

Wenn ja, welche? Bitte durch Beispiele spezifizieren.

---

Wurden Erfahrungen und Lösungsansätze aus der Umsetzung über das Förderprojekt hinaus verbreitet (zum Beispiel Informationsveranstaltungen, Öffentlichkeitsarbeit, usw.)?

<input type="checkbox"/> sehr viele	<input type="checkbox"/> viele	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> eher nicht	<input type="checkbox"/> gar nicht	<input type="checkbox"/> weiß nicht
-------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

Wenn ja, wie? Bitte durch Beispiele spezifizieren.

---

## Annex 3: Destatis Daten zu F-Gasen

Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe 2008

### 2 Verwendung nach Stoffarten und Wirtschaftszweigen

GWP- gewichtete Tonnen (Treibhauspotenzial)

Jahr	Stoffart	Wirtschaftszweig (WZ - 2008)	Verwendung insgesamt <sup>1)</sup>	Davon eingesetzt als....					sonstiges Mittel	
				Kältemittel			Treibmittel bei der Herstellung von			
				insgesamt	darunter			Aerosolen		Kunst- und Schaumstoffen
					Erstfüllung von Neuanlagen	Erstfüllung von umgerüsteten Anlagen	Instandhaltung von bestehenden Anlagen			
1000 GWP- gewichtete Tonnen										
<b>Insgesamt</b>										
2002 *	.....		14 124	9 864	7 166	X	X	645	2 870	744
2003 *	.....		14 167	10 053	7 320	X	X	915	2 439	761
2004	.....		14 327	10 202	7 388	275	2 539	948	2 602	742
2005	.....		13 147	9 321	6 808	206	2 308	634	2 502	690
2006	.....		14 121	10 750	7 647	305	2 798	564	2 246	560
2007	.....		15 131	11 528	8 177	360	2 991	601	2 413	589
2008	.....		15 988	12 391	8 756	490	3 145	598	2 339	660
<b>nach Stoffgruppen</b>										
FKW	.....		517	21	-	-	21	-	-	497
darunter	.....									
R 14	.....		200	8	-	-	8	-	-	192
R 116	.....		300	-	-	-	-	-	-	300
R 218	.....		16	12	-	-	12	-	-	4
H-FKW	.....		9 712	6 617	5 489	59	1 069	593	2 339	163
darunter	.....									
R 23	.....		249	175	127	2	46	-	-	75
R 134	.....		4	4	1	0	2	-	-	-
R 134a	.....		8 982	6 424	5 356	57	1 011	578	1 973	8
R 143a	.....		7	7	1	-	7	-	-	-
R 152a	.....		63	-	-	-	-	11	51	-
R 227ea	.....		146	6	4	-	2	-	60	81
R 245fa	.....		70	-	-	-	-	1	69	-
R 365mf	.....		174	-	-	-	-	-	174	-
FKW u. H-FKW zusammen	.....		10 229	6 638	5 489	59	1 090	593	2 339	660
Blends	.....		5 759	5 753	3 266	432	2 055	5	-	-
darunter	.....									
R 404 A	.....		3 783	3 783	2 155	199	1 429	-	-	-
R 407 A	.....		31	31	14	1	16	-	-	-
R 407 C	.....		969	964	592	45	327	5	-	-
R 410 A	.....		288	288	187	15	86	-	-	-
R 413 A	.....		34	34	2	6	26	-	-	-
R 417 A	.....		30	30	10	8	13	-	-	-
R 507	.....		411	411	257	24	130	-	-	-
<b>nach Wirtschaftszweigen</b>										
20 Chemische Industrie	.....		2 588	243	190	1	52	115	2 230	-
21 H. v. pharmazeutischen Erzeugnissen	.....		417	3	0	0	2	415	-	-
27 H. v. elektrischen Erzeugnissen	.....		159	153	130	1	22	-	-	6
28 Maschinenbau	.....		3 243	3 230	2 281	181	769	5	2	6
29 H. v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	.....		4 484	4 484	4 445	1	38	-	-	0
33 Reparatur und Installation von	.....									
Maschinen und Ausrüstungen	.....		1 231	1 153	505	88	560	-	-	78
43 Baugewerbe <sup>2)</sup>	.....		1 824	1 824	874	177	773	-	-	-
45 Kraftfahrzeughandel; Instandhaltung und Reparatur von Kfz; Tankstellen	.....		641	563	0	0	562	-	-	79
übrige Wirtschaftszweige	.....		1 400	739	331	42	366	63	107	492

<sup>1)</sup> In den Berichtsjahren 2002 und 2003 wurden nur Erstfüllung sowie Nachfüllung, Umrüstung bei den Kältemitteln erfasst

<sup>2)</sup> Durch das Runden der Zahlen können sich bei der Summierung von Einzelangaben geringfügige Abweichungen in der Endsumme ergeben.

<sup>3)</sup> Hier handelt es sich überwiegend um Kälte-Klima-Fachbetriebe, die der Klassifikation 43.22.0 «Gas-, Wasser-, Heizungs- sowie Lüftungs- und Klimainstallation» zugerechnet werden.

Quelle : Destatis