

CLIMATE CHANGE

21/2018

# Branchen- und unternehmensgrößen- bezogene Ermittlung von Klimaschutzpotenzialen (Schwerpunkt KMU) durch verstärkte Umsetzung von Energiemanagement- maßnahmen in der Wirtschaft

Abschlussbericht



CLIMATE CHANGE 21/2018

Umweltforschungsplan des  
Bundesministeriums für Umwelt,  
Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3716 43 103 0  
UBA-FB 002633

# **Branchen- und unternehmensgrößenbezogene Ermittlung von Klimaschutzpotenzialen (Schwerpunkt KMU) durch verstärkte Umsetzung von Energiemanagementmaßnahmen in der Wirtschaft**

Abschlussbericht

von

Dr. Clemens Rohde, Dr. Patrick Plötz, Lisa Nabitz, Dr. Nele Friedrichsen  
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe

Ignacio Bedoya  
EE ENERGY ENGINEERS GmbH (TÜV NORD GROUP), Gelsenkirchen

Rainer Winter  
TÜV Nord Cert GmbH (TÜV NORD GROUP), Sessen

Christian Mayer  
Noerr LPP

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

# Impressum

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
info@umweltbundesamt.de  
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

**Durchführung der Studie:**

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

**Abschlussdatum:**

Juli 2017

**Redaktion:**

Fachgebiet I 2.4 Energieeffizienz  
Reinhard Albert

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, Juli 2018

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

## Kurzbeschreibung

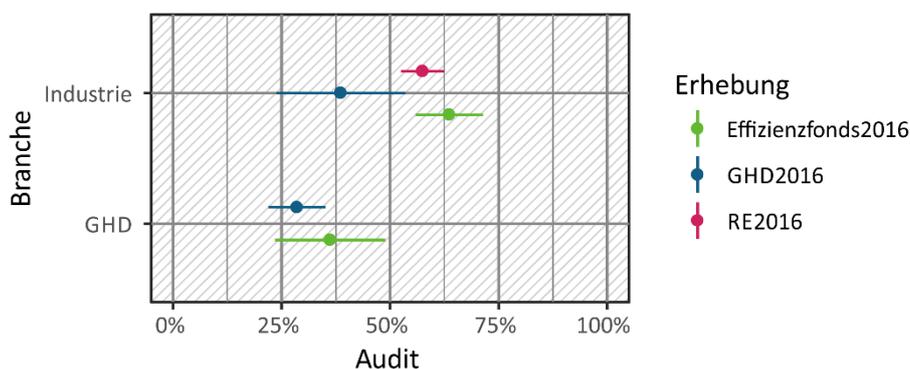
Energiemanagementmaßnahmen können dazu beitragen, Energieeffizienzpotenziale zu identifizieren und durch die Umsetzung von identifizierten Energieeffizienzmaßnahmen auch zu heben. Energiemanagementmaßnahmen im Sinne dieser Studie umfassen Energiemanagementsysteme (EMS), Energieaudits, EMAS (*Eco-Management and Audit Schemes*) und Umweltmanagementsysteme (UMS). Die Einführung von Energiemanagementmaßnahmen wird über verschiedene Politikinstrumente wie bspw. die besondere Ausgleichsregelung oder den Spitzenausgleich vorangetrieben. Aber obwohl Energiemanagementsysteme als generell sinnvoll zur Förderung der Energieeffizienz gelten und auch seitens der Bundesregierung gefördert werden, ist der empirische Kenntnisstand über die Einführung von Energiemanagementsystemen und über die Einsparungen an Primärenergie, die dadurch erreicht werden konnten, gering.

Ziel der vorliegenden Studie ist eine empirische Bewertung der derzeitigen Verbreitung von Energiemanagementmaßnahmen in Deutschland, der Kosten für die Einführung und den Betrieb sowie der Wirkung von Energiemanagementmaßnahmen hinsichtlich der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen und Energieeinsparungen.

## Diffusion von Energiemanagementmaßnahmen

Auf Basis von vier Erhebungen wird die Verbreitung von Energiemanagementmaßnahmen in Deutschland empirisch untersucht. Interessant sind die Anteile der Unternehmen bzw. Organisationen in Deutschland mit Energiemanagementmaßnahmen differenziert nach Sektor, Branche und Anzahl der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Die nachstehende Abbildung zeigt den Anteil der Unternehmen mit Energieaudit im GHD- und Industrie-Sektor als Mittelwerte (Punkte) mit 95 %-Konfidenzintervallen (Linien). Es zeigt sich, dass gut die Hälfte der Industrieunternehmen und circa ein Drittel der Unternehmen im GHD-Sektor ein Audit durchgeführt haben. Die Werte streuen dabei zwischen den Erhebungen.

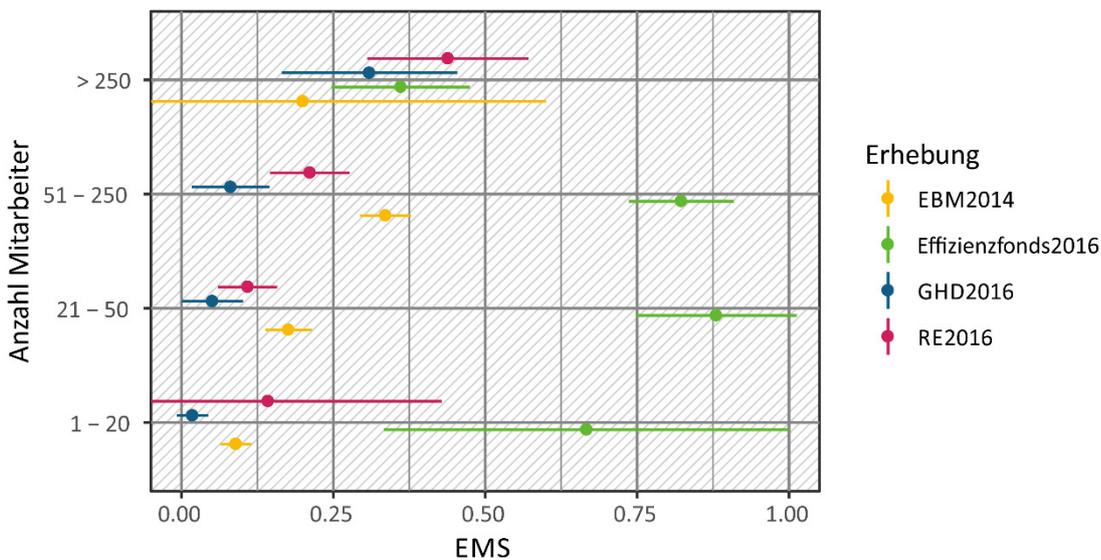
Abbildung 1: Mittlerer Anteil der Organisationen mit Energieaudits nach Sektor



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (runde Punkte) und 95%-Konfidenzintervalle (Linien).

Für den Anteil der Unternehmen mit EMS aus den verschiedenen Erhebungen ergibt sich folgendes Bild: 24 – 28 % der Industrieunternehmen und 6 – 10 % der Unternehmen im GHD-Sektor und insgesamt 18 – 23 % aller Unternehmen verfügen über EMS. Dabei steigt der Anteil der Unternehmen mit EMS (und ebenso mit Audits) mit der Unternehmensgröße.

Abbildung 2: Mittlerer Anteil der Organisationen mit EMS nach Anzahl der Mitarbeiter



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (runde Punkte) und 95%-Konfidenzintervalle (Linien).

Der Anteil der Unternehmen mit EMAS in Deutschland liegt zwischen 6 und 12 % liegt. Dabei verfügen 5–10 % der Industrieunternehmen und 8–13 % der Unternehmen im GHD-Sektor über ein EMAS. Auch hier steigt der Anteil mit der Unternehmensgröße. Zum Vergleich können die Zahlen des EMAS-Registers herangezogen werden. Allerdings wird hier nur die gesamte Zahl der Organisationen gemessen, keine Anteilswerte. Darin sind circa 600 Unternehmen aus dem Verarbeitenden Gewerbe gemeldet und circa 900 aus anderen Branchen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass eine Organisation in mehreren Branchen tätig sein kann. Stand Mai 2017 sind bundesweit 1.245 EMAS-Organisationen registriert mit 2.184 Standorten.

Die Anteile der Unternehmen mit UMS pro Branche liegen typischerweise im einstelligen Prozentbereich zu liegen. Insgesamt ergibt sich aus als beste Schätzung für den Anteil der Unternehmen mit UMS folgendes Bild: 5–10 % der Industrieunternehmen und 8–13 % der Unternehmen im GHD-Sektor sowie insgesamt 6–12 % aller Unternehmen verfügen über UMS. Auch im Fall der UMS steigt der Anteil der Unternehmen mit UMS mit der Zahl der Beschäftigten.

Zusammenfassend werden in der vorliegenden Studie die Verbreitung der vier Energiemanagementmaßnahmen Energieaudit, EMS, EMAS und UMS untersucht. Die Anteile der Organisationen, die diese Maßnahmen eingeführt haben, sind in folgender Tabelle zusammengefasst. Typischerweise sind Energiemanagementmaßnahmen in der Industrie stärker verbreitet als im GHD-Sektor und in größeren Organisationen häufiger als in kleinen. Hochgerechnet auf die Grundgesamtheit ergeben sich dann die absoluten in der Tabelle dargestellten Werte.

Tabelle 1: Verbreitung der Energiemanagementmaßnahmen in Industrie und GHD

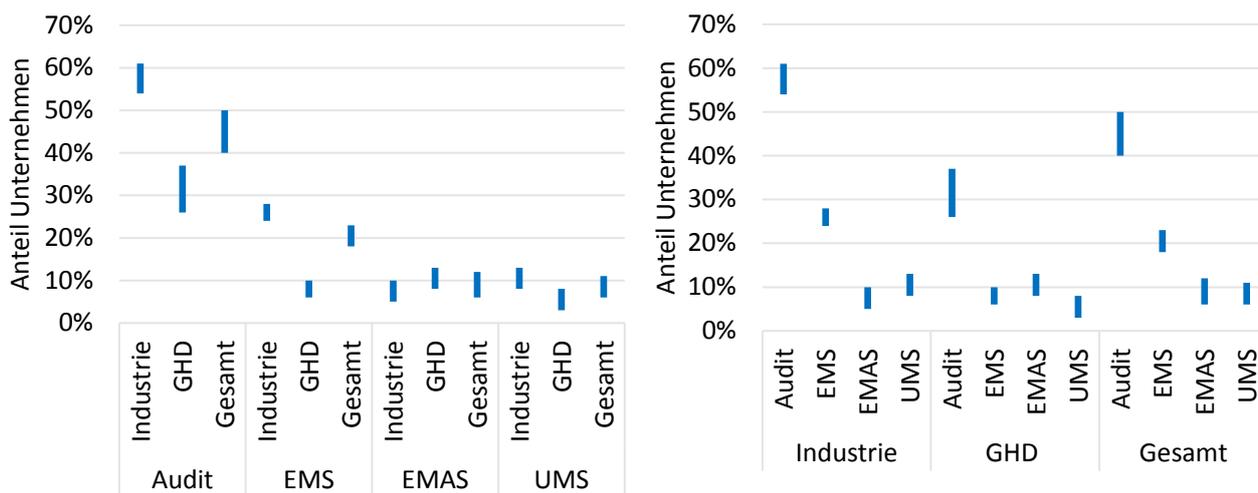
|       | Anteil Unternehmen Industrie | Anteil Unternehmen GHD | Anteil Unternehmen Gesamt | Anzahl Unternehmen Industrie | Anzahl Unternehmen GHD | Anzahl Unternehmen Gesamt |
|-------|------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Audit | 54–61 %                      | 26–37 %                | 40–50 %                   | 11.000–22.000                | 33.000–51.000          | 44.000–73.000             |
| EMS   | 24–28 %                      | 6–10 %                 | 18–23 %                   | 6.000–8.000                  | 4.000–13.000           | 10.000–21.000             |

|      | Anteil Unternehmen Industrie | Anteil Unternehmen GHD | Anteil Unternehmen Gesamt | Anzahl Unternehmen Industrie | Anzahl Unternehmen GHD | Anzahl Unternehmen Gesamt |
|------|------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------------|
| EMAS | 5–10 %                       | 8–13 %                 | 6–12 %                    | 2.000–3.000                  | 8.000–13.000           | 10.000–16.000             |
| UMS  | 9–13 %                       | 3–8 %                  | 6–11 %                    | 3.000–4.000                  | 5.000–15.000           | 8.500–17.000              |

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Anteile der Betriebe mit den jeweiligen Instrumenten sind in den folgenden Abbildungen zusammenfassend dargestellt. Man erkennt, dass Audits klar am häufigsten anzutreffen sind, bei fast jedem zweiten Unternehmen, gefolgt von EMS – bei circa jedem fünften Unternehmen. EMAS und UMS sind deutlich seltener und nur bei 6 bis 10 % der Unternehmen anzutreffen. Man beachte, dass die Audits aus dem Jahr 2016 gemäß der Energieauditpflicht in den Befragungen nicht abgedeckt sind. Bei allen Systemen ist die Verbreitung in der Industrie größer als im GHD-Sektor. Darüber hinaus lässt sich festhalten, dass die Verbreitung bei EMS und Audits mit der Größe des Unternehmens steigt.

Abbildung 3: Anteile der Betriebe mit Energieeffizienz-Instrumenten nach Sektor



Quelle: Eigene Darstellung.

### Wirkung von Energiemanagementmaßnahmen

Für die Messung der Wirkung von Energiemanagementmaßnahmen hat sich in der Literatur der Ansatz durchgesetzt, Unterschiede in der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen zu erheben. Daher werden in diesem Bericht zwei primäre Messgrößen für die Wirkung der Energiemanagementmaßnahmen verwendet: (1) der Anteil umgesetzter Energieeffizienzmaßnahmen in Organisationen mit Energiemanagementmaßnahme im Vergleich von Organisationen ohne Energiemanagementmaßnahme; und (2) der Anteil von Organisationen mit Energiemanagementmaßnahme, die Energieeffizienzmaßnahmen in einem Technologiebereich umgesetzt haben, im Vergleich zum Anteil von Organisationen ohne Energiemanagementmaßnahme, die Energieeffizienzmaßnahmen in einem Technologiebereich umgesetzt haben. Durch die direkten Vergleiche steht stets eine Kontrollgruppe zur Verfügung und nur so ist eine sinnvolle Einschätzung der Wirkung möglich.

Der Anteil der umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen in Betrieben mit und ohne Energieaudit zeigt, dass Unternehmen mit Energieaudits mehr Energieeffizienzmaßnahmen umsetzen. Der mittlere

Anteil umgesetzter Maßnahmen ist anhand einer umfangreichen Analyse von Schleich et al. (2015) sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 2: Mittlerer Anteil umgesetzter Effizienzmaßnahmen in Unternehmen nach Audit

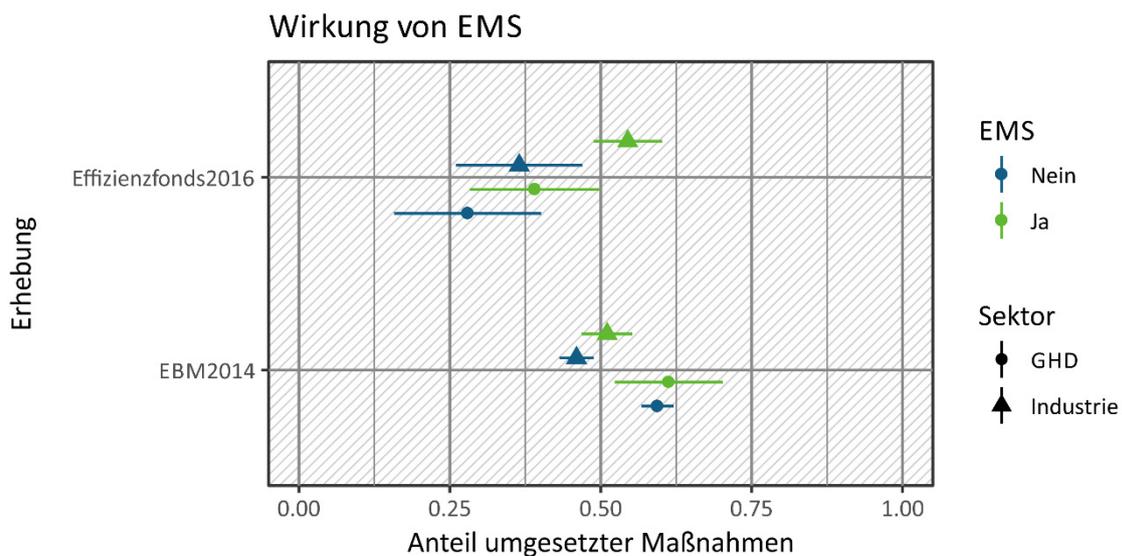
|                     | ohne Audit | Mit Audit | Differenz | Korrigierte Differenz |
|---------------------|------------|-----------|-----------|-----------------------|
| Beleuchtung         | 30 %       | 54 %      | 24 %***   | 19–21 %***            |
| Wärmedämmung        | 9 %        | 19 %      | 10 %***   | 10–11 %***            |
| Heizung             | 8 %        | 22 %      | 14 %***   | 6–14 %**              |
| Heizungsoptimierung | 7 %        | 36 %      | 29 %***   | 27–29 %***            |

Quelle: Eigene Darstellung nach Schleich et al. (2015). Die Spannweite in der korrigierten Differenz ergibt sich aus den Ergebnissen verschiedener Korrekturverfahren. Alle Gruppenunterschiede sind statistisch signifikant. „\*\*\*“  $p < 0.01$ , „\*\*“  $p < 0.05$  und „\*“  $p < 0.1$  in einem zweiseitigen t-Test.

Unternehmen mit Energieaudits setzen deutlich mehr (zwischen 10 und 29 % je nach Technologiebereich) Energieeffizienzmaßnahmen um, als Unternehmen ohne Energieaudits.

Auch bei EMS zeigt sich eine positive Wirkung. Der Anteil der umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen in Betrieben mit und ohne EMS ist in folgender Abbildung dargestellt. Man erkennt, dass Unternehmen mit EMS tendenziell mehr Energieeffizienzmaßnahmen umsetzen.

Abbildung 4: Mittlerer Anteil von umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen nach Sektor & EMS



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (Kreise für GHD und Dreiecke für Industrie) mit 95%-Konfidenzintervallen.

Auch nach der zweiten Art der Messung der Wirkung zeigen sich ähnliche Ergebnisse. In den meisten Technologiebereichen und Erhebungen ist der Anteil von Unternehmen, die Energieeffizienzmaßnahmen umsetzen, bei Unternehmen mit EMS höher, auch wenn die Unterschiede in den Anteilen der Unternehmen oft gering sind.

Hinsichtlich der Wirkung von Energiemanagementmaßnahmen lassen sich folgende Punkte festhalten:

- ▶ Trotz methodischer Schwierigkeiten lässt sich deutlich empirisch belegen, dass Unternehmen mit Audits und EMS mehr Energieeffizienzmaßnahmen umsetzen. Dies gilt sowohl im Vergleich des Anteils von Maßnahmen in Unternehmen als auch im Vergleich des Anteils von Unternehmen mit Maßnahmen, d. h. nach beiden hier verwendenden Wirkungsmessungen.
- ▶ Ein direkter Vergleich der Maßnahmen ist empirisch schwierig. Dies liegt daran, dass die Maßnahmen häufig gemeinsam auftreten, aber auch daran, dass verschiedene Effekte, die beide Gruppen betreffen, statistisch getrennt werden müssen. Hierfür sind größere und repräsentative Datensätze und eine anspruchsvolle Methodik nötig.
- ▶ Aufgrund der höheren Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen führen Audits und EMS zu höheren Energieeinsparungen in Unternehmen. Die Größe der Einsparungen ist jedoch mit großen Unsicherheiten behaftet.

### **Hemmnisse bei der Einführung von Energiemanagementmaßnahmen (1p)**

Die Hemmnisse im Bereich der Einführung von Energiemanagementmaßnahmen sind bislang weniger gut untersucht als die Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen. Insgesamt als größte Barrieren genannt werden: finanzielle Hemmnisse insbesondere beim Zugang zu Kapital, Aspekte der Informationsbeschaffung und Auswertung sowie verhaltensbezogene Hürden, wie einfache Entscheidungsprotokolle, sowie mangelndes Bewusstsein und/oder Priorisierung seitens des Managements. Die Bedeutung der unternehmensinternen Barrieren ist somit sehr hoch.

Die meisten Barrieren werden in den frühen Phasen auf dem Weg zu mehr Energieeffizienz identifiziert, wo Bewusstseinsbildung, Durchführung eines Audits und Einführung von EMS verortet werden können. Dabei spielen verhaltensbasierte Barrieren, die in der Regel unternehmensintern sind, eine große Rolle. Ökonomische Hemmnisse sind dagegen verstärkt vor allem relevant, wenn es um die konkrete Planung und Umsetzung einer (Investitions-)Maßnahme geht. In Unternehmen besteht nur eine geringe Kenntnis zu den Fördermöglichkeiten. Aus diesem Grund ist die Erörterung der Fördermaßnahmen im Energieaudit überaus sinnvoll.

Politische Eingriffe zur Förderung der Energieeffizienz sollten die Abhängigkeit der Barrieren berücksichtigen, da Maßnahmen, die nur eine Barriere adressieren, möglicherweise wenig Effekt haben.

### **Instrumente zur Steigerung der Verbreitung und Wirkung von Energiemanagementmaßnahmen**

Durch eine zielgerichtete Instrumentierung kann die Verbreitung von Energiemanagementmaßnahmen weiter gesteigert werden, im Bericht werden entsprechende Vorschläge basierend auf den bestehenden Hemmnissen unterbreitet.

Bei KMU ist eine weitere Ausweitung von Informations- und Förderangeboten eine erfolgversprechende Strategie zur Steigerung der Verbreitung- und Wirkung von Energiemanagementmaßnahmen. Der große Erfolg des Förderprogramms „Energieberatung Mittelstand“ legt eine weitere Ausweitung dieses Programms nahe.

Ein Schutz der Berufsbezeichnung des Energieberaters wäre eine denkbare Handlungsoption, um die Qualität von Energieaudits im freien Markt zu steigern.

Bei großen Unternehmen ist besonders die Steigerung der Umsetzung von technischen Maßnahmen prioritär, die Verbreitung von Energiemanagementmaßnahmen ist bereits hoch. Hier bieten die bestehenden Instrumente die Möglichkeit, durch eine deutlich umfangreichere Berichterstattung als bisher die Sensibilität der Unternehmen für die Maßnahmenumsetzung zu steigern.

**Abstract**

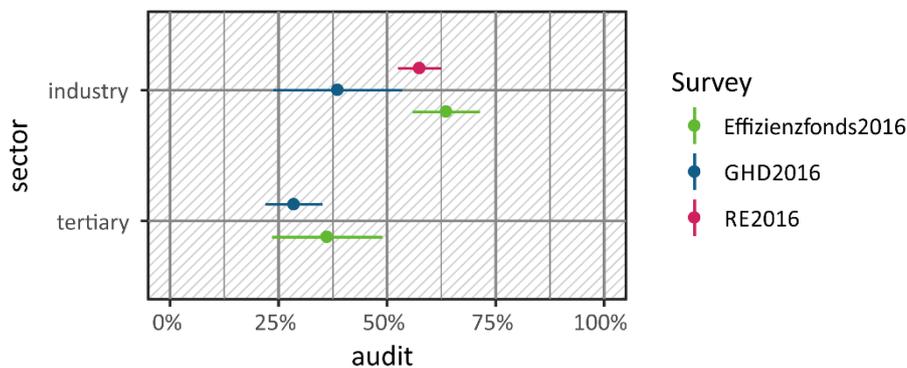
Energy management measures (EMM) can help identify and lift energy efficiency potentials in industry. For the scope of this study, energy management measures comprise energy management systems (EMS), energy audits, Eco Management and Audit Schemes (EMAS) and environmental management systems. Various policy instruments in Germany currently support the market diffusion of these EMM. However, despite the generally acknowledged positive view on EMM, the empirical knowledge concerning their current market diffusion and effects remains limited. The aim of the present study is an empirical assessment of (1) the current state of diffusion of EMM in industry, (2) the costs associated with the introduction and operation of EMM, and (3) the effect of EMM on the adoption of energy efficiency measures and on energy savings. We find 40 – 50 % of German companies to have had an energy audit and about every fifth company has an EMS in place. We can demonstrate empirically that companies with EMM adopt more energy efficiency measures than companies without. This implies higher energy savings yet the magnitude of savings remains difficult to quantify.

The barriers towards the update of measures are much better analyzed than the barriers towards the further uptake of EMM. For both domains, the organizational and informational barriers often outweigh the monetary barriers. To tackle those barriers and to increase the uptake of energy efficiency measures, targeted policies are proposed in this report.

**Diffusion of energy management measures (3pp)**

Mainly four empirical data sets have been used to analyse the current diffusion of EMM in Germany. Of main interest are the share of organisations that adopted EMM differentiated by sector, industrial branch and size. The following figure shows the share of companies in the industry and tertiary sector as mean values (dots) with 95% confidence intervals (lines). About half of the industrial companies and about a third of the tertiary companies use audits.

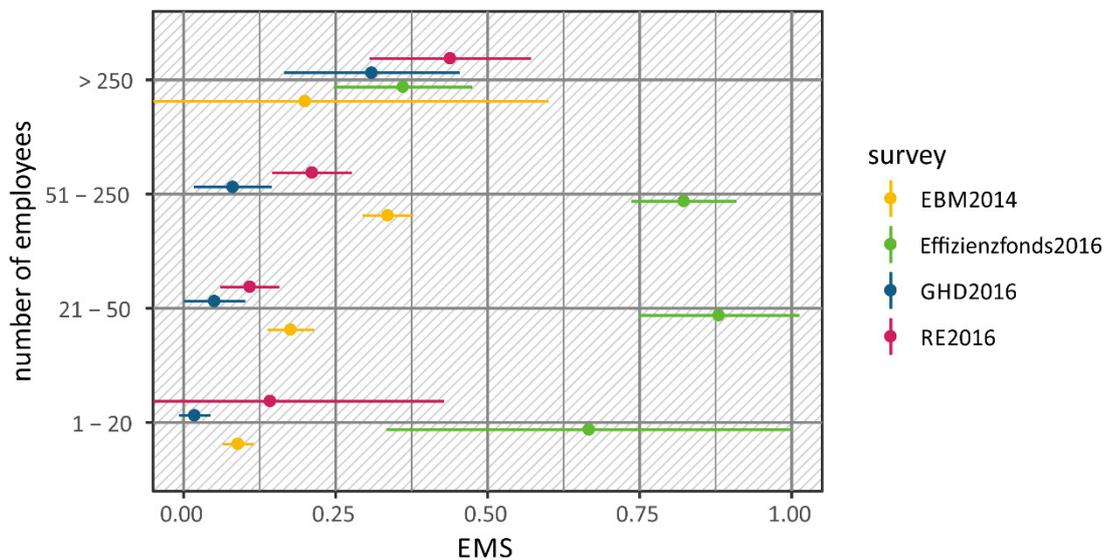
Abbildung 5: Share of organisations with energy audits by sector



Source: Own diagram. Average values are shown (Circles) with 95%-confidence intervalls.

EMS are present in 24 – 28 % of the industrial companies and 6 – 10 % of the companies in the tertiary sector leading to total of 18 – 23 % of all German companies with an EMS. Large companies are more likely to have an EMS or audit than small companies are.

Abbildung 6: Share of organisations with energy management system by company size



Source: Own diagram. Average values are shown (Circles) with 95%-confidence intervalls.

The share of companies with EMAS in Germany is about 6 to 12 %. This stems from 5–10 % of the industrial companies having an EMAS and 8–13 % of the companies from the tertiary sector. As for the other EMM, the share of companies with EMM increases with company size. These results can be compared to the official EMAS register which, however, only contains absolute numbers but no shares. The EMAS register counts about 600 companies from the manufacturing industry and about 900 from other commercial branches. One has to keep in mind that one company can be listed in several branches. By the end of May 2017, a total of 1,245 EMAS organisations were registered in Germany with 2,184 locations.

Usually, a few percent of all companies per branch have an environmental management system. About 5–10 % of the companies in industry and 8–13 % in the tertiary sector. Thus, a total of 6–12 % of all German companies use an environmental management system.

The following table provides a summary of the share and total number of companies that adopted one or several of the four EMM under consideration. Generally, EMM are more prominent in industry than in other sectors and more likely to be met in large companies.

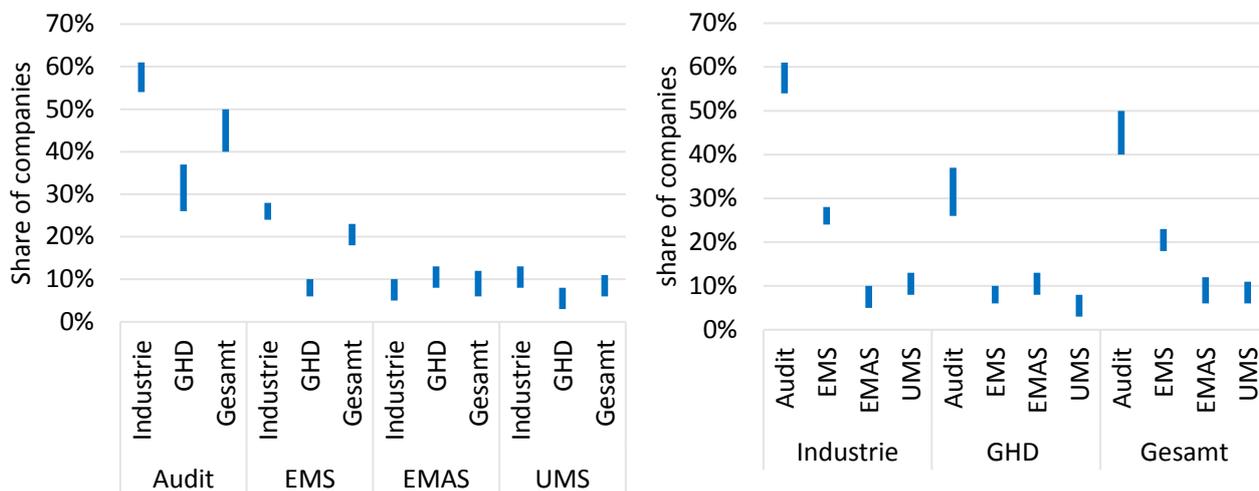
Tabelle 3: Diffusion of energy management measures

|       | Share of companies Industry | Share of companies Tertiary | Share of companies Total | Number of companies Industry | Number of companies Tertiary | Number of companies Total |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| audit | 54–61 %                     | 26–37 %                     | 40–50 %                  | 11.000–22.000                | 33.000–51.000                | 44.000–73.000             |
| EMS   | 24–28 %                     | 6–10 %                      | 18–23 %                  | 6.000–8.000                  | 4.000–13.000                 | 10.000–21.000             |
| EMAS  | 5–10 %                      | 8–13 %                      | 6–12 %                   | 2.000–3.000                  | 8.000–13.000                 | 10.000–16.000             |
| EnvMS | 9–13 %                      | 3–8 %                       | 6–11 %                   | 3.000–4.000                  | 5.000–15.000                 | 8.500–17.000              |

source: own values.

The share of companies with the four EMM are shown in the following figure. Audits have reached highest diffusion and are present in almost every second company followed by EMS – present in every fifth company. EMAS and environmental management systems are not so common and have been adopted by 6 to 10 % of the companies in Germany.

Abbildung 7: Share of companies with energy efficiency instruments by sector



Source: own diagram.

### Effect of energy management measures

For the impact assessment of energy management measures, the approach of measuring the difference in the implementation of energy efficiency measures is generally accepted. Therefore, two primary variables for the impact of energy management measures are used: (1) the share of implemented energy efficiency measures in organisations with or without an energy management measure; and (2) the share of organisations with energy management measures having implemented an energy efficiency measure in a specific field of technology compared to organisations without the energy management measure. By the direct comparison, a control group is available allowing a sound estimation of the impact.

The share of implemented energy efficiency measures in companies with or without energy audits shows a clear rise in implementation by companies with an energy audit. The average share of implemented measures is derived from a comprehensive analysis by Schleich et al. (2015) and presented in the following table.

Tabelle 4: Average share of energy efficiency measures by measure type and audit

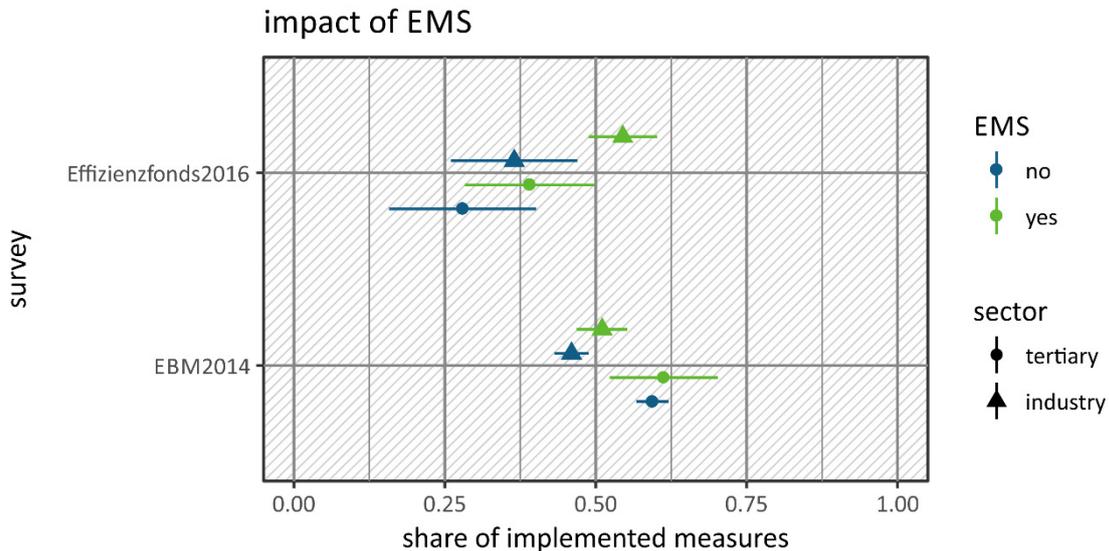
|                             | Without audit | With audit | Difference | Corrected difference |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|----------------------|
| Lighting                    | 30 %          | 54 %       | 24 %***    | 19–21 %***           |
| Insulation                  | 9 %           | 19 %       | 10 %***    | 10–11 %***           |
| Heating system              | 8 %           | 22 %       | 14 %***    | 6–14 %**             |
| Heating system optimisation | 7 %           | 36 %       | 29 %***    | 27–29 %***           |

source: own graph (comp. Schleich et al. (2015)). The range of the corrected difference results from various correction methods. All differences are statistically significant. „\*\*\*“ p < 0.01, „\*\*“ p < 0.05 und „\*“ p < 0.1 in a two-sided t-test.

Companies with energy audits implement significantly more energy efficiency measures than companies without an audit.

In addition, energy management systems have a positive impact. The share of implemented energy efficiency measures with or without an EMS is shown in the following graph. The positive impact of EMS on the implementation of energy efficiency measures is evident.

Abbildung 8: Share of implemented measures by sector and energy management system



Source: Own diagram. Average values are shown (Circles for tertiary and triangles for industry) with 95%-confidence intervalls.

The second metric shows similar results. In most technological areas, the share of companies implementing energy efficiency measures is higher among the group of companies with and EMS. In some technological areas, the differences are low.

Regarding the impact of energy management measures the following points can be stated:

- ▶ Despite the methodological challenges, there is clear empirical evidence showing that companies with audits and EMS implement more energy efficiency measures. Both metrics used show the same result.
- ▶ A direct comparison among the different measures is difficult, as they tend to be implemented simultaneously, but have to be separated statistically to analyze their impact.
- ▶ By the resulting higher implementation rate of energy efficiency measures, audits and EMS lead to higher energy savings in companies. The amount of savings is quite uncertain, though.

**Barriers to the implementation of energy management measures**

The barriers to the implementation of energy efficiency measures are much better analysed than the barriers to the implementation of energy management measures. Major barriers are financial barriers, especially capital access, informational barriers and behavioural routines. The importance of company specific barriers is high.

Most barriers exist in the early stages of decision making, where the impact of energy management measures is of high relevance. Economic barriers are more relevant in the later stages of project development.

Policies to foster the uptake of energy efficiency and management measures should reflect the dependencies of barriers. Policies which address only one barrier can have virtually no effect.

### **Instruments to improve the diffusion and impact of energy management measures**

A targeted policy mix can increase the uptake and impact of energy management measures.

Regarding SME, an extension of information and funding schemes seems a promising strategy to increase the uptake of energy management measures. The huge success of the funding scheme “Energieberatung Mittelstand“ suggests a further extension of this program.

Regarding large enterprises, the increase of the uptake of technological and organisational measures is more important than the increase of the sheer number of energy management measures. Extended reporting requirements with the existing policies could increase awareness within the companies for measure implementation.

## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abbildungsverzeichnis .....  | 16 |
| Tabellenverzeichnis .....  | 18 |
| Abkürzungsverzeichnis .....  | 20 |
| 1 Einleitung und Zielsetzung .....   | 21 |
| 1.1 Ausgangslage .....   | 21 |
| 2 Stand der Verbreitung und Wirkung von Energiemanagementmaßnahmen .....   | 22 |
| 2.1 Einleitung .....   | 22 |
| 2.2 Datengrundlage .....   | 22 |
| 2.3 Methodik.....  | 27 |
| 2.4 Stand der Verbreitung von Energiemanagementmaßnahmen .....   | 29 |
| 2.5 Wirkung von Energiemanagementmaßnahmen .....   | 48 |
| 2.6 Kosten für die Einführung von Energiemanagementsystemen und die<br>Durchführung von Energieaudits .....          | 63 |
| 3 Hemmnisse bei der Verbreitung von Energiemanagementmaßnahmen.....  | 66 |
| 3.1 Einleitung .....   | 66 |
| 3.2 Methodik.....  | 66 |
| 3.3 Klassifikation von Hemmnissen und Begriffsklärung.....   | 66 |
| 3.4 Ergebnisse .....   | 69 |
| 3.5 Fazit.....   | 72 |
| 4 Vorschläge für zielgruppenspezifische Maßnahmen.....   | 73 |
| 4.1 Maßnahmen für KMU .....  | 73 |
| 4.2 Maßnahmen für große Unternehmen.....   | 74 |
| 4.3 Abschätzung der Wirkung der vorgeschlagenen Maßnahmen .....  | 75 |
| 5 Anforderungen zur Durchführung von Energiemanagementmaßnahmen über das<br>Genehmigungsrecht oder die TA-Luft ..... | 77 |
| 5.1 Ausgangslage und Fragestellung .....   | 77 |
| 5.2 Kurzzusammenfassung der Ergebnisse.....  | 77 |
| 5.3 Rechtliche Würdigung.....  | 78 |
| 6 Quellenverzeichnis.....  | 90 |
| 7 Anhang 1: Studien zu Hemmnissen .....  | 93 |

## Abbildungsverzeichnis

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| Abbildung 1:  | Mittlerer Anteil der Organisationen mit Energieaudits nach Sektor.....   | 5  |
| Abbildung 2:  | Mittlerer Anteil der Organisationen mit EMS nach Anzahl der Mitarbeiter.....   | 6  |
| Abbildung 3:  | Anteile der Betriebe mit Energieeffizienz-Instrumenten nach Sektor .....   | 7  |
| Abbildung 4:  | Mittlerer Anteil von umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen nach Sektor & EMS .....   | 8  |
| Abbildung 5:  | Share of organisations with energy audits by sector .....  | 10 |
| Abbildung 6:  | Share of organisations with energy management system by company size .....   | 11 |
| Abbildung 7:  | Share of companies with energy efficiency instruments by sector.....   | 12 |
| Abbildung 8:  | Share of implemented measures by sector and energy management system.....  | 13 |
| Abbildung 1:  | Mittlerer Anteil der Organisationen mit Energieaudits nach Sektor.....   | 29 |
| Abbildung 2:  | Mittlerer Anteil der Organisationen mit Energieaudits nach Branchen.....   | 30 |
| Abbildung 3:  | Mittlerer Anteil der Organisationen mit Energieaudits nach Branchen.....   | 31 |
| Abbildung 4:  | Mittlerer Anteil der Organisationen mit Energieaudit nach Anzahl der Mitarbeiter.....  | 32 |
| Abbildung 5:  | Mittlerer Anteil der Organisationen mit Energieaudit im Verarbeitenden Gewerbe .....   | 32 |
| Abbildung 6:  | Mittlerer Anteil der Organisationen mit EMS nach Branchen.....   | 34 |
| Abbildung 7:  | Mittlerer Anteil der Organisationen mit EMS nach Anzahl der Mitarbeiter.....   | 35 |
| Abbildung 8:  | Mittlerer Anteil der Organisationen mit EMS im Verarbeitenden Gewerbe .....  | 35 |
| Abbildung 9:  | Mittlerer Anteil der Organisationen mit EMS im Verarbeitenden Gewerbe .....  | 36 |
| Abbildung 10: | Verbreitung von Energiemanagementsystemen in Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes zwischen 1996 und 2015 nach Größenklassen ..... | 37 |
| Abbildung 11: | Anzahl Organisationen mit ISO 50001 Zertifizierung in Deutschland .....  | 38 |
| Abbildung 12: | Mittlerer Anteil der Organisationen mit EMAS nach Branchen .....   | 39 |
| Abbildung 13: | Anzahl der Organisationen mit EMAS 2016 nach Branchen .....  | 40 |
| Abbildung 14: | Mittlerer Anteil der Organisationen mit EMAS nach Anzahl der Mitarbeiter.....  | 40 |
| Abbildung 15: | Anzahl der Organisationen mit EMAS über die Zeit .....   | 41 |
| Abbildung 16: | Mittlerer Anteil der Organisationen mit UMS nach Branchen .....  | 42 |
| Abbildung 17: | Mittlerer Anteil der Organisationen mit UMS nach Anzahl der Mitarbeiter.....   | 43 |

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| Abbildung 18: | Anzahl Organisationen mit ISO 14001 Zertifizierung in Deutschland .....  | 44 |
| Abbildung 19: | Anteile der Betriebe mit Energieeffizienz-Instrumenten nach Sektor .....   | 45 |
| Abbildung 20: | Häufigkeitsverteilung der Anzahl vorgeschlagener & umgesetzter<br>Maßnahmen .....  | 49 |
| Abbildung 21: | Mittlerer Anteil von umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen in<br>Betrieben mit und ohne Energieaudit .....                       | 51 |
| Abbildung 22: | Wirkung von Energieaudits gemessen als Anteil der Unternehmen die<br>Energieeffizienzmaßnahmen durch geführt haben.....          | 53 |
| Abbildung 23: | Mittlerer Anteil von umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen nach<br>Sektor & EMS .....  | 54 |
| Abbildung 24: | Wirkung von EMS gemessen als Anteil der Unternehmen die<br>Energieeffizienzmaßnahmen durchgeführt haben.....                     | 55 |
| Abbildung 25: | Wirkung von EMAS gemessen als Anteil der Unternehmen die<br>Energieeffizienzmaßnahmen durchgeführt haben.....                    | 58 |
| Abbildung 26: | Mittlerer Anteil umgesetzter Energieeffizienzmaßnahmen nach<br>Sektor & Instrument .....   | 59 |
| Abbildung 27: | Wirkung von UMS gemessen als Anteil der Unternehmen die<br>Energieeffizienzmaßnahmen durchgeführt haben.....                     | 60 |
| Abbildung 28: | Anteil der Unternehmen die Energieeffizienzmaßnahmen<br>durchgeführt haben nach Energiemanagementmaßnahme &<br>Technologie ..... | 62 |

## Tabellenverzeichnis

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Tabelle 1:  | Verbreitung der Energiemanagementmaßnahmen in Industrie und GHD.....  | 6  |
| Tabelle 2:  | Mittlerer Anteil umgesetzter Effizienzmaßnahmen in Unternehmen nach Audit.....  | 8  |
| Tabelle 3:  | Diffusion of energy management measures .....   | 11 |
| Tabelle 4:  | Average share of energy efficiency measures by measure type and audit.....  | 12 |
| Tabelle 5:  | Charakteristika der Befragungsdaten.....  | 23 |
| Tabelle 6:  | Übersicht der Kontrollvariablen in den Erhebungen.....  | 24 |
| Tabelle 7:  | Darstellung der zugrunde gelegten Grundgesamtheit.....  | 24 |
| Tabelle 8:  | Übersicht der Instrumente in den Erhebungen.....  | 25 |
| Tabelle 8:  | Stichprobenumfänge nach Instrument, Erhebung, Sektor und Anzahl der Mitarbeiter .....   | 25 |
| Tabelle 10: | Anteil der Unternehmen mit Energieaudit in Deutschland.....   | 31 |
| Tabelle 11: | Anzahl der Unternehmen mit Energieaudit in Deutschland .....  | 33 |
| Tabelle 12: | Anteil der Unternehmen mit EMS in Deutschland .....   | 34 |
| Tabelle 13: | Mittlerer Anteil Organisationen mit EMS im Verarbeitenden Gewerbe unterschieden nach Energiekostenanteil am Bruttoproduktionswert.....                          | 37 |
| Tabelle 14: | Anzahl der Unternehmen mit EMS in Deutschland.....  | 38 |
| Tabelle 15: | Anteil der Unternehmen mit EMAS in Deutschland.....   | 39 |
| Tabelle 16: | Anteil der Unternehmen mit UMS in Deutschland.....  | 42 |
| Tabelle 17: | Anzahl der Unternehmen mit UMS in Deutschland .....   | 44 |
| Tabelle 18: | Verbreitung der Energiemanagementmaßnahmen in Industrie und GHD.....  | 45 |
| Tabelle 19: | Kreuztabelle für Audit und EMS nach Erhebung .....  | 46 |
| Tabelle 20: | Deskriptive Statistiken zur Anzahl vorgeschlagener und umgesetzter Maßnahmen .....  | 48 |
| Tabelle 21: | Stichprobenumfänge zur Umsetzung von Maßnahmen in Technologiebereichen .....  | 50 |
| Tabelle 22: | Mittlerer Anteil umgesetzter Effizienzmaßnahmen in Unternehmen nach Audit.....  | 51 |
| Tabelle 23: | Vergleich des Anteils der Unternehmen mit umgesetzten Maßnahmen in den einzelnen Technologiebereichen in Unternehmen mit und ohne Energiemanagementsystem ..... | 56 |
| Tabelle 24: | Kostenstruktur und Aufwand für Unternehmen .....  | 63 |
| Tabelle 25: | Durchschnittliche geförderte und vom Unternehmen selbst getragenen Kosten einer Energieberatung im Förderprogramm „Energieberatung Mittelstand“ .....           | 65 |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Tabelle 26: | Klassifikation von Hemmnissen für Energieeffizienz nach Sorell et al. 2004b .....  | 67 |
| Tabelle 27: | Klassifikation von Hemmnissen für Energieeffizienz nach Cagno et al. 2013 .....  | 68 |
| Tabelle 28: | Zusätzliche Wirkung von Energieaudits und Energiemanagementsystemen bei einer Steigerung der Verbreitung um 10% (bezogen auf den Energieverbrauch) .....   | 76 |
| Tabelle 29: | Zusätzliche Wirkung von Energieaudits und Energiemanagementsystemen bei einer Steigerung der Wirksamkeit um 50% .....  | 76 |
| Tabelle 30: | Zusätzliche Wirkung von Energieaudits und Energiemanagementsystemen bei einer Steigerung der Wirksamkeit um 50% und bei einer Steigerung der Verbreitung um 10% (bezogen auf den Energieverbrauch) ..... | 76 |

## Abkürzungsverzeichnis

| Abkürzung     | Ausführliche Beschreibung   |
|---------------|---|
| <b>CBA</b>    | Cost-benefit analysis   |
| <b>EGS</b>    | Ecosystem Goods and Services  |
| <b>HELCOM</b> | Kommission zum Schutz der Meeresumwelt im Ostseeraum (Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area). |
| <b>EMS</b>    | Energiemanagementsystem   |
| <b>UMS</b>    | Umweltmanagementsystem  |
| <b>EMAS</b>   | Eco-Management und Audit-Schema   |
| <b>Audit</b>  | Energieaudit  |
| <b>GHD</b>    | Gewerbe, Handel und Dienstleistung  |
| <b>EBM</b>    | Energieberatung Mittelstand   |
| <b>RE</b>     | Rationelle Energienutzung   |
| <b>WZ</b>     | Wirtschaftszweig  |
| <b>SD</b>     | Standardabweichung  |
| <b>IEKP</b>   | Integriertes Energie- und Klimaprogramm   |
| <b>ISO</b>    | International Standardization Organization  |
| <b>BesAR</b>  | Besondere Ausgleichsregelung  |
| <b>EDL-G</b>  | Energiedienstleistungsgesetz  |

# 1 Einleitung und Zielsetzung

## 1.1 Ausgangslage

Der Klimaschutz ist eine zentrale Herausforderung unserer Zeit und erfordert eine deutliche Reduktion des Energieverbrauchs, da dieser einen erheblichen Teil der Treibhausgasemissionen verursacht und diese entscheidend zum Klimawandel beitragen.

Die deutsche Regierung hat sich ambitionierte Klimaschutzziele gesetzt. So sollen bis 2020 die CO<sub>2</sub> Emissionen um 40 % und bis 2050 um 80 bis 95 % gegenüber 1990 reduziert werden. Auch der Primärenergieverbrauch und der Stromverbrauch sollen deutlich reduziert werden. Die angestrebte Reduktion liegt für 2020 (2050) bei minus 20 % (50 %) für den Primärenergieverbrauch und bei minus 10 % (25 %) für den Stromverbrauch. Die Ziele wurden bereits 2007 im Integrierten Energie- und Klimaprogramm (IEKP) beschlossen und mit dem Koalitionsvertrag 2013 bestätigt. Die 21. UN-Klimakonferenz in Paris im Jahr 2015 hat die Bedeutung und den Willen zum ambitionierten Klimaschutz noch unterstrichen.

Energiemanagementsysteme können dazu beitragen, Energieeffizienzpotenziale zu identifizieren und über die Umsetzung von identifizierten Maßnahmen zur Effizienzsteigerung diese Potenziale auch zu heben. Die Einführung von Energiemanagementsystemen wird über verschiedene Politikinstrumente wie bspw. die besondere Ausgleichsregelung oder den Spitzenausgleich vorangetrieben. Aber obwohl Energiemanagementsysteme als generell sinnvoll zur Förderung der Energieeffizienz gelten und auch seitens der Bundesregierung gefördert werden, ist der empirische Kenntnisstand über die Einführung von Energiemanagementsystemen und über die Einsparungen an Primärenergie und Treibhausgasen, die dadurch erreicht werden konnten, gering. Es ist zudem unzureichend bekannt, welche Hemmnisse für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen in den einzelnen Betrieben bestehen und wie diese gemindert werden können. Entsprechend ist auch unzureichend bekannt, welche zusätzlichen Klimaschutzpotenziale durch eine weitere Verbreitung von Energiemanagementsystemen erschlossen werden könnten.

Im Rahmen dieses Projekts wurde daher zunächst der IST-Zustand der Einführung von Energiemanagementsystemen erarbeitet. Dabei geht es neben der Verbreitung der Systeme in unterschiedlichen Branchen und Unternehmenstypen vor allem um die erzielten Wirkungen und Gründe für die Realisierung von Effizienzmaßnahmen. Ergänzend werden die Hemmnisse für die Umsetzung von Maßnahmen detaillierter untersucht um darauf aufsetzend Maßnahmen vorzuschlagen, wie die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen in unterschiedlichen Zielgruppen gefördert werden kann.

## 2 Stand der Verbreitung und Wirkung von Energiemanagementmaßnahmen

### 2.1 Einleitung

Das Arbeitspaket 1 teilt sich in zwei Teile auf. Zunächst analysiert der Auftragnehmer den Grad der Verbreitung der unterschiedlichen Energiemanagementmaßnahmen bzw. Instrumente<sup>1</sup>, d. h. Energiemanagementsysteme (EMS), Energieaudits, EMAS und Umweltmanagementsysteme (UMS) nach ISO 14001. Der Stand der Verbreitung wird dabei anhand von Befragungsdaten und externen Datenquellen bestimmt. In einem zweiten Schritt wird die Wirkung von Energieaudits und Energiemanagementsystemen auf die Adaption technischer Maßnahmen untersucht. Dabei wird die Auswirkung der Energiemanagementmaßnahmen auf die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen betrachtet.

Hinsichtlich der Ergebnisse ist zu beachten, dass diese überwiegend rein empirisch erhalten wurden. Dies hat den Vorteil hoher Belastbarkeit der Ergebnisse, insbesondere durch den Vergleich verschiedener Erhebungen. Allerdings bringen empirische Daten die Unsicherheit mit sich, dass nie kontrolliert werden kann, woran der oder die ausfüllende gedacht hat. So wird in den Befragungen teilweise explizit darauf hingewiesen, dass EMS nach ISO 50001 gemeint sind, aber es ist nicht nachweisbar, ob der Teilnehmer korrekt geantwortet hat.

Kapitel 2 ist wie folgt gegliedert. Zunächst wird in Abschnitt 2.2 die Datenbasis für alle folgenden Untersuchungen vorgestellt. Anschließend wird in Abschnitt 2.3 kurz auf die Methodik für die Auswertung der Daten eingegangen. Die Hauptteile des Kapitels bilden der Stand der Verbreitung, d. h. die aktuelle Diffusion, der Instrumente in Abschnitt 2.4, gefolgt von einer Untersuchung der Wirkung der Instrumente.

### 2.2 Datengrundlage

#### 2.2.1 Erhebungen

Die im Zuge des Projekts durchgeführten Analysen basieren auf fünf Datensätzen, die in den Jahren 2014, 2015 und 2016 in den Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie in der Industrie erhoben wurden (vgl. Tabelle 5).

Die oben genannten Datensätze wurden teilweise im Kontext der Evaluierung von Förderprogrammen sowie teilweise unabhängig erhoben und weisen folgende Besonderheiten auf:

- ▶ **European Manufacturing Survey:** Diese Befragung wird vom Fraunhofer ISI alle drei Jahre durchgeführt und bildet bezogen auf die Unternehmensgröße und Branchenverteilung ein repräsentatives Abbild des Verarbeitenden Gewerbes. Inhaltlich erfasst auf Betriebsebene werden die Nutzung technisch-organisatorischer Innovationen in der Produktion und die damit erzielten Verbesserungen der Leistungsfähigkeit im Verarbeitenden Gewerbe. Schwerpunkt dieser Erhebung waren nicht-energetische Aspekte. Daher wird dieser Datensatz nur vereinzelt zum Vergleich herangezogen; eine Auswertung zu den Hauptfragen dieses Berichts ist nicht durchgängig möglich.
- ▶ **Energieberatung Mittelstand:** Gemeinsam mit IREES wurde dieser Datensatz vom Fraunhofer ISI im Kontext der Evaluierung des Förderprogramms „Energieberatung Mittelstand“ erhoben. Folglich wurde bei allen befragten Unternehmen dieser Stichprobe ein gefördertes Energieaudit durchgeführt.
- ▶ **Evaluation des Förderprogramms „Energiemanagementsysteme“:** Im Rahmen des vom Fraunhofer ISI gemeinsam mit ifeu, Prognos und SUER durchgeführten Projekts „Evaluierung

---

<sup>1</sup> Beide Begriffe werden hier synonym verwendet und der Begriff „Instrument“ teilweise bevorzugt, um Verwechslungen mit Energieeffizienzmaßnahmen und Energiemanagementsystemen zu vermeiden.

des Energieeffizienzfonds“ wurde das Förderprogramm „Förderung von Energiemanagementsystemen“ evaluiert und hierzu eine Befragung bei den geförderten Unternehmen durchgeführt. Folglich ist in der Mehrheit der befragten Unternehmen bereits ein Energiemanagementsystem installiert, weshalb sich die Ergebnisse insbesondere für eine Abschätzung der Wirkung von Energiemanagementsystemen eignen.

- ▶ **Rationelle Energienutzung in der Industrie:** Als Teilstichprobe des European Manufacturing Surveys enthält diese Befragung Informationen zur rationellen Energienutzung, zum Energiemonitoring sowie zur Relevanz der Energieeffizienz in der Industrie.
- ▶ **Rationelle Energienutzung im GHD-Sektor:** In Ergänzung zur Befragung Rationelle Energienutzung in der Industrie deckt diese Befragung analog Daten zur rationellen Energienutzung im GHD-Sektor ab.

Tabelle 5: Charakteristika der Befragungsdaten

| Erhebung                  | EMS2015  | EBM2014  | GHD2016                                 | Eff2016   | RE2016                                     |
|---------------------------|--|--|---|---|--|
| Bezeichnung der Erhebung  | European Manufacturing Survey  | Energieberatung Mittelstand                            | Rationelle Energienutzung im GHD-Sektor | Evaluation des Förderprogramms „Energiemanagementsysteme“                 | Rationelle Energienutzung in der Industrie |
| Jahr                      | 2015   | 2014   | 2016                                    | 2016  | 2016                                       |
| Sektor                    | Verarbeitendes Gewerbe <sup>2</sup>  | Industrie <sup>3</sup>                                 | GHD, Verarb. Gew. < 20 MA               | Industrie & GHD <sup>4</sup>  | NACE 22, 25-30 <sup>5</sup>                |
| Stichprobengröße          | 1.282  | 1.471  | 336                                     | 246   | 402  |
| Besonderheiten Stichprobe | Repräsentatives Datensample des Verarbeitenden Gewerbes für Unternehmen ab 20 Beschäftigte | Alle Unternehmen der Stichprobe haben ein Energieaudit | -                                       | Mehrheit der Unternehmen der Stichprobe haben ein Energiemanagementsystem | Teilstichprobe des EMS2015 Datensatzes     |
| Weitere Informationen     | Mattes et al. (2015)   | Mai et al. (2014)                                      | -                                       | Nabitz et al. (2016)  | Mattes et al. (2016)                       |

Quelle: Eigene Darstellung.

<sup>2</sup> Wirtschaftszweig C.

<sup>3</sup> Metall, Ernährung, Energieintensive Produktion, Sonst. Produktion, Kfz-Gewerbe, Gastgewerbe, Lebensmittelhandel, Sonst. Handel, Sonst. Dienstleistung, Büro-ähnlich, vgl. Mai et al. (2014).

<sup>4</sup> B = Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden, C = Verarbeitendes Gewerbe, D = Energieversorgung, E = Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen, F = Baugewerbe, G = Handel; Instandhaltung und Reparatur von Fahrzeugen, H = Verkehr und Lagerei, I = Gastgewerbe, J = Information und Kommunikation, K = Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen, L = Grundstücks- und Wohnungswesen, M = Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen, N = Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen, P = Erziehung und Unterricht, Q = Gesundheits- und Sozialwesen, R = Kunst, Unterhaltung und Erholung, S = Erbringung von sonstigen Dienstleistungen, vgl. Nabitz et al. (2016).

<sup>5</sup> Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren (NACE 22), Herstellung von Metallerzeugnissen (NACE 25), Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (NACE 26), Herstellung von elektrischen Ausrüstungen (NACE 27), Maschinenbau (NACE 28), Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (NACE 29), Sonstiger Fahrzeugbau (NACE 30), vgl. Mattes et al. (2016).

## 2.2.2 Deskriptive Statistiken

Der nun folgende Abschnitt stellt tabellarisch die einzelnen Variablen der unterschiedlichen Datensätze deskriptiv gegenüber, bevor im weiteren Verlauf weitere statistische Analysen durchgeführt werden.

Tabelle 6: Übersicht der Kontrollvariablen in den Erhebungen

| Erhebung  | EBM2014       | GHD2016       | Eff2016       | RE2016        |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Anzahl Mitarbeiter: Median                          | 35            | 35            | 193           | 59            |
| Anzahl Mitarbeiter: Mittelwert (Standardabweichung) | 54 (56)       | 377 (2176)    | 465 (906)     | 265 (1148)    |
| Anteil mit 1 – 20 Mitarbeitern                      | 36 %          | 36 %          | 5 %           | 2 %           |
| Anteil mit 21 – 50 Mitarbeitern                     | 29 %          | 26 %          | 13 %          | 43 %          |
| Anteil mit 51 – 250 Mitarbeitern                    | 35 %          | 25 %          | 43 %          | 40 %          |
| Anteil mit über 250 Mitarbeitern                    | 0 %           | 14 %          | 39 %          | 15 %          |
| Anteil Organisationen mit Energiemanager            | 41 %          | nicht erhoben | nicht erhoben | nicht erhoben |
| Anteil Organisationen, die Energiekennzahlen nutzen | nicht erhoben | 67 %          | 89 %          | 48 %          |
| Anteil Organisationen mit Energieziel               | nicht erhoben | 43 %          | 83 %          | 38 %          |

Quelle: Eigene Darstellung.

In der nachfolgenden Tabelle ist die Anzahl der Unternehmen, die für die nachfolgenden Analysen zu Grunde gelegt wurde, dargestellt. Der überwiegende Teil der Unternehmen findet sich im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), während das Verarbeitende Gewerbe nur einen vergleichsweise geringen Teil der Unternehmen ausmacht. Problematisch ist die Abgrenzung innerhalb der kleinen Unternehmen. In den Erhebungen wird die Abgrenzung in der Regel bei 20 Mitarbeitern gezogen, in der Unternehmensstatistik wird eine abweichende Klassifizierung mit der Grenze bei 10 Mitarbeitern genutzt.

Tabelle 7: Darstellung der zugrunde gelegten Grundgesamtheit<sup>6</sup>

| Sektor                 | Kleinst (<10 MA) | Klein (10-49 MA) | Mittel (50-249 MA) | Groß (>249 MA) |
|------------------------|------------------|------------------|--------------------|----------------|
| Produzierendes Gewerbe | 182.000          | 44.000           | 15.000             | 4.000          |
| GHD                    | 2.790.000        | 215.000          | 41.000             | 9.000          |

Quelle: Eigene Darstellung.

<sup>6</sup> Gem. Tabelle „Unternehmen (Unternehmensregister-System): Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige (Abschnitte), Beschäftigtengrößenklassen“ des Statistischen Bundesamtes.

Tabelle 8: Übersicht der Instrumente in den Erhebungen

| Erhebung                        | EBM2014       | GHD2016 | Eff2016       | RE2016        |
|---------------------------------|---------------|---------|---------------|---------------|
| Anteil Organisationen mit Audit | 100 %         | 30 %    | 56 %          | 58 %          |
| Anteil Organisationen mit EMS   | 20 %          | 8 %     | 64 %          | 20 %          |
| Anteil Organisationen mit EMAS  | nicht erhoben | 10 %    | nicht erhoben | nicht erhoben |
| Anteil Organisationen mit UMS   | 8 %           | 7 %     | nicht erhoben | nicht erhoben |

Quelle: Eigene Darstellung.

Des Weiteren sind die Teilstichproben nach Instrumenten und Erhebungen in folgender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 9: Stichprobenumfänge nach Instrument, Erhebung, Sektor und Anzahl der Mitarbeiter

| Instrument | Erhebung | Instr. vorh.? | GHD 1 - 20 | GHD 21 - 50 | GHD 51 - 250 | GHD >250 | GHD NA | Ind. 1 - 20 | Ind. 21 - 50 | Ind. 51 - 250 | Ind. >250 | Ind. NA | NA | Gesamt |
|------------|----------|---------------|------------|-------------|--------------|----------|--------|-------------|--------------|---------------|-----------|---------|----|--------|
| EMS        | EBM2014  | 0             | 336        | 173         | 124          |          | 12     | 117         | 151          | 210           | 4         | 3       | 9  | 1139   |
| EMS        | EBM2014  | 1             | 17         | 25          | 20           | 1        |        | 27          | 45           | 149           |           |         | 2  | 286    |
| EMS        | EBM2014  | NA            | 15         | 9           | 1            |          |        | 4           | 10           | 5             |           |         | 2  | 46     |
| EMS        | Eff2016  | 0             | 3          | 1           | 3            | 23       |        |             | 2            | 11            | 22        |         | 1  | 66     |
| EMS        | Eff2016  | 1             | 2          | 3           | 6            | 8        |        | 4           | 19           | 59            | 18        |         |    | 119    |
| EMS        | Eff2016  | NA            | 4          | 3           | 3            | 6        |        | 1           | 3            | 24            | 17        |         |    | 61     |
| EMS        | GHD2016  | 0             | 78         | 60          | 58           | 28       |        | 54          | 14           | 10            | 1         |         |    | 303    |
| EMS        | GHD2016  | 1             | 2          | 3           | 3            | 5        |        | 2           | 1            | 3             | 8         |         |    | 27     |
| EMS        | GHD2016  | NA            | 1          | 1           | 2            |          |        | 2           |              |               |           |         |    | 6      |
| EMS        | RE2016   | 0             |            |             |              |          |        | 6           | 147          | 123           | 33        |         |    | 309    |
| EMS        | RE2016   | 1             |            |             |              |          |        | 1           | 18           | 33            | 25        |         |    | 77     |
| EMS        | RE2016   | NA            |            |             |              |          |        |             | 5            | 3             | 2         |         | 6  | 16     |
| Audit      | EBM2014  | 0             | 0          | 0           | 0            |          |        |             |              |               |           |         |    | 0      |
| Audit      | EBM2014  | 1             | 368        | 207         | 145          | 1        | 12     | 148         | 206          | 364           | 4         | 3       | 13 | 1471   |
| Audit      | EBM2014  | NA            |            |             |              |          |        |             |              |               |           |         |    | 0      |
| Audit      | Eff2016  | 0             | 4          | 2           | 6            | 25       | 0      | 1           | 7            | 25            | 23        |         |    | 93     |
| Audit      | Eff2016  | 1             | 3          | 5           | 4            | 9        | 0      | 4           | 11           | 57            | 26        |         | 1  | 120    |
| Audit      | Eff2016  | NA            | 2          |             | 2            | 3        | 0      |             | 6            | 12            | 8         |         |    | 33     |
| Audit      | GHD2016  | 0             | 50         | 34          | 34           | 17       | 0      | 13          | 6            | 5             | 3         |         |    | 162    |

| Instrument | Erhebung | Instr. vorh.? | GHD 1 - 20 | GHD 21 - 50 | GHD 51 - 250 | GHD >250 | GHD NA | Ind. 1 - 20 | Ind. 21 - 50 | Ind. 51 - 250 | Ind. >250 | Ind. NA | NA | Gesamt |
|------------|----------|---------------|------------|-------------|--------------|----------|--------|-------------|--------------|---------------|-----------|---------|----|--------|
| Audit      | GHD2016  | 1             | 9          | 17          | 17           | 11       | 0      | 1           | 6            | 4             | 6         |         |    | 71     |
| Audit      | GHD2016  | NA            | 22         | 13          | 12           | 5        | 0      | 44          | 3            | 4             |           |         |    | 103    |
| Audit      | RE2016   | 0             |            |             |              |          |        | 3           | 90           | 57            | 18        |         | 2  | 170    |
| Audit      | RE2016   | 1             |            |             |              |          |        | 4           | 79           | 102           | 42        |         | 4  | 231    |
| Audit      | RE2016   | NA            |            |             |              |          |        |             | 1            |               |           |         |    | 1      |
| EMAS       | EBM2014  | 0             |            |             |              |          |        |             |              |               |           |         |    | 0      |
| EMAS       | EBM2014  | 1             |            |             |              |          |        |             |              |               |           |         |    | 0      |
| EMAS       | EBM2014  | NA            | 368        | 207         | 145          | 1        | 12     | 148         | 206          | 364           | 4         | 3       | 13 | 1471   |
| EMAS       | Eff2016  | 0             |            |             |              |          |        |             |              |               |           |         |    | 0      |
| EMAS       | Eff2016  | 1             |            |             |              |          |        |             |              |               |           |         |    | 0      |
| EMAS       | Eff2016  | NA            | 9          | 7           | 12           | 37       |        | 5           | 24           | 94            | 57        |         | 1  | 246    |
| EMAS       | GHD2016  | 0             | 76         | 59          | 54           | 23       |        | 51          | 14           | 12            | 9         |         |    | 298    |
| EMAS       | GHD2016  | 1             | 4          | 4           | 7            | 10       |        | 5           | 1            | 1             |           |         |    | 32     |
| EMAS       | GHD2016  | NA            | 1          | 1           | 2            | 0        |        | 2           |              |               |           |         |    | 6      |
| EMAS       | RE2016   | 0             |            |             |              |          |        |             |              |               |           |         |    | 0      |
| EMAS       | RE2016   | 1             |            |             |              |          |        |             |              |               |           |         |    | 0      |
| EMAS       | RE2016   | NA            |            |             |              |          |        | 7           | 170          | 159           | 60        |         | 6  | 402    |
| UMS        | EBM2014  | 0             | 343        | 182         | 132          | 1        | 12     | 137         | 182          | 298           | 2         | 3       | 8  | 1300   |
| UMS        | EBM2014  | 1             | 8          | 11          | 12           |          |        | 7           | 15           | 59            | 2         | 2       |    | 116    |
| UMS        | EBM2014  | NA            | 17         | 14          | 1            |          |        | 4           | 9            | 7             |           | 3       |    | 55     |
| UMS        | Eff2016  | 0             |            |             |              |          |        |             |              |               |           |         |    | 0      |
| UMS        | Eff2016  | 1             |            |             |              |          |        |             |              |               |           |         |    | 0      |
| UMS        | Eff2016  | NA            | 9          | 7           | 12           | 37       |        | 5           | 24           | 94            | 57        |         | 1  | 246    |
| UMS        | GHD2016  | 0             | 79         | 60          | 56           | 25       |        | 56          | 13           | 11            | 7         |         |    | 307    |
| UMS        | GHD2016  | 1             | 1          | 3           | 5            | 8        |        |             | 2            | 2             | 2         |         |    | 23     |
| UMS        | GHD2016  | NA            | 1          | 1           | 2            |          |        | 2           |              |               |           |         |    | 6      |
| UMS        | RE2016   | 0             |            |             |              |          |        |             |              |               |           |         |    | 0      |
| UMS        | RE2016   | 1             |            |             |              |          |        |             |              |               |           |         |    | 0      |
| UMS        | RE2016   | NA            |            |             |              |          |        | 7           | 170          | 159           | 60        |         | 6  | 402    |

Quelle: Eigene Darstellung.

### 2.2.3 Weitere Datenquellen

Zusätzlich zu den eigens erhobenen Daten wird ein Vergleich mit Statistiken anderer Organisationen angestrebt. Dazu finden sowohl Daten der International Standardization Organization (ISO) als auch des europäischen und deutschen EMAS-Registers, betrieben von der Europäischen Kommission sowie von den Industrie- und Handelskammern und den Handwerkskammern, Verwendung. Im Kontext des sogenannten „ISO Surveys“ werden von der ISO jährlich Daten u. a. zur weltweiten Verbreitung von ISO 50001 und ISO 14001 Zertifizierungen in Organisationen erhoben (vgl. Abschnitt 2.4.2).<sup>7</sup> Das europäische und deutsche EMAS-Register erhebt Daten zur Verbreitung von EMAS<sup>8</sup>, die für die Analyse herangezogen werden. Aus den Unternehmensdaten des Statistischen Bundesamtes wurden die Unternehmenszahlen für die Grundgesamtheit entnommen.

## 2.3 Methodik

### 2.3.1 Indikatoren

Um sich der Struktur und Verteilung der vorhandenen Daten zu nähern, werden zunächst univariate deskriptive Auswertungen durchgeführt, wie beispielsweise die Auswertung von Maßzahlen zu Lage und Streuung der Daten mittels Mittelwerten und Standardabweichungen. Da die Datensätze immer nur eine Teilstichprobe der Grundgesamtheit abbilden, kann der Mittelwert im Datensatz von dem der Grundgesamtheit abweichen. Aus diesem Grund wird der Mittelwert der Stichprobe mit einem Unsicherheitsband, dem sog. Konfidenzintervall, versehen. Dieses gibt an, in welchem Bereich der Mittelwert der Grundgesamtheit auf Basis der Stichprobe liegen könnte. Hierbei werden Wahrscheinlichkeiten gewählt, mit denen der Wert der Grundgesamtheit noch im Intervall liegen könnte. Im Folgenden werden stets 95 %-Konfidenzintervalle gezeigt, sodass der Wert der Grundgesamtheit auf Basis der Stichprobe mit 95%iger Wahrscheinlichkeit im gezeigten Intervall liegen sollte. Dabei ist zu beachten, dass das Intervall davon ausgeht, dass die Stichprobe repräsentativ für die Grundgesamtheit sei. Sollte dies nicht der Fall sein, kann der tatsächliche Wert auch außerhalb des Intervalls liegen. In jedem Falle ist die Breite des Konfidenzintervalls jedoch ein guter Indikator für die Ungenauigkeit mit der der Mittelwert der Grundgesamtheit geschätzt wird.

Ein nächster Schritt zur Ergründung von Zusammenhängen im Datensatz besteht in der bivariaten Auswertung zweier Merkmale, wie beispielsweise Unternehmensgröße und Energieverbrauch. Dazu eignet sich die Berechnung von Korrelationen, die die Stärke einer statistischen Beziehung von zwei Variablen abbilden können. Korrelationen sind ein geeignetes Verfahren, um statistische Zusammenhänge innerhalb der Daten nachzuweisen, allerdings sind sie nur eine notwendige aber keine hinreichende Bedingung für den Nachweis von Kausalitäten, d. h. Ursache- und Wirkungszusammenhänge. Für die Analyse von weiteren Einflussfaktoren ist in der Regel mehr als ein Merkmal interessant, weshalb vertiefend multivariate statistische Verfahren zum Einsatz kommen. Diese ermöglichen es die Effekte mehrerer Merkmale, gemessen als unabhängige Variablen (z. B. Energiekostenanteil, Energieverbrauch etc.) auf eine abhängige Variable (z. B. Einführung eines Energiemanagementsystems) zu bestimmen.

Um mögliche Einflüsse anderer Faktoren, die ebenfalls für die gemessenen Veränderungen im Rahmen der bisher erwähnten Verfahren verantwortlich sein können, auszuschließen, ist zusätzlich ein Vergleich der „treatment“ Gruppe, d. h. jenen Unternehmen, die bspw. ein Energiemanagementsystem eingeführt haben, und der Vergleichsgruppe, d. h. jenen Organisationen, die kein Energiemanagementsystem haben, mittels eines Gruppenvergleichs notwendig. Der Vorteil von Gruppenvergleichen liegt in der eindeutigeren Bestimmung der kausalen Effekte des jeweiligen Systems. Ohne Vergleichsgruppe

<sup>7</sup> Vgl. <http://www.iso.org/iso/iso-survey>.

<sup>8</sup> Vgl. <http://www.emas-register.de/emas-register>.

sind kaum belastbare Aussagen über die Wirkung eines Instruments möglich. Zentral für die Auswertung von Gruppenvergleichen ist der sogenannte „kontrafaktische Zustand“. Dieser beschreibt einen hypothetischen Zustand, in dem sich das Untersuchungsobjekt, d. h. das Unternehmen mit Energiemanagementsystem, unter denselben Bedingungen befinden würde, wenn dieses kein Energiemanagementsystem hätte. Da in der Realität ein Unternehmen nicht gleichzeitig beide Zustände (d. h. Energiemanagementsystem und kein Energiemanagementsystem) annehmen kann und diese somit nicht real beobachtbar sind, wird eine sogenannte Vergleichsgruppe („non-treatment“ bzw. „control group“) für die Analyse konstruiert. Diese soll in ihren Merkmalen der „treatment“-Gruppe, die das Energiemanagementsystem hat, möglichst ähnlich sein. Da sich die Beobachtungsobjekte, d. h. in diesem Fall die Unternehmen, in der Regel nicht nur hinsichtlich des „Treatmentstatus“, sondern auch in anderer Hinsicht, wie beispielsweise hinsichtlich Größe, Energieverbrauch oder Ähnlichem unterscheiden, werden zur Schätzung des kausalen Effekts nur jene verglichen, die sich möglichst ähnlich sind. Entsprechende statistische Verfahren und Expertise zur Korrektur von Unterschieden in der Gruppenzusammensetzung liegen beim Auftragnehmer vor und werden im Projekt eingesetzt werden. Damit sind belastbare empirische und methodisch einwandfreie Aussagen zur Wirkung von Energiemanagementsystemen und Audits in den Sektoren möglich.

### 2.3.2 Zusammenhangsanalyse

Neben einer deskriptiven Auswertung und Gegenüberstellung der Verteilung der „Treatment“- und Kontrollgruppe werden ebenfalls doppelte t-Tests (oder auch Zweistichproben-t-Tests) berechnet, um zu analysieren, ob zwischen den beiden Gruppen ein statistisch relevanter Unterschied besteht. Im Gegensatz zum klassischen t-Test wird dabei nicht vorausgesetzt, dass die Varianzen der beiden Stichproben gleich sind.

Der Zweistichproben-t-Test berechnet vereinfacht gesagt, ob die Mittelwerte zweier Gruppen signifikant voneinander verschieden sind. Geprüft wird die Nullhypothese, dass es keinen relevanten Unterschied zwischen den beiden untersuchten Stichproben gibt und die Differenz zwischen den Mittelwerten zufällig zustande gekommen ist. Dabei wird normalerweise vorausgesetzt, dass die Daten der Stichproben einer normalverteilten Grundgesamtheit entstammen. Alternativ kann bei einem hinreichend großen Stichprobenumfang, i. d. R. kann ab einer Stichprobengröße von  $n > 30$  vorausgesetzt werden, dass annähernd eine Normalverteilung vorliegt. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Nullhypothese fälschlicherweise abgelehnt wird (sog. Fehler erster Art), liegt je nach festgelegtem Signifikanzniveau bei 10 %, 5 % oder bei 1 %.

Für die Evaluation von Einflussfaktoren, die hinsichtlich der Wirkung von bestimmten Maßnahmen relevant sind, ist in der Regel mehr als ein Merkmal interessant, weshalb vertiefend multivariate statistische Verfahren zum Einsatz kommen. Diese ermöglichen es, die Effekte mehrerer Merkmale, gemessen als unabhängige Variablen (z. B. Einfluss einer spezifischen Maßnahme im Energieeffizienzfonds, Energiekostenanteil und Unternehmensgröße) auf eine abhängige Variable (z. B. Anteil umgesetzter Maßnahmen im Unternehmen) zu bestimmen.

Ein häufig verwendetes multivariates Verfahren ist die Regressionsanalyse. Mithilfe dieses Verfahrens wird eine Regressionsfunktion errechnet, welche die Abhängigkeit der unabhängigen und abhängigen Variable mittels einer Geraden beschreibt. Diese ermittelte Regressionsgerade erlaubt es, Prognosen für die abhängige Variable zu treffen, wenn ein Wert für die unabhängige Variable (bei Verfahren mit mehreren Variablen: unter konstanthalten aller anderen unabhängigen Variablen) eingesetzt wird. Je nach Art der verwendeten Variablen (metrisch, binär, kategorial etc.) kommen verschiedene Arten der Regressionsanalyse zum Einsatz. Eine vertiefende Beschreibung dieser Verfahren kann im Rahmen dieses Papiers nicht erfolgen (für nähere Details zu den verschiedenen Verfahren vgl. zum Beispiel Fahrmeir et al. 2009).

## 2.4 Stand der Verbreitung von Energiemanagementmaßnahmen

Vorrangiges Ziel dieses Abschnitts ist es, den Grad der Verbreitung der unterschiedlichen Energiemanagementmaßnahmen, d. h. Energiemanagementsysteme nach ISO 50001 (EMS), EMAS, Energieaudits (DIN EN 16247-1) sowie von Umweltmanagementsystemen (UMS) zu untersuchen. Dabei wird die Verbreitung auch in unterschiedlichen Subgruppen, d. h. unterschieden nach Anzahl der Mitarbeitenden und Energieverbrauch, in den energieverbrauchsrelevanten Sektoren Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) analysiert. Zu beachten ist, dass Audits, Energiemanagementsysteme und UMS in der Regel standortbezogen stattfinden, während der Tatbestand der Genehmigungsbedürftigkeit sich in der Regel auf Anlagen bezieht.

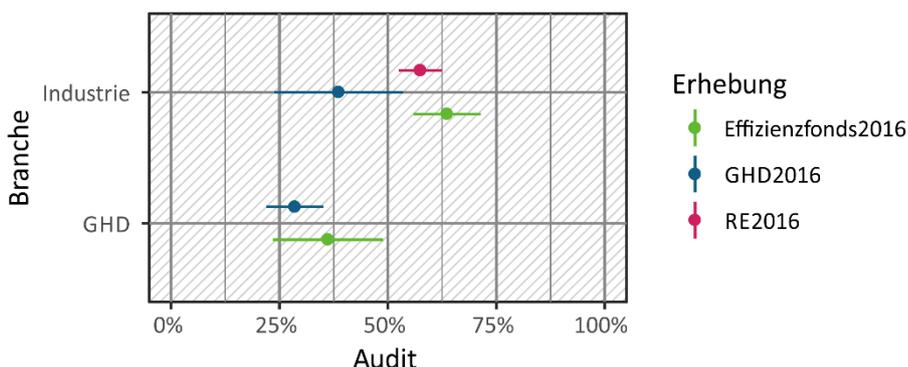
Dieses Kapitel ist wie folgt aufgebaut. Es werden nacheinander der Stand der Verbreitung von Energieaudits, EMAS, EMS und UMS untersucht. Dabei wird jeweils zunächst der Anteil der Unternehmen in Deutschland, die das jeweilige Instrument anwenden, auf Basis der vorgestellten Datenquellen statistisch analysiert. Anschließend wird jeweils durch Verknüpfung mit der Gesamtzahl der Unternehmen in den jeweiligen Bereichen und anderen aggregierten Datenquellen die Zahl der Unternehmen mit dem jeweiligen Instrument hochgerechnet. Dieses Unterkapitel schließt mit einer zusammenfassenden Darstellung.

### 2.4.1 Energieaudits

#### 2.4.1.1 Anteil der Unternehmen in Deutschland

Im ersten Schritt wird der Anteil der Unternehmen bzw. Organisationen in Deutschland mit Energieaudit auf Basis der verschiedenen Erhebungen differenziert nach Sektor, Branche und Anzahl der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter untersucht. Die nachstehende Abbildung zeigt den Anteil der Unternehmen mit Energieaudit im GHD- und Industrie-Sektor als Mittelwerte (Punkte) mit 95 %-Konfidenzintervallen (Linien). Es zeigt sich, dass gut die Hälfte der Industrieunternehmen und circa ein Drittel der Unternehmen im GHD-Sektor ein Audit durchgeführt haben. Die Werte streuen dabei zwischen den Erhebungen.

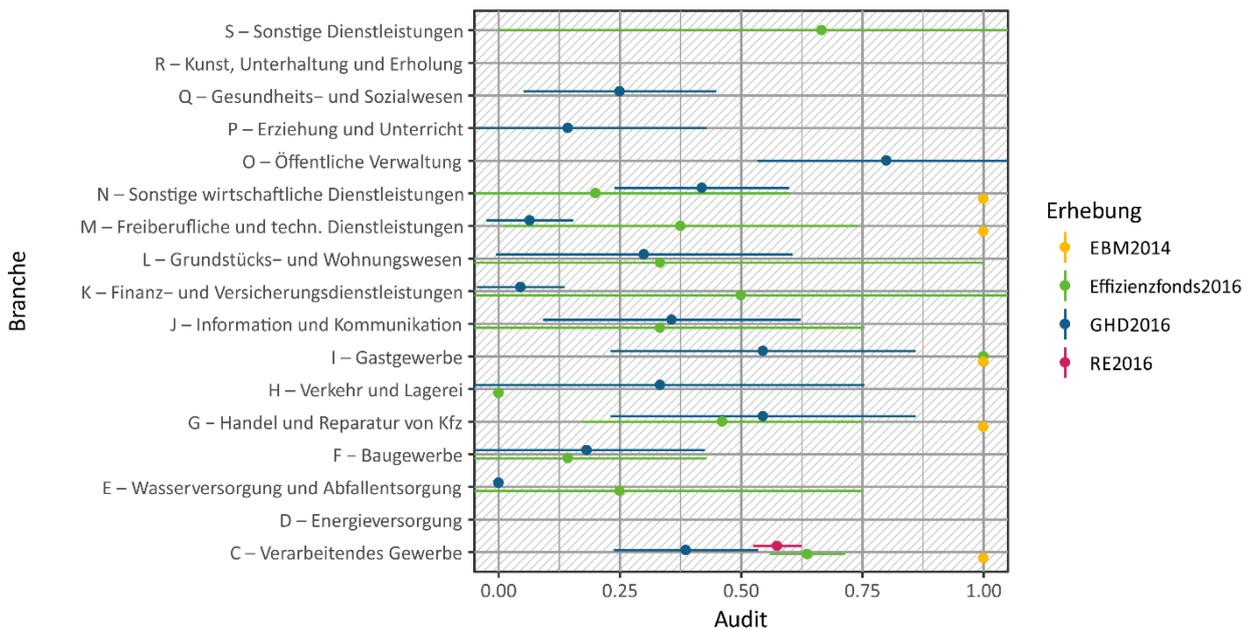
Abbildung 9: Mittlerer Anteil der Organisationen mit Energieaudits nach Sektor



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (runde Punkte) und 95%-Konfidenzintervalle (Linien).

Folgende Abbildung zeigt den Anteil der Unternehmen mit Energieaudit in den Wirtschaftszweigen als Mittelwerte (Punkte) mit 95 %-Konfidenzintervallen (Linien).

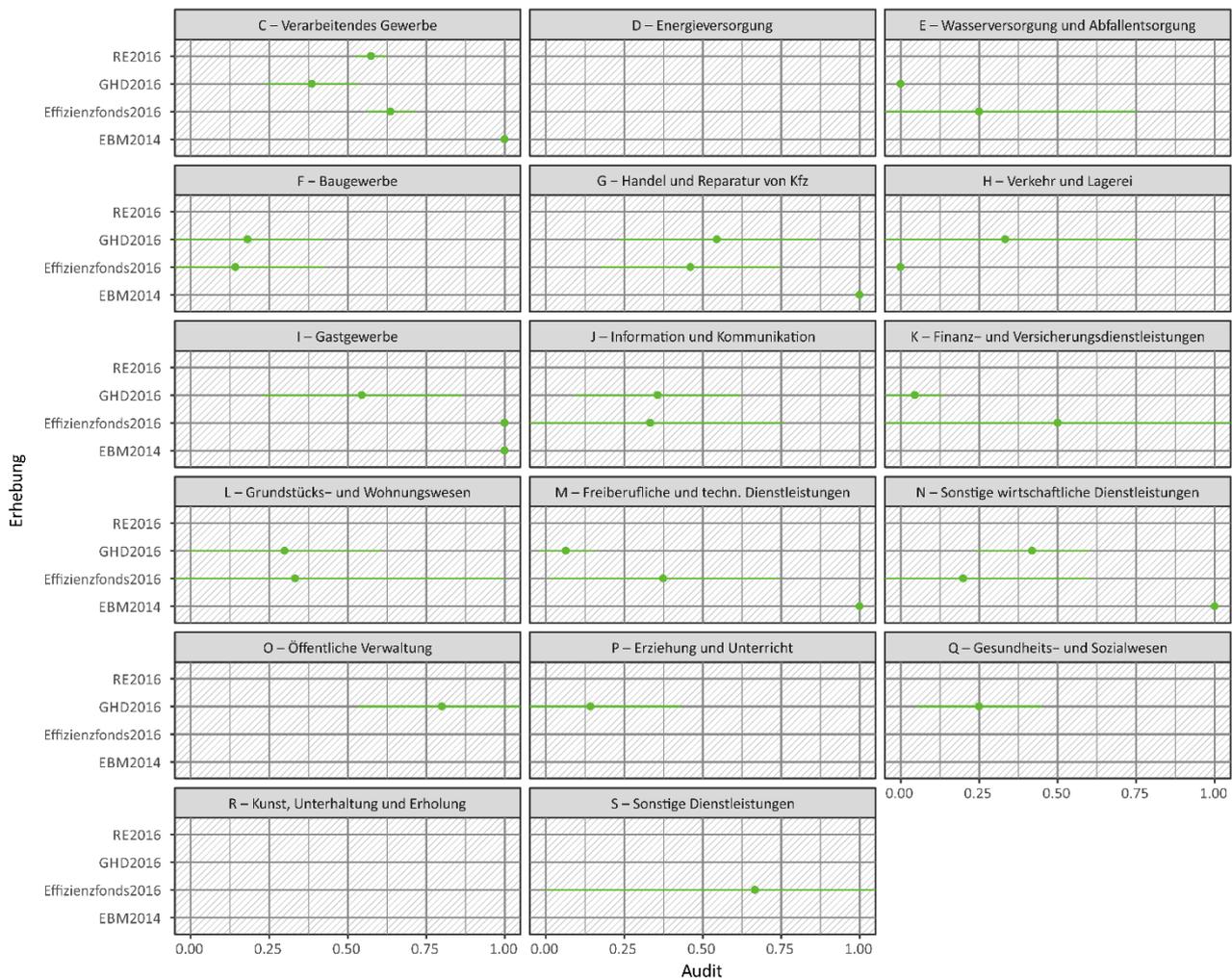
Abbildung 10: Mittlerer Anteil der Organisationen mit Energieaudits nach Branchen



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (runde Punkte) und 95%-Konfidenzintervalle (Linien). In der Energieberatung Mittelstand (EBM2014) wurden nur Unternehmen mit Energieaudits befragt, daher haben in dieser Erhebung trivialerweise alle befragten Unternehmen Energieaudits.

Man erkennt eine erhebliche Streuung des Anteils der Unternehmen mit Energieaudit zwischen den Branchen und zwischen den Erhebungen bei gleichzeitiger Unsicherheiten aufgrund der endlichen Stichprobengrößen. In der Energieberatung Mittelstand (EBM2014) wurden nur Unternehmen mit Energieaudits befragt, daher haben in dieser Erhebung trivialerweise alle befragten Unternehmen Energieaudits. In einzelnen Branchen wie D und R liegen keine Daten vor. Im Verarbeitenden Gewerbe ist die Datenbasis besser und die drei relevanten Erhebungen weisen Anteile im Bereich von 25–70 % aus. Die einzelnen Branchen sind in folgender Abbildung noch einmal getrennt dargestellt.

Abbildung 11: Mittlerer Anteil der Organisationen mit Energieaudits nach Branchen



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (runde Punkte) und 95%-Konfidenzintervalle (Linien).

Fasst man alle Branchen außer C zum „GHD-Sektor“ zusammen und identifiziert das Verarbeitende Gewerbe mit „Industrie“ ergibt sich aus den verschiedenen Erhebungen als beste Schätzung für den Anteil der Unternehmen mit Energieaudit folgendes Bild: 54–61 % der Industrieunternehmen und 26–37 % der Unternehmen im GHD-Sektor und insgesamt 40–50 % aller Unternehmen haben Energieaudits durchgeführt.

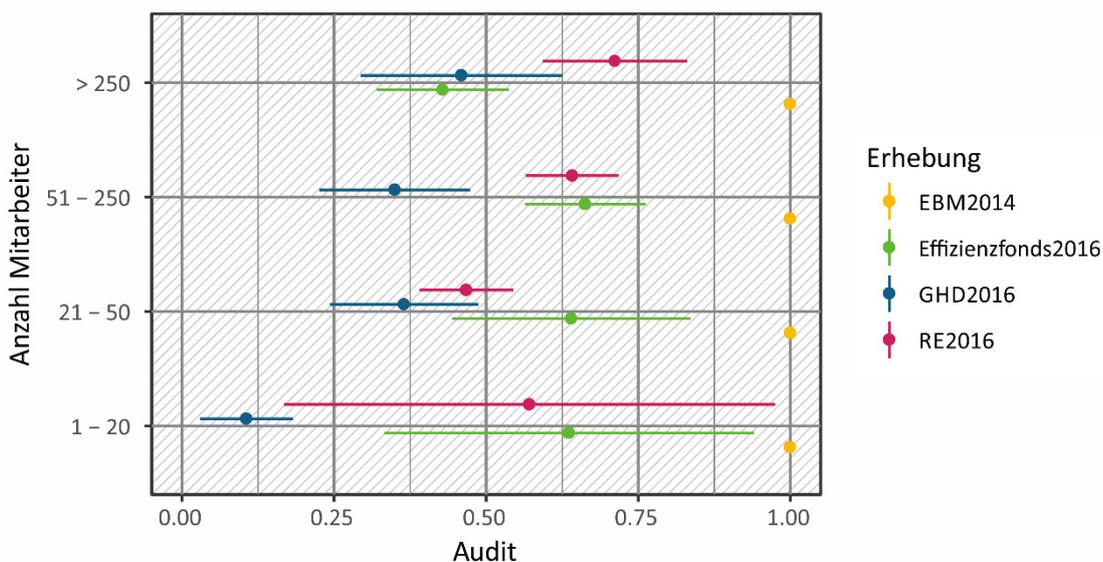
Tabelle 10: Anteil der Unternehmen mit Energieaudit in Deutschland

|   | Industrie | GHD     | Gesamt  |
|---|-----------|---------|---------|
| Anteil der Unternehmen mit Energieaudit | 54–61 %   | 26–37 % | 40–50 % |

Quelle: Eigene Darstellung.

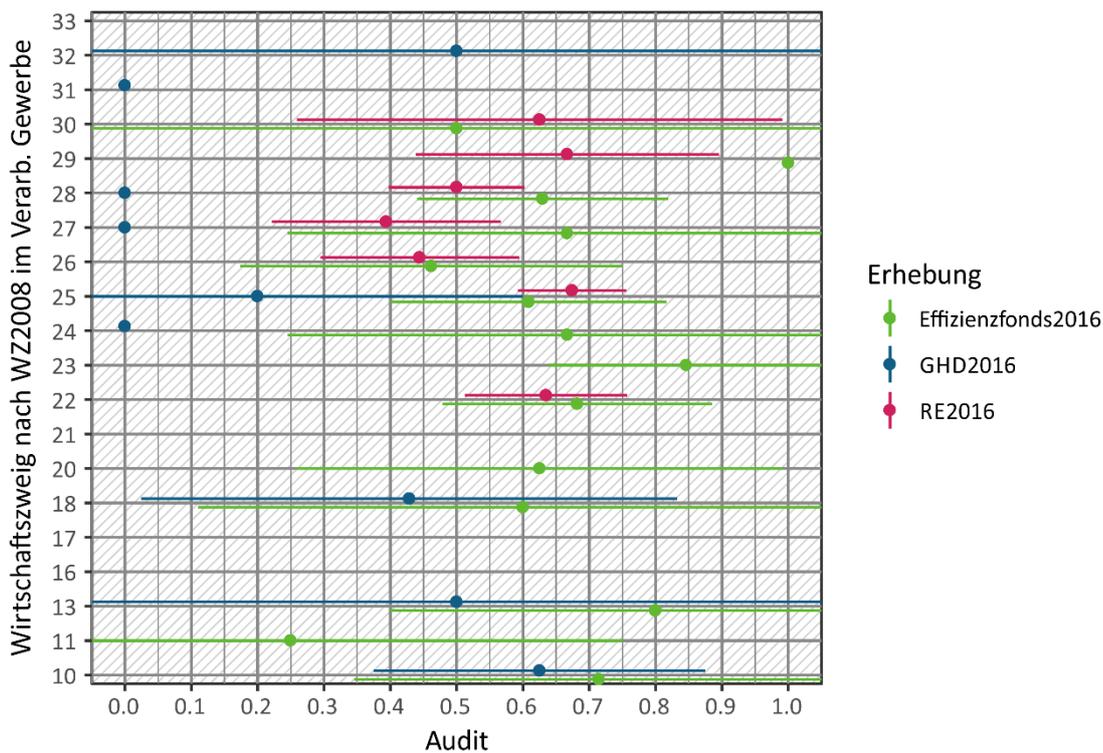
Zusätzlichen Einfluss auf die Häufigkeit von Energieaudits hat auch die Unternehmensgröße, gemessen als Zahl der Mitarbeiter wie folgende Abbildung zeigt.

Abbildung 12: Mittlerer Anteil der Organisationen mit Energieaudit nach Anzahl der Mitarbeiter



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (runde Punkte) und 95%-Konfidenzintervalle (Linien). In der Energieberatung Mittelstand (EBM2014) wurden nur Unternehmen mit Energieaudits befragt, daher haben in dieser Erhebung trivialerweise alle befragten Unternehmen Energieaudits.

Abbildung 13: Mittlerer Anteil der Organisationen mit Energieaudit im Verarbeitenden Gewerbe



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (runde Punkte) und 95%-Konfidenzintervalle (Linien). Falls Konfidenzintervalle fehlen deutet dies hier darauf hin, dass nur ein Unternehmen in der Teilstichprobe ist oder alle Unternehmen den gleichen Wert haben. Diese Punkte sind mit Vorsicht zu interpretieren.

Man erkennt wiederum eine deutliche Streuung des Anteils der Unternehmen mit Energieaudit zwischen den Unternehmensgrößen und zwischen den Erhebungen bei gleichzeitigen Unsicherheiten aufgrund der endlichen Stichprobengrößen. Trotz dieser Unsicherheiten ist ein Trend erkennbar: Der Anteil der Unternehmen mit Energieaudits wächst mit der Unternehmensgröße.<sup>9</sup>

Aufgrund der Stichproben ist eine weitere Differenzierung im Verarbeitenden Gewerbe möglich. Folgende Abbildung zeigt die Anteile der Unternehmen mit Energieaudit nach Wirtschaftszweig innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes nach den drei relevanten Erhebungen. In einzelnen Wirtschaftszweigen (16, 17 und 21) liegen keine Daten vor. Der Mittelwert im gesamten Verarbeitenden Gewerbe beträgt 58 % und ist als dünne graue Linie in der Abbildung gezeigt. Insgesamt liegen bei den vorhandenen Daten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Branchen innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes vor.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass ca. 40 bis 50 % der Unternehmen in Deutschland bereits Energieaudits durchgeführt haben. Dieser Anteil ist in der Industrie höher als im GHD-Sektor und steigt mit der Unternehmensgröße.

#### 2.4.1.2 Hochrechnung auf Anzahl der Unternehmen in Deutschland

Durch Verknüpfung der Anteile mit der Grundgesamtheit können die Anteile für ganz Deutschland hochgerechnet werden. Dabei ergeben sich die folgenden Anteile. Dabei wird die Aufteilung der Unternehmen auf die unterschiedlichen Größenklassen soweit möglich berücksichtigt. Daher sind die Werte nicht unmittelbar aus der Multiplikation der Grundgesamtheit mit den Anteilen abzuleiten.

Tabelle 11: Anzahl der Unternehmen mit Energieaudit in Deutschland

|                                  | Industrie     | GHD           | Gesamt        |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Anzahl der Unternehmen mit Audit | 11.000–22.000 | 33.000–51.000 | 44.000–73.000 |

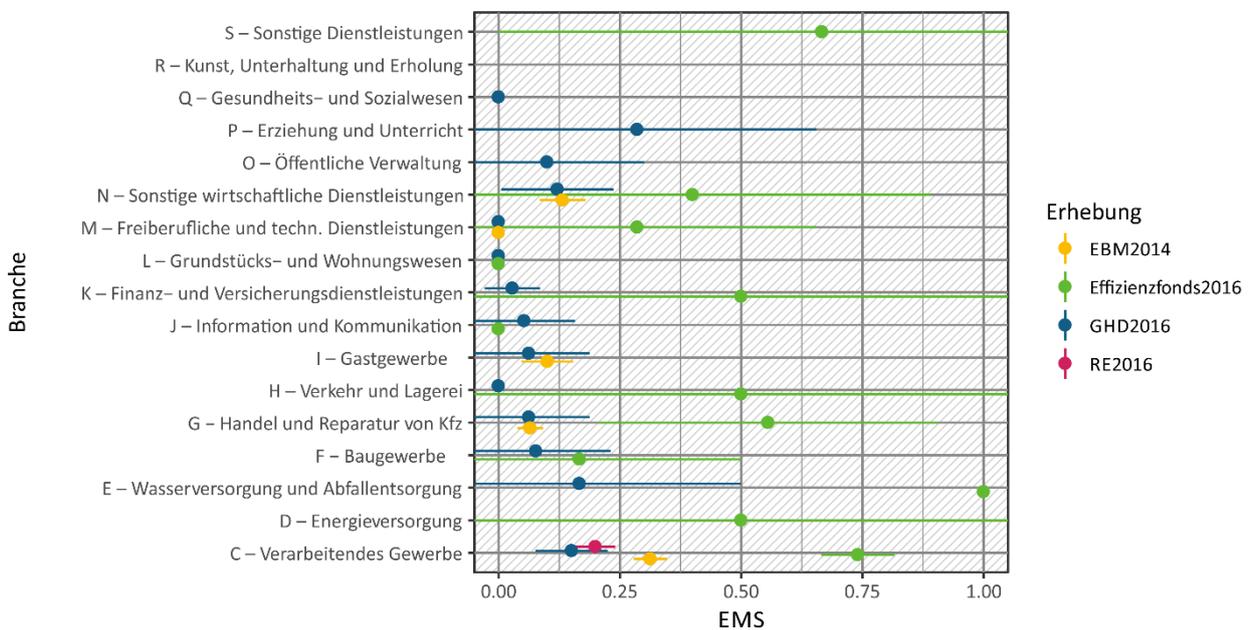
Die absolute Bandbreite der angegebenen Werte ist dabei entsprechend der Unsicherheit der Datengrundlage vergleichsweise hoch. Abweichungen in der Größe der Grundgesamtheit können sich durch Runden ergeben.

<sup>9</sup> In einer logistischen Regression ist dieser Zusammenhang in allen drei Erhebungen signifikant auf mindestens 1 % Niveau.

## 2.4.2 Energiemanagementsysteme (EMS)

### 2.4.2.1 Anteil der Unternehmen in Deutschland

Abbildung 14: Mittlerer Anteil der Organisationen mit EMS nach Branchen



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (runde Punkte) und 95% Konfidenzintervalle (Linien). Falls Konfidenzintervalle fehlen, deutet dies hier darauf hin, dass nur ein Unternehmen in der Teilstichprobe ist oder alle Unternehmen den gleichen Wert haben. Diese Punkte sind mit Vorsicht zu interpretieren.

Fasst man alle Branchen außer C zum „GHD-Sektor“ zusammen und identifiziert das Verarbeitende Gewerbe mit „Industrie“ ergibt sich aus den verschiedenen Erhebungen als beste Schätzung für den Anteil der Unternehmen mit EMS folgendes Bild: 24 – 28 % der Industrieunternehmen und 6 – 10 % der Unternehmen im GHD-Sektor und insgesamt 18 – 23 % aller Unternehmen verfügen über EMS.

Tabelle 12: Anteil der Unternehmen mit EMS in Deutschland

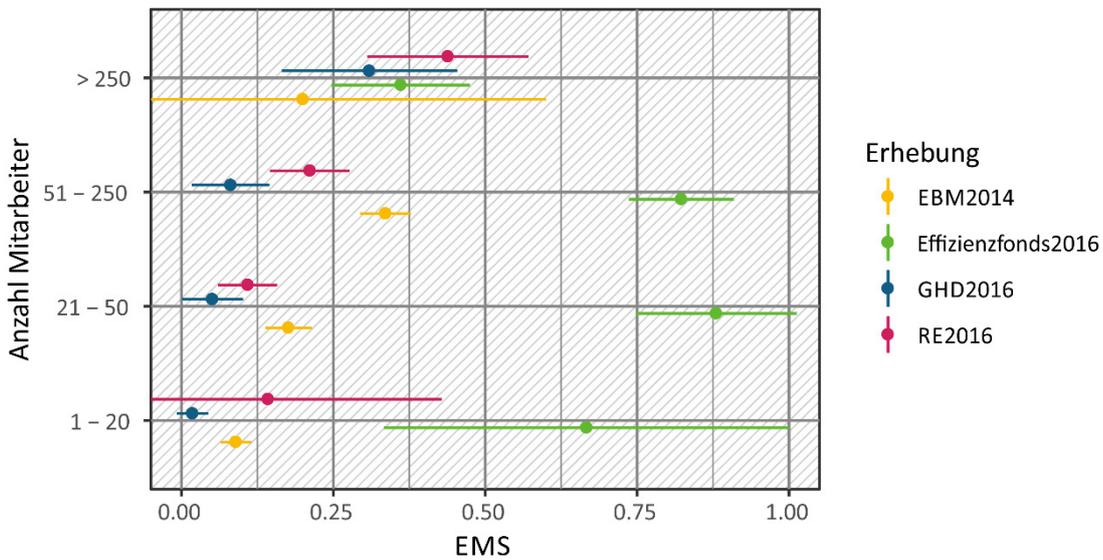
|                                | Industrie | GHD    | Gesamt  |
|--------------------------------|-----------|--------|---------|
| Anteil der Unternehmen mit EMS | 24–28 %   | 6–10 % | 18–23 % |

Quelle: Eigene Darstellung.

Für das Verarbeitendes Gewerbe kann zusätzlich vergleichend die Erhebung *Modernisierung der Produktion 2015* herangezogen werden: In dieser für das Verarbeitende Gewerbe repräsentativen Erhebung verwenden im Mittel 21 % der Betriebe EMS (nach ISO 50001) im Vergleich zu 5 % im Jahr 2012 (NAWIKO Bericht). Dies ist in guter Übereinstimmung mit den oben vorgestellten Ergebnissen der Erhebungen GHD2016 und RE2016.

Der Anteil der Unternehmen mit EMS wächst mit der Unternehmensgröße (vgl. dazu auch Abbildung 15). Dies ist in allen Erhebungen deutlich außer im Effizienzfonds, der aber insgesamt eine kleine Stichprobe und wenig kleine Unternehmen enthält. Eine logistische Regression belegt zudem den positiven Einfluss der Unternehmensgröße auf die Einführung eines EMS in allen Erhebungen (EMS  $\sim \log_{10}(\text{Anzahl der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter})$ ).

Abbildung 15: Mittlerer Anteil der Organisationen mit EMS nach Anzahl der Mitarbeiter

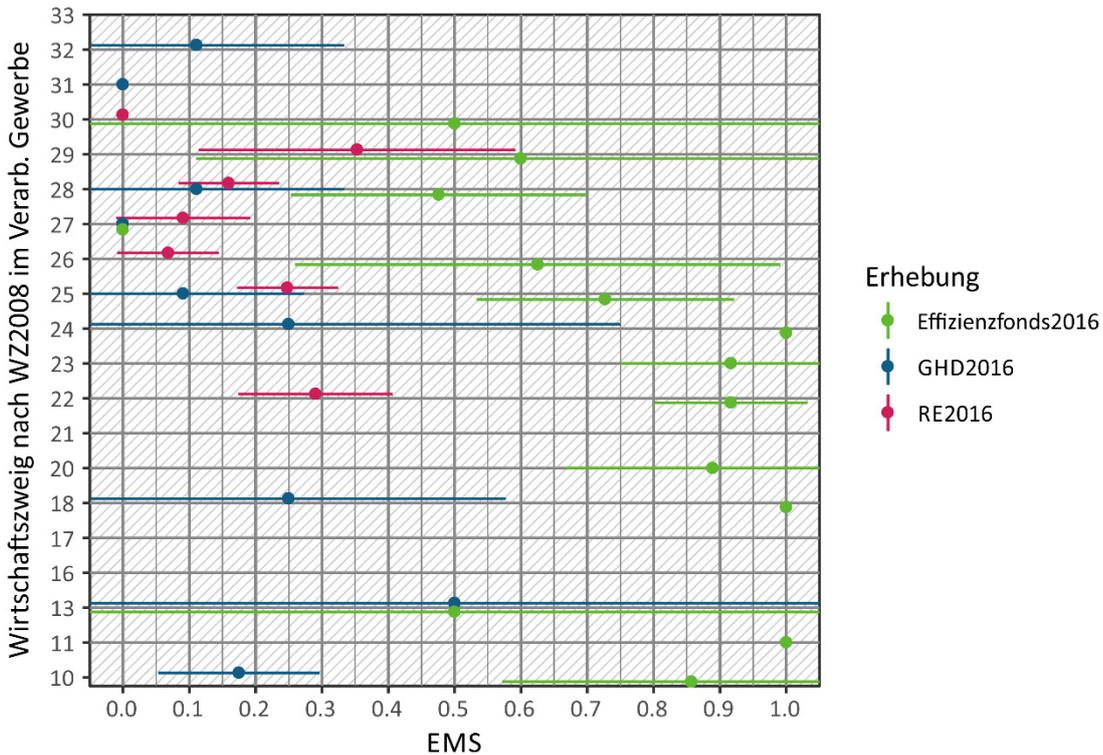


Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (runde Punkte) und 95%-Konfidenzintervalle (Linien).

Zu ähnlichen Ergebnissen kam die Erhebung *Modernisierung der Produktion* (EMS 2015): 11 % der kleineren Betrieben (20 bis 49 Beschäftigte), 22 % der mittleren (50 bis 249 Beschäftigte) und 49 % der großen Betriebe (mehr als 250 Beschäftigte) verfügten darin über ein EMS.

Auf Basis der vorhandenen Daten wurden die Wirtschaftszweige des Verarbeitenden Gewerbes weiter untersucht (vgl. nachstehende Abbildung). Es lassen sich aber keine eindeutigen Aussagen hinsichtlich der Wirtschaftszweige innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes festhalten.

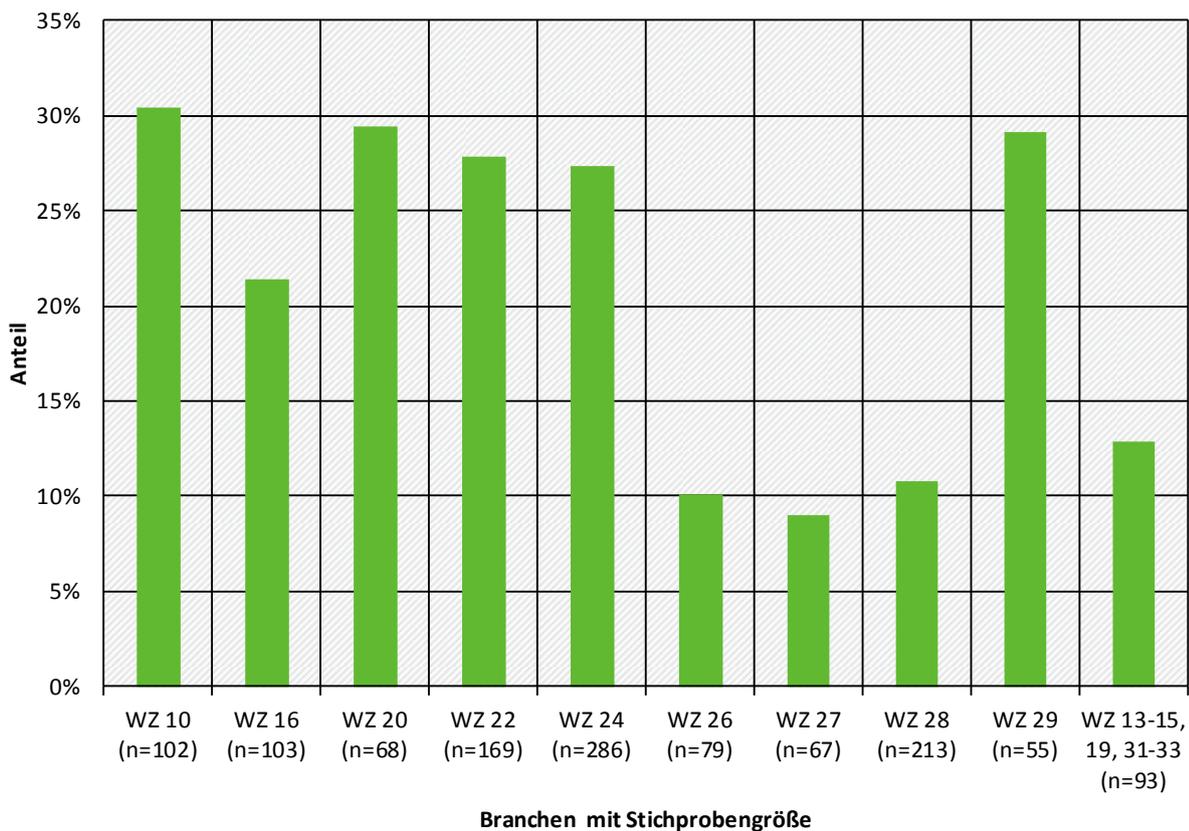
Abbildung 16: Mittlerer Anteil der Organisationen mit EMS im Verarbeitenden Gewerbe



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (runde Punkte) und 95%-Konfidenzintervalle (Linien). In der Energieberatung Mittelstand (EBM2014) wurden nur Unternehmen mit Energieaudits befragt, daher haben in dieser Erhebung trivialerweise alle befragten Unternehmen Energieaudits.

Die Anteile der Betriebe mit EMS können auch mit den Ergebnissen der Erhebung *Modernisierung der Produktion* (EMS 2015) verglichen werden (vgl. Abbildung 17). Auch darin zeigt sich eine Streuung zwischen den Branchen mit typischen Werten zwischen 10 und 30 %. Aufgrund der endlichen Stichprobe sind aber auch diese mit Unsicherheiten behaftet (die 95 %-Konfidenzintervalle machen eine Abweichung von  $\pm 5$  Prozentpunkte für  $N=286$  bis  $\pm 11$  Prozentpunkte für  $N=67$  möglich).

Abbildung 17: Mittlerer Anteil der Organisationen mit EMS im Verarbeitenden Gewerbe



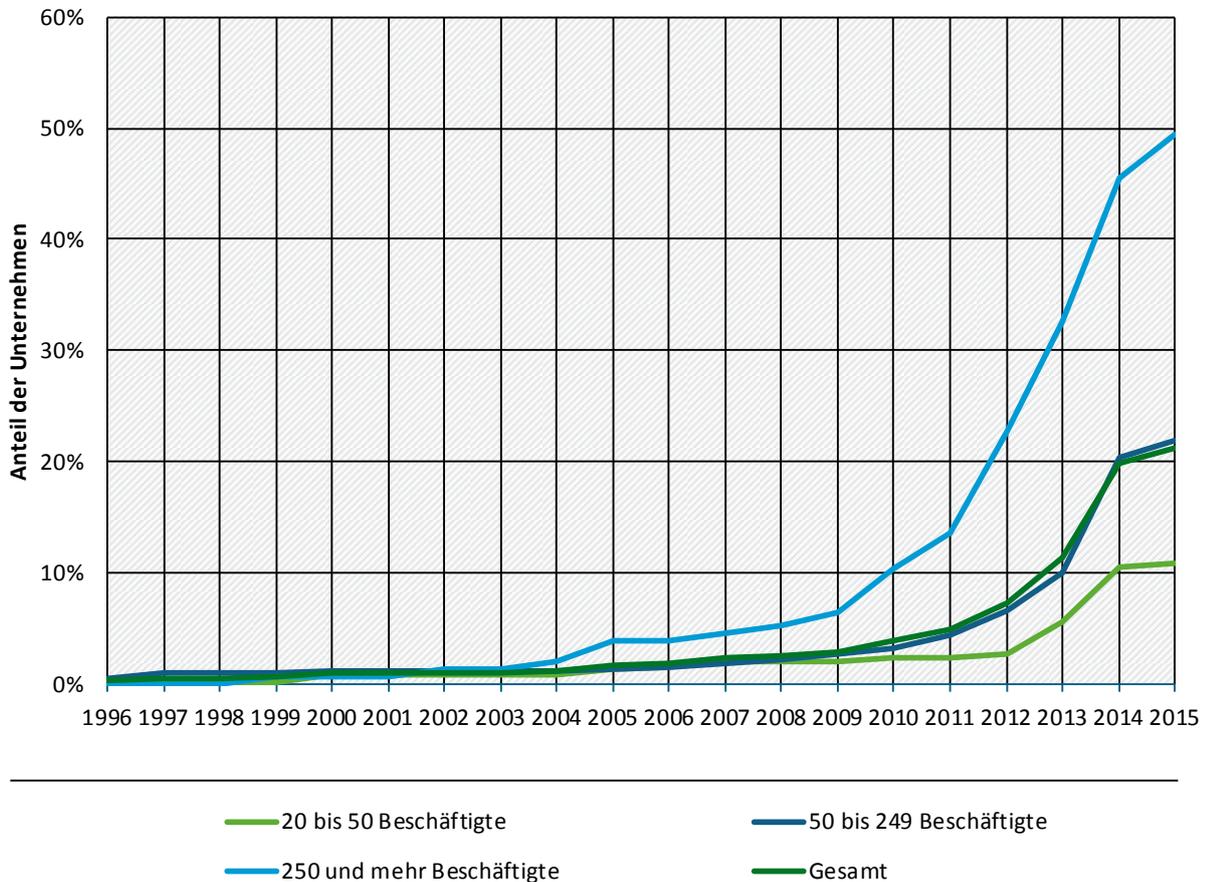
Quelle: EMS 2015<sup>10</sup>

Darüber hinaus kann der zeitliche Verlauf über das Jahr der Einführung grob nachgezeichnet werden (vgl. Abbildung 18). Man beachte jedoch, dass aufgrund der geringen Stichproben für frühere Jahre hier erhebliche Unsicherheiten vorliegen. Allerdings entspricht der Verlauf der S-Kurven-förmigen

<sup>10</sup> WZ 10 = Hrst. von Nahrungs- und Genussmitteln, Getränken und Tabakerzeugnissen, WZ 16 = Hrst. von Holzwaren, Papier, Pappe und Waren daraus, Hrst. von Druckerzeugnissen, WZ 20 = Hrst. von chemischen Erzeugnissen, WZ 22 = Hrst. von Gummi- und Kunststoffwaren, Glaswaren, Keramik, etc., WZ 24 = Metallherstellung und -bearbeitung, Hrst. von Metallherzeugnissen, WZ 26 = Hrst. von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen, WZ 27 = Hrst. von elektrischen Ausrüstungen, WZ 28 = Maschinenbau, WZ 29 = Fahrzeugbau, WZ 13-15, 19, 31-33 = Sonstige Hrst. von Waren, Reparatur/Installation von Maschinen/Ausrüstungen.

Verbreitung, die von der Diffusion von Innovationen (in diesem Fall eine organisatorische Innovation) bekannt ist.

Abbildung 18: Verbreitung von Energiemanagementsystemen in Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes zwischen 1996 und 2015 nach Größenklassen



Quelle: EMS, Erhebungsdaten mehrerer Jahre.

Im Vergleich hierzu wurde in der Erhebung *Modernisierung der Produktion* (EMS 2015) weiter nach dem Energiekostenanteil am Bruttoproduktionswert der Unternehmen, d. h. der Energieintensität, differenziert (vgl. Tabelle 13). Man erkennt, dass energieintensive Unternehmen häufiger EMS eingeführt haben als nicht-energieintensive.

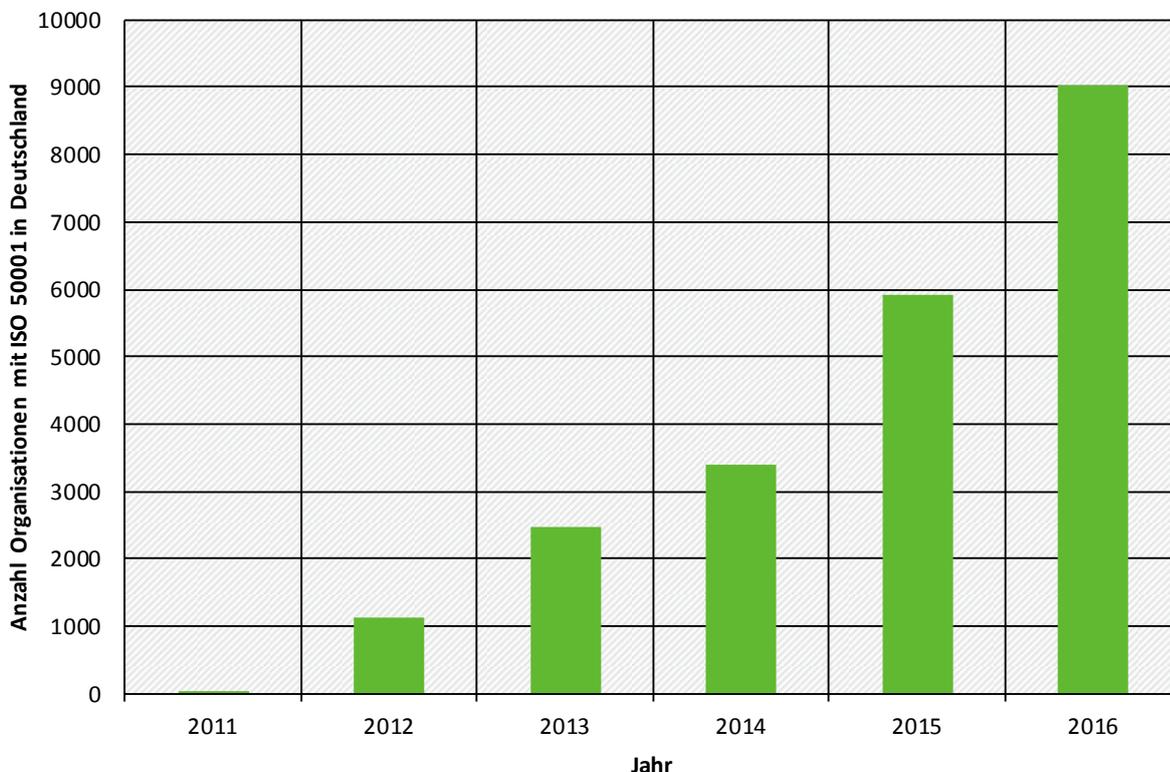
Tabelle 13: Mittlerer Anteil Organisationen mit EMS im Verarbeitenden Gewerbe unterschieden nach Energiekostenanteil am Bruttoproduktionswert

| Energiekostenanteil am Bruttoproduktionswert | Branchen (NACE)                                    | Anteil Unternehmen mit EMS |
|--|--|----------------------------|
| > 4 %  | 23, 17, 24, 20                                     | 34 %                       |
| 2-4 %  | 13, 16, 11, 22, 18, 10, 25                         | 25 %                       |
| < 2 %  | 31, 21, 32, 26, 27, 28, 15, 19, 30, 33, 29, 14, 12 | 13 %                       |

Quelle: Eigene Darstellung nach NAWIKO Bericht. Basierung auf Erhebung „Modernisierung der Produktion 2015“ im Verarbeitenden Gewerbe.

Einen wichtigen Vergleich bilden die Ergebnisse des ISO Survey 2015. Dort sind in Summe bis einschl. 2015 ca. 13.000 EMS-Zertifikate oder ca. 14.000 zertifizierte Standorte in Deutschland angegeben (siehe auch die folgende Abbildung). Schreibt man das Wachstum fort, sind bis einschl. 2016 ca. 20.000 EMS in Deutschland laut ISO Survey möglich.

Abbildung 19: Anzahl Organisationen mit ISO 50001 Zertifizierung in Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung nach ISO Survey 2015.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass heute circa 18 bis 23 % der Betriebe in Deutschland über ein EMS verfügen. Der Anteil ist in der Industrie höher als im GHD-Sektor und steigt tendenziell mit der Unternehmensgröße und dem Energiekostenanteil.

#### 2.4.2.2 Hochrechnung auf Anzahl der Unternehmen in Deutschland

Durch Verknüpfung der Anteile mit der Grundgesamtheit können die Anteile für ganz Deutschland hochgerechnet werden. Dabei ergeben sich die folgenden Anteile.

Tabelle 14: Anzahl der Unternehmen mit EMS in Deutschland

|                                | Industrie   | GHD          | Gesamt        |
|--------------------------------|-------------|--------------|---------------|
| Anteil der Unternehmen mit EMS | 6.000–8.000 | 4.000–13.000 | 10.000–21.000 |

Quelle: Eigene Darstellung.

Die absolute Bandbreite der angegebenen Werte ist dabei entsprechend der Unsicherheit der Datenlage vergleichsweise hoch. Die Werte des ISO Survey sind konsistent mit der dargestellten Bandbreite. Da der ISO Survey keine verpflichtende Erfassung vorsieht, die tatsächliche Anzahl der Zertifikate also über den Werten aus dem ISO Survey liegen kann, sind die Daten plausibel.

### 2.4.3 Eco-Management und Audit-Schema (EMAS)

#### 2.4.3.1 Anteil der Unternehmen in Deutschland

Eco-Management und Audit-Schema (EMAS) wurden nur in der Erhebung GHD 2016 erfragt und nur diese Datenquelle steht somit für detaillierte Auswertungen zur Verfügung. Die Ergebnisse können aber mit dem EMAS-Register verglichen werden.

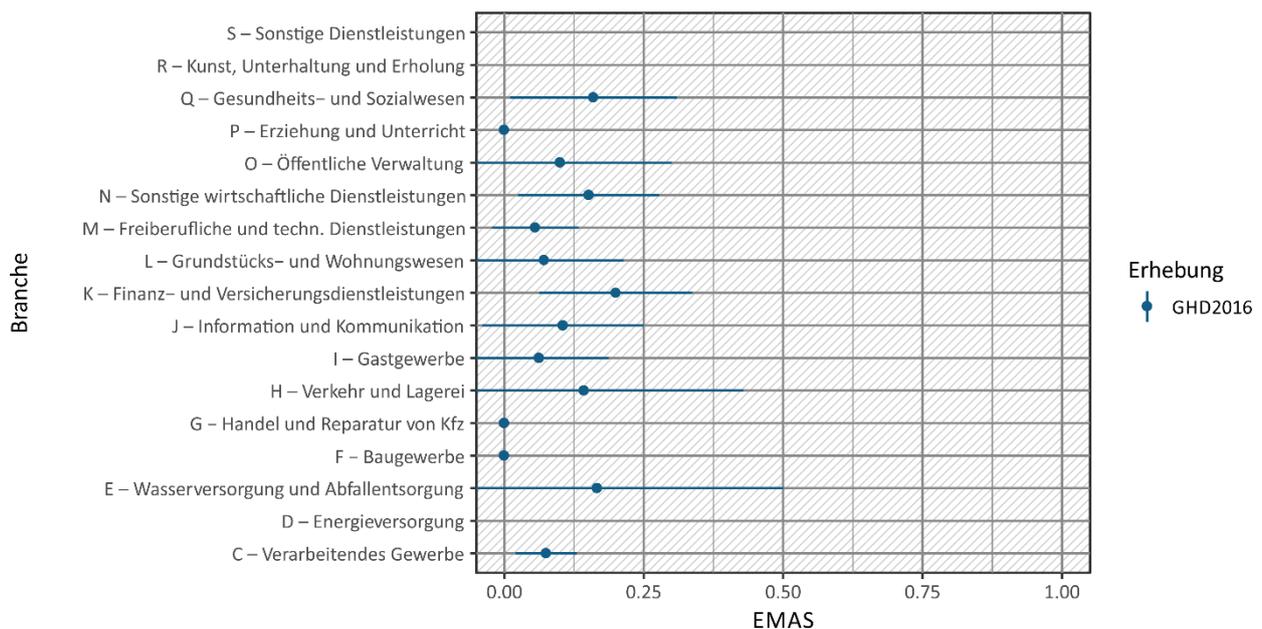
Nach Branchen geteilt zeigt sich, dass der Anteil der Unternehmen mit EMAS zwischen 10 und 20 % liegt (Abbildung 20). Fasst man alle Branchen außer C zum „GHD-Sektor“ zusammen und identifiziert das Verarbeitende Gewerbe mit „Industrie“, ergibt sich als beste Schätzung für den Anteil der Unternehmen mit EMAS folgendes Bild: 5–10 % der Industrieunternehmen und 8–13 % der Unternehmen im GHD-Sektor sowie insgesamt 6–12 % aller Unternehmen verfügen über EMAS.

Tabelle 15: Anteil der Unternehmen mit EMAS in Deutschland

|                                 | Industrie | GHD    | Gesamt |
|---------------------------------|-----------|--------|--------|
| Anteil der Unternehmen mit EMAS | 5–10 %    | 8–13 % | 6–12 % |

Quelle: Eigene Darstellung.

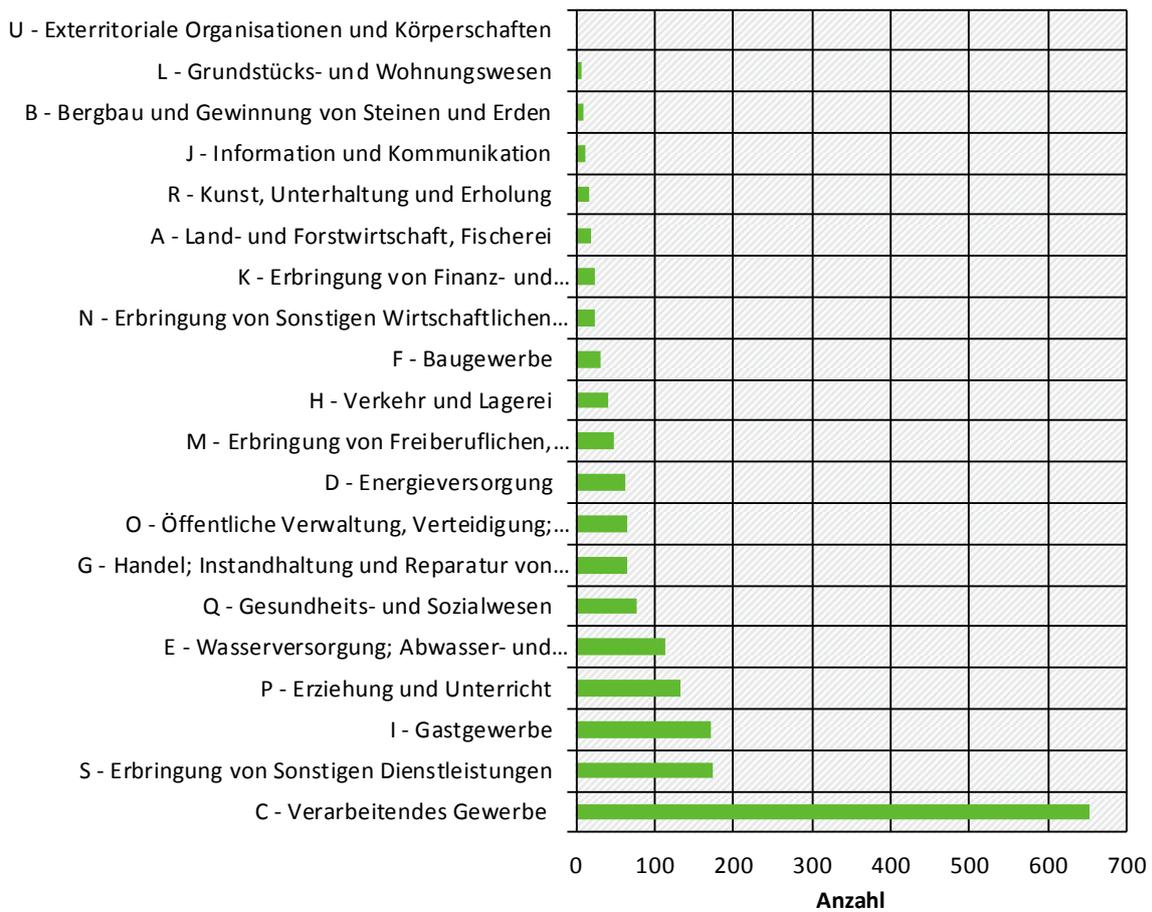
Abbildung 20: Mittlerer Anteil der Organisationen mit EMAS nach Branchen



Quelle: Eigene Darstellung.

Zum Vergleich können die Zahlen des EMAS-Registers herangezogen werden. Allerdings wird hier nur die gesamte Zahl der Organisationen gemessen, keine Anteilswerte. Darin sind circa 600 Unternehmen aus dem Verarbeitenden Gewerbe gemeldet und circa 900 aus anderen Branchen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass eine Organisation in mehreren Branchen tätig sein kann. Stand Mai 2017 sind bundesweit 1.245 EMAS-Organisationen registriert mit 2.184 Standorten.

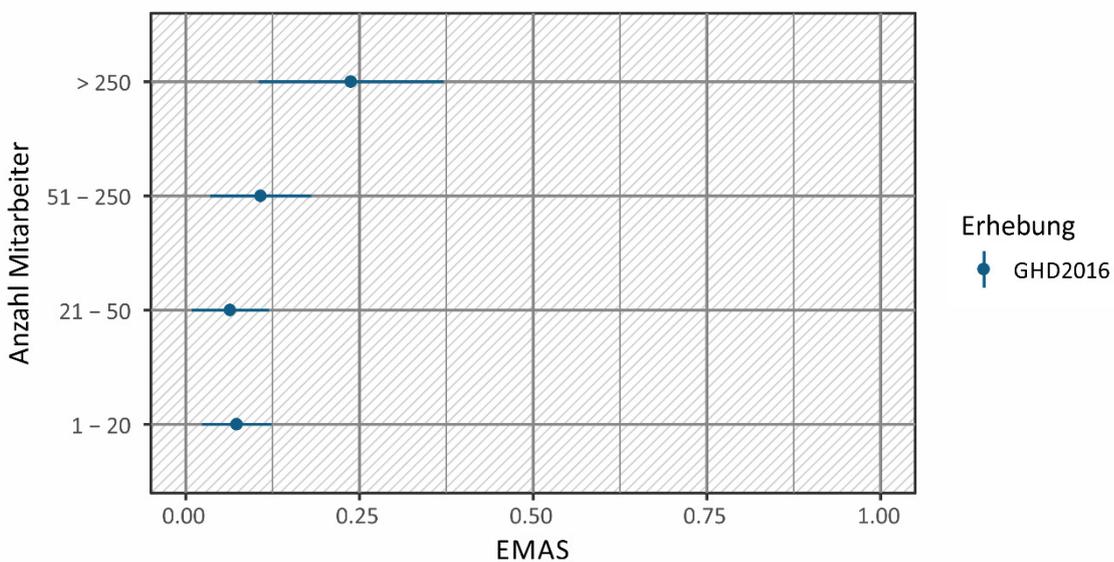
Abbildung 21: Anzahl der Organisationen mit EMAS 2016 nach Branchen



Quelle: Geschäftsstelle des Umweltgutachterausschusses. Daten vom deutschen EMAS-Register.

Auch bei EMAS deuten die Daten auf einen Anstieg der Verbreitung mit der Unternehmensgröße hin (vgl. Abbildung 22).

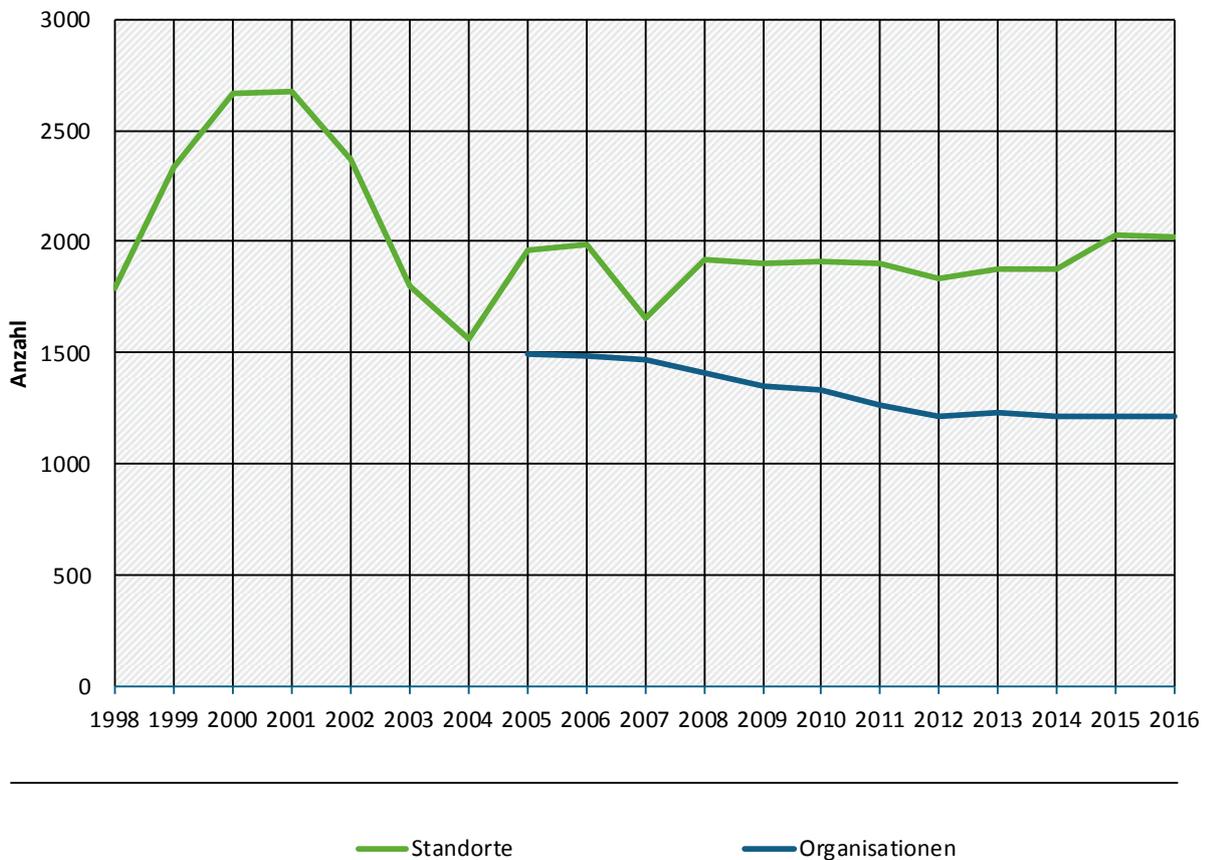
Abbildung 22: Mittlerer Anteil der Organisationen mit EMAS nach Anzahl der Mitarbeiter



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (runde Punkte) und 95%-Konfidenzintervalle (Linien) für den Anteil der Unternehmen mit EMAS nach Anzahl der Mitarbeiter im Unternehmen nach der Erhebung GHD 2016.

Im zeitlichen Verlauf ist ein leichter Rückgang bei der Zahl der deutschen EMAS-Organisationen zu verzeichnen.

Abbildung 23: Anzahl der Organisationen mit EMAS über die Zeit



Quelle: Geschäftsstelle des Umweltgutachterausschusses. Daten vom Europäischen & Deutschen EMAS Register.

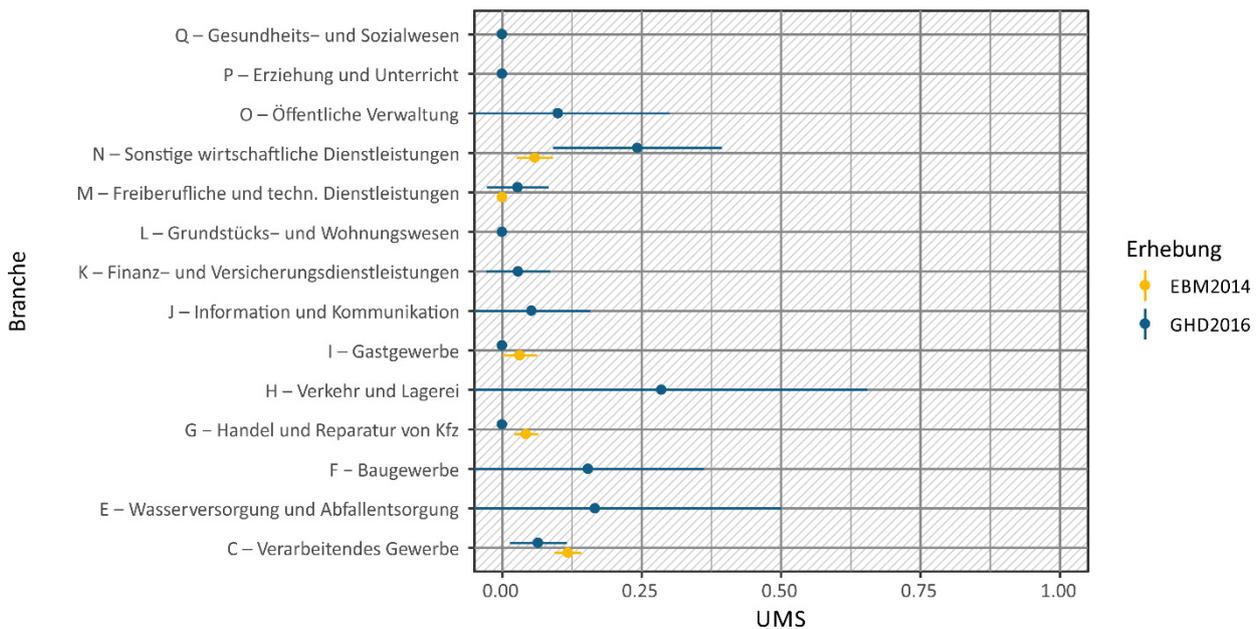
Die Datengrundlage für die Verbreitung von EMAS ist begrenzt. Auf der einer Seite kann das EMAS-Register herangezogen werden, auf der anderen Seite lassen sich aus den Erhebungen bzw. den Mehrfachnennungen der Branchen im Register nur schwer Anteile der Organisationen mit EMAS in den Branchen ableiten. Insgesamt scheint die Verbreitung im Bereich 10 – 20 % der Betriebe zu liegen und wie bei den anderen Energiemanagementmaßnahmen mit der Unternehmensgröße zu steigen.

## 2.4.4 Umweltmanagementsystems (UMS)

### 2.4.4.1 Anteil der Unternehmen in Deutschland

Auf Basis der Erhebungen EBM2014 und GHD2016 kann die Verteilung von UMS nach Branchen untersucht werden. Danach scheinen die Anteile der Unternehmen pro Branche typischerweise im einstelligen Prozentbereich zu liegen. Einzelne Ausreißer in den Daten sind mit großen Unsicherheiten behaftet.

Abbildung 24: Mittlerer Anteil der Organisationen mit UMS nach Branchen



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Anteile der Unternehmen mit UMS nach Branche in den Erhebungen EBM2014 und GHD2016 als Mittelwerte mit Konfidenzintervallen.

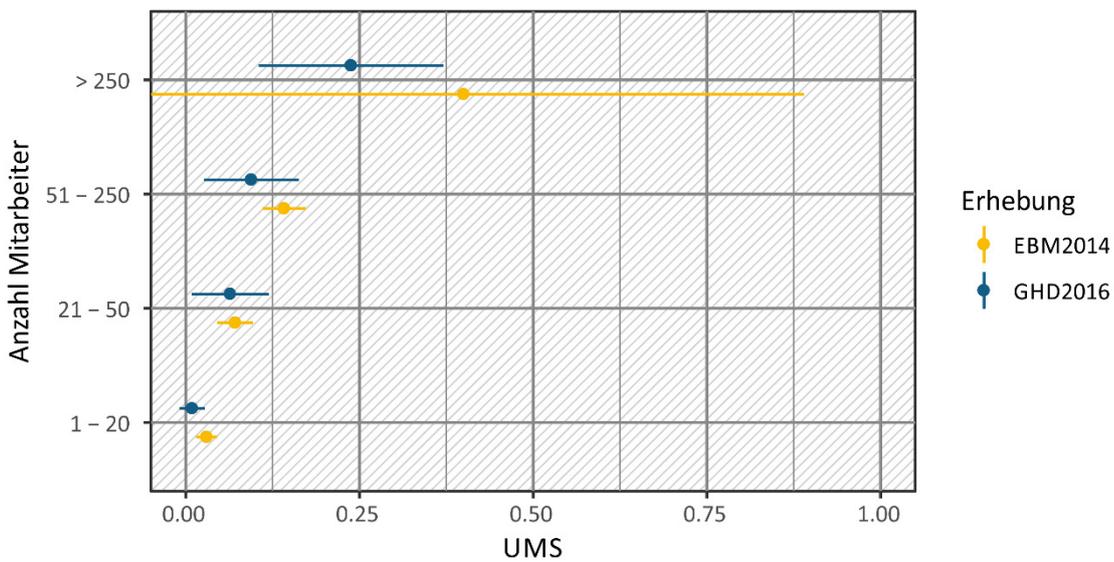
Fasst man alle Branchen außer C zum „GHD-Sektor“ zusammen und identifiziert das Verarbeitende Gewerbe mit „Industrie“, ergibt sich aus beiden Erhebungen als beste Schätzung für den Anteil der Unternehmen mit UMS folgendes Bild: 5–10 % der Industrieunternehmen und 8–13 % der Unternehmen im GHD-Sektor sowie insgesamt 6–12 % aller Unternehmen verfügen über UMS. Auch im Fall der UMS steigt der Anteil der Unternehmen mit UMS mit der Zahl der Beschäftigten (Abbildung 25).

Tabelle 16: Anteil der Unternehmen mit UMS in Deutschland

|                                | Industrie | GHD   | Gesamt |
|--------------------------------|-----------|-------|--------|
| Anteil der Unternehmen mit UMS | 9–13 %    | 3–8 % | 6–11 % |

Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 25: Mittlerer Anteil der Organisationen mit UMS nach Anzahl der Mitarbeiter

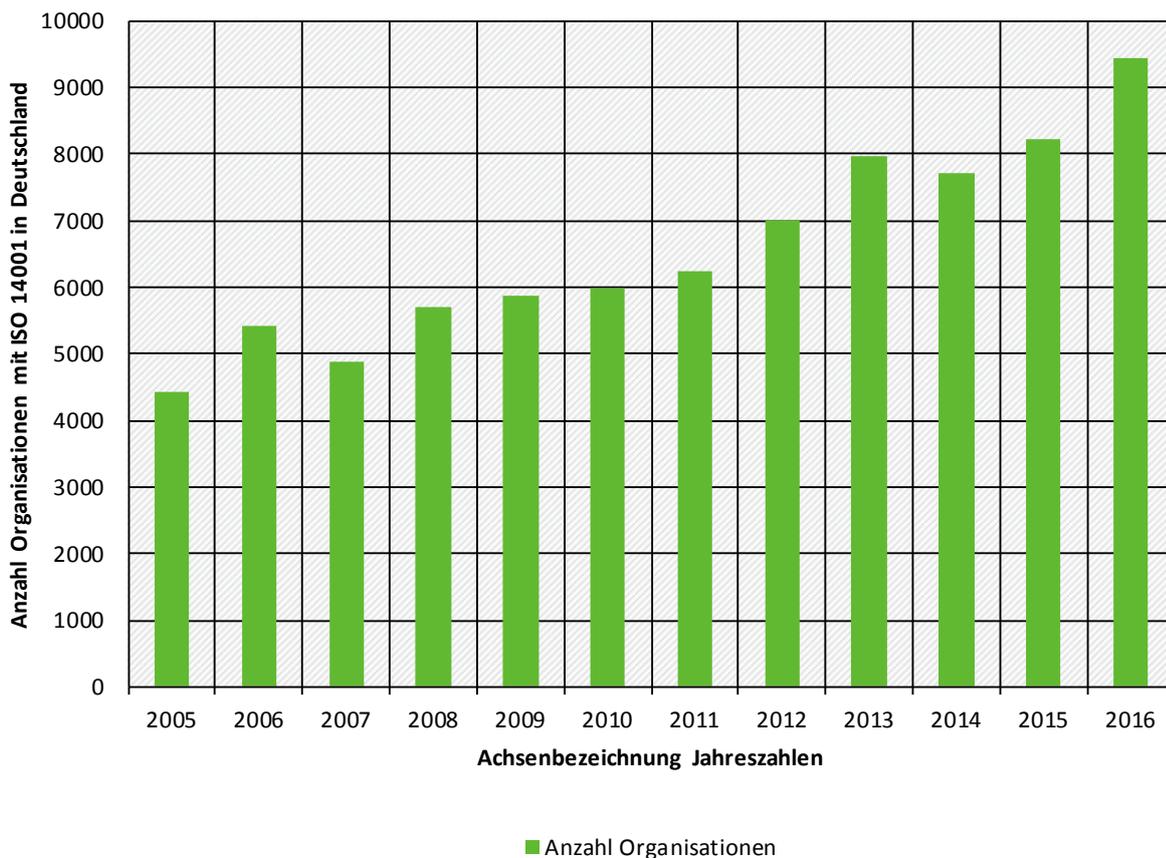


Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (runde Punkte) und 95%-Konfidenzintervalle (Linien) für den Anteil der Unternehmen mit UMS nach Anzahl der Mitarbeiter im Unternehmen nach den Erhebungen EBM2014 und GHD2016.

#### 2.4.4.2 Hochrechnung auf Anzahl der Unternehmen in Deutschland

Für die Gesamtzahl der Organisationen in Deutschland mit UMS kann der Überblick der ISO14001 herangezogen werden. Hier zeigt sich in der Anzahl der zertifizierten Organisationen ein kontinuierlicher Zuwachs in den letzten Jahren.

Abbildung 26: Anzahl Organisationen mit ISO 14001 Zertifizierung in Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung nach ISO Survey 2015.

Durch Verknüpfung der Anteile mit der Grundgesamtheit können die Anzahlen für ganz Deutschland hochgerechnet werden. Dabei ergeben sich die folgenden Werte.

Tabelle 17: Anzahl der Unternehmen mit UMS in Deutschland

|                                | Industrie   | GHD          | Gesamt       |
|--------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Anteil der Unternehmen mit EMS | 3.000–4.000 | 5.000–15.000 | 8.500–17.000 |

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Werte des ISO Survey liegen dabei unterhalb der dargestellten Bandbreite. Da der ISO Survey keine verpflichtende Erfassung vorsieht, die tatsächliche Anzahl der Zertifikate also über den Werten aus dem ISO Survey liegen kann, sind die Daten plausibel.

### 2.4.5 Fazit

Auf Basis der vorhandenen Datensätze wurde die Verbreitung der vier Energiemanagementmaßnahmen Energieaudit, EMS, EMAS und UMS untersucht. Die Anteile der Organisationen, die diese Maßnahmen eingeführt haben, sind in folgender Tabelle zusammengefasst. Typischerweise sind Energiemanagementmaßnahmen in der Industrie stärker verbreitet als im GHD-Sektor und in größeren Organisationen häufiger als in kleinen. Hochgerechnet auf die Grundgesamtheit ergeben sich dann die absoluten in der Tabelle dargestellten Werte.

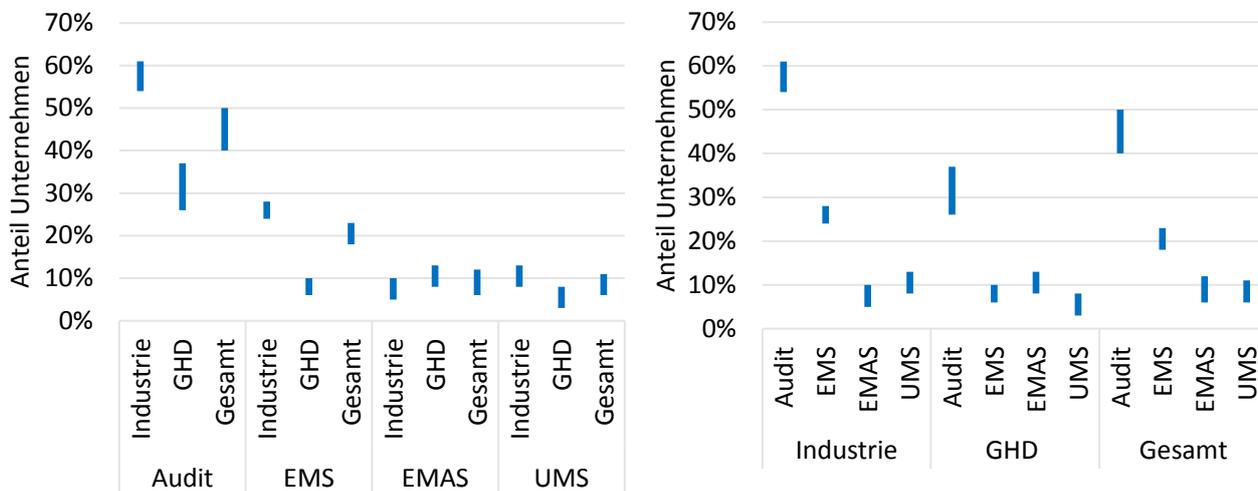
Tabelle 18: Verbreitung der Energiemanagementmaßnahmen in Industrie und GHD

|       | Anteil Unternehmen | Anteil Unternehmen GHD | Anteil Unternehmen Gesamt | Anzahl Unternehmen Industrie | Anzahl Unternehmen GHD | Anzahl Unternehmen Gesamt |
|-------|--------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Audit | 54–61 %            | 26–37 %                | 40–50 %                   | 11.000–22.000                | 33.000–51.000          | 44.000–73.000             |
| EMS   | 24–28 %            | 6–10 %                 | 18–23 %                   | 6.000–8.000                  | 4.000–13.000           | 10.000–21.000             |
| EMAS  | 5–10 %             | 8–13 %                 | 6–12 %                    | 2.000–3.000                  | 8.000–13.000           | 10.000–16.000             |
| UMS   | 9–13 %             | 3–8 %                  | 6–11 %                    | 3.000–4.000                  | 5.000–15.000           | 8.500–17.000              |

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Anteile der Betriebe mit den jeweiligen Instrumenten sind in den folgenden Abbildungen zusammenfassend dargestellt. Man erkennt, dass Audits klar am häufigsten anzutreffen sind, bei fast jedem zweiten Unternehmen, gefolgt von EMS – bei circa jedem fünften Unternehmen. EMAS und UMS sind deutlich seltener und nur bei 6 bis 10 % der Unternehmen anzutreffen. Man beachte, dass die Audits aus dem Jahr 2016 gemäß der Energieauditpflicht in den Befragungen nicht abgedeckt sind. Bei allen Systemen ist die Verbreitung in der Industrie größer als im GHD-Sektor. Darüber hinaus lässt sich festhalten, dass die Verbreitung bei EMS und Audits mit der Größe des Unternehmens steigt.

Abbildung 27: Anteile der Betriebe mit Energieeffizienz-Instrumenten nach Sektor



Quelle: Eigene Darstellung.

Eine methodische Schwierigkeit in der Verbreitung der Systeme betrifft ihre Abgrenzung untereinander: Ein EMS startet normalerweise mit einem Energieaudit, sodass es hier erheblichen Überlapp geben sollte. Wie hoch mögliche Dopplungen hierdurch sind, lässt sich durch einen Abgleich der Anteilswerte feststellen. Tabelle 19 zeigt die Anteile der Unternehmen mit bzw. ohne Audit und EMS nach Erhebung.

Tabelle 19: Kreuztabelle für Audit und EMS nach Erhebung

| Audit          | EMS Nein    | EMS ja      | EMS NA      | Gesamt       |
|----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| <b>EBM2014</b> | <b>77 %</b> | <b>19 %</b> | <b>3 %</b>  | <b>100 %</b> |
| Audit ja       | 77 %        | 19 %        | 3 %         | 100 %        |
| <b>Eff2016</b> | <b>27 %</b> | <b>48 %</b> | <b>25 %</b> | <b>100 %</b> |
| Audit nein     | 13 %        | 18 %        | 7 %         | 38 %         |
| Audit ja       | 11 %        | 27 %        | 11 %        | 49 %         |
| Audit NA       | 4 %         | 4 %         | 6 %         | 13 %         |
| <b>GHD2016</b> | <b>90 %</b> | <b>8 %</b>  | <b>2 %</b>  | <b>100 %</b> |
| Audit nein     | 93 %        | 7 %         | 0 %         | 100 %        |
| Audit ja       | 80 %        | 20 %        | 0 %         | 100 %        |
| Audit NA       | 92 %        | 2 %         | 6 %         | 100 %        |
| <b>RE2016</b>  | <b>77 %</b> | <b>19 %</b> | <b>4 %</b>  | <b>100 %</b> |
| Audit nein     | 37 %        | 3 %         | 2 %         | 42 %         |
| Audit ja       | 40 %        | 16 %        | 2 %         | 57 %         |
| Audit NA       | 0 %         | 0 %         | 0 %         | 0 %          |
| <b>Gesamt</b>  | <b>74 %</b> | <b>21 %</b> | <b>5 %</b>  | <b>100 %</b> |

Quelle: Eigene Darstellung.

Ein Zusammenhangstest (Chi-Quadrat-Test) zeigt eine leichte signifikant positive Korrelation zwischen Audits und EMS für die GHD2016 und RE2016 Daten jedoch keinen signifikanten Zusammenhang für die Effizienzfondsdaten. Demnach haben Unternehmen mit EMS auch häufiger Audits durchgeführt (wie erwartet), der Effekt scheint aber nicht dominant.

## 2.4.6 Anteil Genehmigungsbedürftiger Anlagen nach BImSchG

### 2.4.6.1 Abschätzung auf Basis der Emissionserhebung

Zur Abschätzung des durch das BImSchG abgedeckte Anlagen kann auf die Daten der Emissionserhebung der Länder zurückgegriffen werden. Diese wurden von Brückner zur Abschätzung des industriellen Abwärmearaufkommens erhoben und systematisch ausgewertet.

Für den Geltungsbereich des BImSchG mit Ausnahme des Saarlandes wurde dabei ein betroffener Energieverbrauch von 1000 PJ ermittelt. Dies entspricht 65 % des Prozesswärmebedarfs der Industrie bzw. 57 % des gesamten industriellen Energiebedarfs. Extrapoliert man diesen Verbrauch, um den Energieverbrauch des Saarlandes zu berücksichtigen ergibt sich unter der Annahme einer strukturellen Gleichverteilung ein betroffener Energieverbrauch von ca. 1070 PJ. Daraus ergeben sich Anteile von 69 % (Prozesswärme) bzw. 60 % (Gesamtverbrauch).

### 2.4.6.2 Abschätzung auf Basis der Anwendungsbilanzen

Auf Grund des Geltungsbereichs der 4. BImSchV, die im wesentlichen Anlagen mit einer Leistung >10 MW erfasst sind dabei insbesondere Anlagen in den energieintensiven Sektoren betroffen. Für die Abschätzung werden zwei Annahmen getroffen:

- ▶ 90 % der Prozesswärme wird in den energieintensiven Industrien mit Großanlagen in genehmigungsbedürftigen Anlagen erzeugt
- ▶ 10 % der Prozesswärme wird in den restlichen Industrien in genehmigungsbedürftigen Anlagen erzeugt

Als energieintensive Industrien mit Großanlagen zur Prozesswärmeerzeugung werden dabei die folgenden Industrien gewertet:

- ▶ Grundstoffchemie
- ▶ Sonst. chemische Industrie
- ▶ Gummi- u. Kunststoffwaren
- ▶ Glas u. Keramik
- ▶ Verarb. v. Steine u. Erden
- ▶ Metallerzeugung
- ▶ NE-Metalle, -gießereien

Hiermit ergibt sich für die Prozesswärme ein Anteil von 69 % in genehmigungsbedürftigen Anlagen und ein Anteil von 61 % am gesamten Brennstoffverbrauch der Industrie.

Diese Werte decken sich mit den Daten aus der Emissionserhebung und sind in der Größenordnung plausibel.

#### **2.4.6.3 Abschätzung des von Energiemanagementsystemen betroffenen Energieverbrauchs**

Die zwei wesentlichen Treiber zur Verbreitung von Energiemanagementsystemen in der Industrie sind die besondere Ausgleichsregelung sowie die Befreiungstatbestände zur Energie- und Stromsteuer im Rahmen des Spitzenausgleichs. Die Interaktion der entsprechenden Instrumente mit dem BImSchG ist aus verschiedenen Gründen vordergründig schwach.

Die besondere Ausgleichsregelung wie auch die Stromsteuer betreffen in Ihrer Regelung den Strom- und nicht den Brennstoffverbrauch. Betriebe mit genehmigungsbedürftigen Anlagen nach BImSchG haben aber nicht notwendigerweise einen Stromverbrauch der über den entsprechenden Schwellenwerten liegt. Eine Vielzahl von Prozessen sind a priori von der Energiesteuer ausgenommen. Da jedoch das Energiemanagementsystem für den gesamten Betrieb und nicht nur für den betroffenen Energieverbrauch wirksam ist, sind diese Einschränkungen nur von untergeordneter Bedeutung.

Daher findet sich eine hohe Zahl von zertifizierten Betrieben in den mittleren und großen Unternehmen der betroffenen energieintensiven Sektoren (>35 %). Bei großen Unternehmen ist der Anteil nochmals wesentlich höher, kann aber auf Grund der geringen Fallzahl in den Sektoren nicht explizit ausgewiesen werden.

Daraus ergeben sich die folgenden Fälle:

- ▶ Ein großes Unternehmen in einer energieintensiven Branche hat mit extrem hoher Wahrscheinlichkeit eine genehmigungspflichtige Anlage nach BImSchG und mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ein Energiemanagementsystem
- ▶ Ein mittleres Unternehmen in einer energieintensiven Branche hat mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit eine genehmigungspflichtige Anlage nach BImSchG und mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Energiemanagementsystem
- ▶ Ein großes Unternehmen in einer nicht energieintensiven Branche hat mit hoher Wahrscheinlichkeit eine genehmigungspflichtige Anlage nach BImSchG und mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ein Energiemanagementsystem
- ▶ Ein mittleres Unternehmen in einer nicht energieintensiven Branche hat mit geringer Wahrscheinlichkeit eine genehmigungspflichtige Anlage nach BImSchG und mit geringer Wahrscheinlichkeit ein Energiemanagementsystem.
- ▶ Ein kleines Unternehmen hat mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit eine genehmigungspflichtige Anlage und ein Energiemanagementsystem.

Das bedeutet, dass im Wesentlichen der Bestand genehmigungspflichtiger Anlagen mit dem Vorkommen eines Energiemanagementsystems zusammenfällt.

## 2.5 Wirkung von Energiemanagementmaßnahmen

In diesem Abschnitt wird die Wirkung der Energiemanagementmaßnahmen in energetischer Hinsicht auf die Organisationen untersucht. Dabei hat sich für die Messung der Wirkung in der Literatur der Ansatz durchgesetzt, Unterschiede in der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen zu erheben. Daher werden in diesem Bericht zwei primäre Messgrößen für die Wirkung der Energiemanagementmaßnahmen verwendet:

1. Anteil umgesetzter Energieeffizienzmaßnahmen in Organisationen mit Energiemanagementmaßnahme im Vergleich von Organisationen ohne Energiemanagementmaßnahme;
2. Anteil von Organisationen mit Energiemanagementmaßnahme, die Energieeffizienzmaßnahmen in einem Technologiebereich umgesetzt haben, im Vergleich zum Anteil von Organisationen ohne Energiemanagementmaßnahme, die Energieeffizienzmaßnahmen in einem Technologiebereich umgesetzt haben.

Durch die direkten Vergleiche steht stets eine Kontrollgruppe zur Verfügung und nur so ist eine sinnvolle Einschätzung der Wirkung möglich.

Die Wirkung der Energiemanagementmaßnahmen wird im Folgenden für die vier Maßnahmen Energieaudit, EMS, EMAS und UMS durchgeführt. Die Einsparungen hinsichtlich Energieverbrauch oder THG-Emissionen werden im Anschluss getrennt bewertet.

Tabelle 20 gibt eine Übersicht zur Datenbasis hinsichtlich der Anzahl vorgeschlagener und umgesetzter Maßnahmen in den Unternehmen und Abbildung 28 zeigt die Häufigkeitsverteilungen. Typischerweise werden den Unternehmen drei bis fünf Maßnahmen vorgeschlagen, häufig jedoch auch mehr. In sehr seltenen Fällen wurden nur eine oder keine Maßnahmen vorgeschlagen. Letztere sind aus der Auswertung des Anteils umgesetzter Maßnahmen natürlich ausgeschlossen. Die mittlere Anzahl vorgeschlagener Maßnahmen unterscheidet sich dabei deutlich zwischen den Erhebungen: In der EBM2014 waren es im Mittel circa fünf Maßnahmen, im Eff2016 hingegen ungefähr neun. In beiden Erhebungen ist die mittlere Anzahl umgesetzter Maßnahmen ungefähr halb so groß.

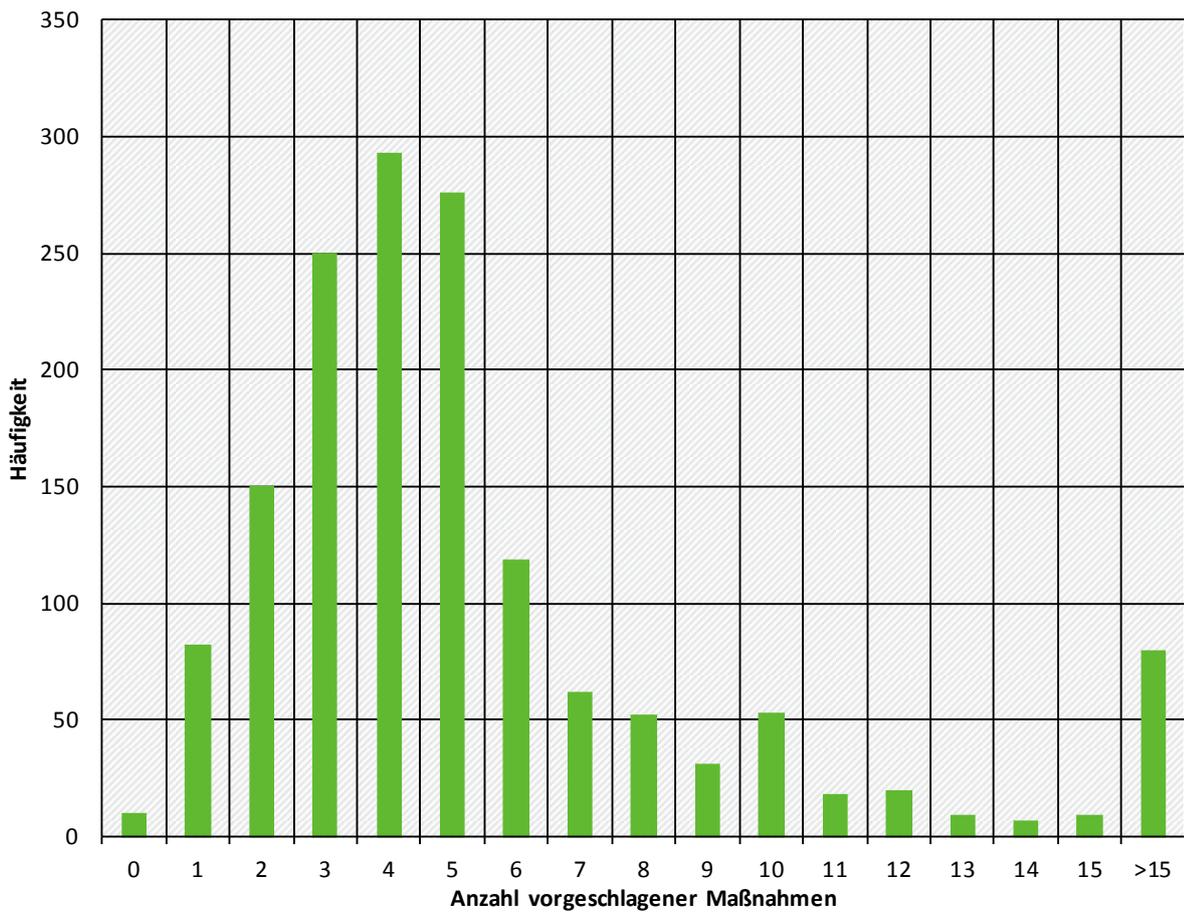
Tabelle 20: Deskriptive Statistiken zur Anzahl vorgeschlagener und umgesetzter Maßnahmen<sup>11</sup>

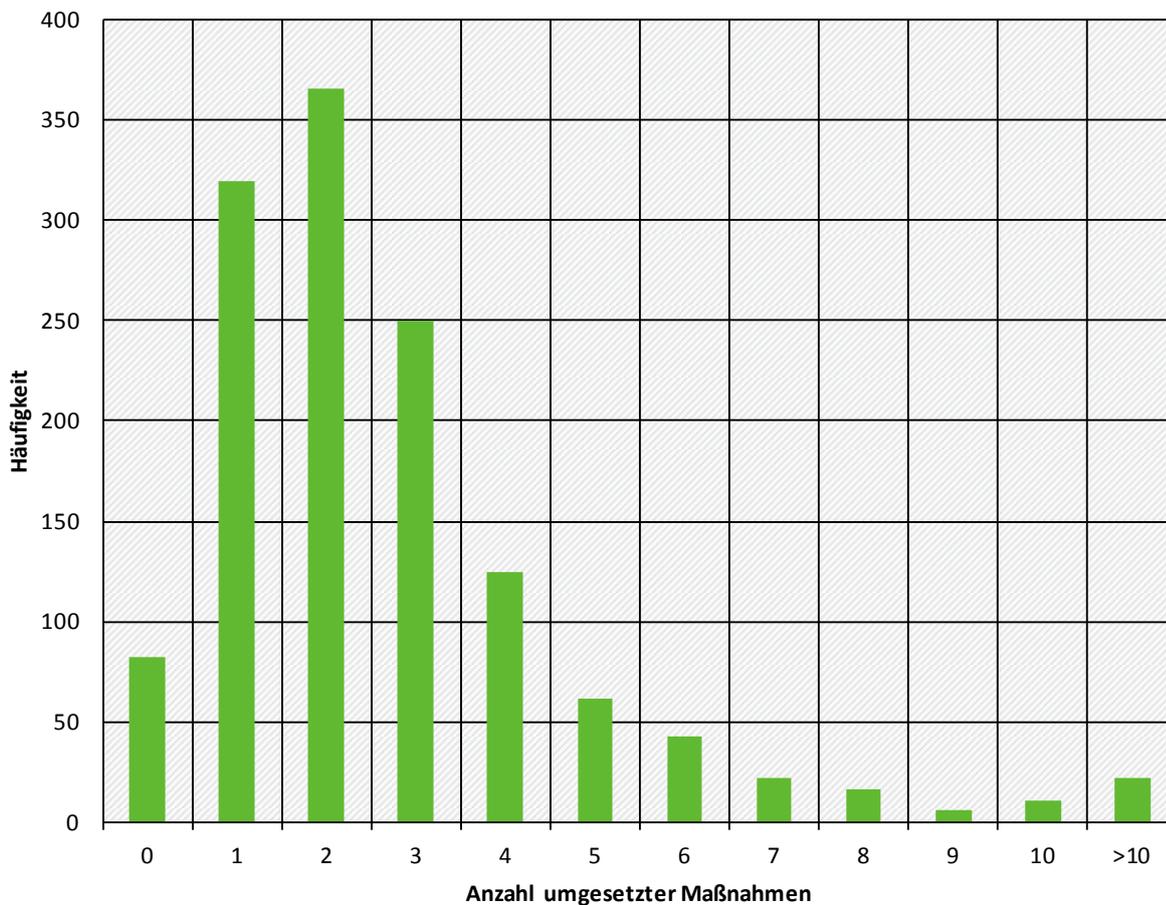
| Erhebung und Sektor | N           | vorge-schla-gen (Min.) | vorge-schla-gen (Mittel) | vorge-schla-gen (SD) | vorge-schla-gen (Max.) | umge-setzt (Min.) | umge-setzt (Mittel) | umge-setzt (SD) | umge-setzt (Max.) |
|---------------------|-------------|------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|-------------------|---------------------|-----------------|-------------------|
| <b>EBM2014</b>      | <b>1471</b> | <b>0</b>               | <b>5.3</b>               | <b>4.4</b>           | <b>53</b>              | <b>0</b>          | <b>2.6</b>          | <b>2.1</b>      | <b>25</b>         |
| GHD                 | 733         | 0                      | 4.7                      | 3.8                  | 47                     | 0                 | 2.6                 | 2.2             | 25                |
| Industrie           | 725         | 0                      | 5.9                      | 4.8                  | 53                     | 0                 | 2.6                 | 2.0             | 18                |
| <b>Eff2016</b>      | <b>246</b>  | <b>0</b>               | <b>9.2</b>               | <b>9.3</b>           | <b>60</b>              | <b>0</b>          | <b>4.2</b>          | <b>4.6</b>      | <b>30</b>         |
| GHD                 | 65          | 0                      | 9.3                      | 11.8                 | 60                     | 0                 | 3.6                 | 5.1             | 30                |
| Industrie           | 180         | 0                      | 9.3                      | 8.3                  | 57                     | 0                 | 4.5                 | 4.3             | 25                |
| <b>Gesamt</b>       | <b>2455</b> | <b>0</b>               | <b>5.8</b>               | <b>5.5</b>           | <b>60</b>              | <b>0</b>          | <b>2.8</b>          | <b>2.7</b>      | <b>30</b>         |

Quelle: Eigene Darstellung.

<sup>11</sup> Fehlende Werte sind Unternehmen ohne Angabe des Wirtschaftszweiges. Abkürzungen: Min = Minimum, Mittel = Mittelwert, SD = *standard deviation* (Standardabweichung), Max = Maximum.

Abbildung 28: Häufigkeitsverteilung der Anzahl vorgeschlagener & umgesetzter Maßnahmen





Quelle: Eigene Darstellung.

Die zweite Art der Wirkungsmessung erfolgt über den Anteil von Unternehmen die in einem Bereich Maßnahmen umgesetzt haben. Die Stichprobenumfänge, d. h. die Anzahl der Unternehmen, die diese Fragen beantwortet haben (mit ja oder nein), sind nach Sektor und Erhebung in Tabelle 21 dargestellt. Gezeigt ist die Anzahl der Beobachtungen mit Aussagen zur Umsetzung von Maßnahmen (Abweichungen zwischen Summen sind Befragte ohne Angabe des Sektors). In der EBM2014 haben jeweils circa die Hälfte der Unternehmen die Fragen nach Umsetzung von Maßnahmen in den Technologiebereichen beantwortet. Im Eff2016 und RE2016 haben meist deutlich über die Hälfte der Unternehmen die Fragen beantwortet, in der GHD2016 bei mehreren Fragen leider nur ein Drittel der Unternehmen. Insgesamt steht dabei eine breite Datenbasis für die Untersuchung der Wirkung hinsichtlich der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen zur Verfügung.

Tabelle 21: Stichprobenumfänge zur Umsetzung von Maßnahmen in Technologiebereichen

| Erhebung / Sektor | N           | Druckluft  | Pumpen     | Prozesskälte | Prozesswärme | Beleuchtung | Gebäudehülle | Gebäudeheizung | IKT        |
|-------------------|-------------|------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|----------------|------------|
| <b>EBM2014</b>    | <b>1471</b> | <b>734</b> | <b>0</b>   | <b>681</b>   | <b>660</b>   | <b>870</b>  | <b>672</b>   | <b>796</b>     | <b>671</b> |
| GHD               | 733         | 321        | 0          | 332          | 299          | 448         | 321          | 388            | 313        |
| Industrie         | 725         | 410        | 0          | 347          | 359          | 415         | 350          | 403            | 355        |
| <b>Eff2016</b>    | <b>246</b>  | <b>195</b> | <b>150</b> | <b>117</b>   | <b>134</b>   | <b>201</b>  | <b>206</b>   | <b>225</b>     | <b>211</b> |
| GHD               | 65          | 30         | 29         | 23           | 22           | 54          | 57           | 61             | 60         |
| Industrie         | 180         | 164        | 120        | 94           | 112          | 146         | 148          | 163            | 150        |
| <b>GHD2016</b>    | <b>336</b>  | <b>101</b> | <b>117</b> | <b>97</b>    | <b>101</b>   | <b>267</b>  | <b>242</b>   | <b>219</b>     | <b>251</b> |

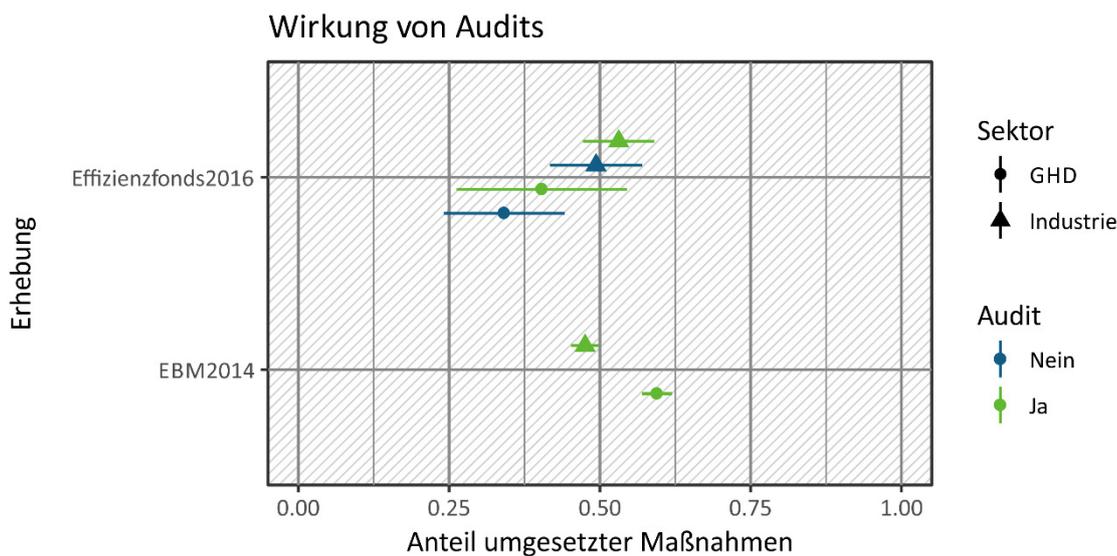
| Erhebung / Sektor | N           | Druckluft   | Pumpen     | Prozesskälte | Prozesswärme | Beleuchtung | Gebäudehülle | Gebäudeheizung | IKT         |
|-------------------|-------------|-------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|----------------|-------------|
| GHD               | 241         | 57          | 83         | 66           | 70           | 200         | 186          | 163            | 197         |
| Industrie         | 95          | 44          | 34         | 31           | 31           | 67          | 56           | 56             | 54          |
| <b>RE2016</b>     | <b>402</b>  | <b>367</b>  | <b>229</b> | <b>173</b>   | <b>231</b>   | <b>369</b>  | <b>372</b>   | <b>386</b>     | <b>379</b>  |
| Industrie         | 396         | 362         | 226        | 171          | 227          | 363         | 366          | 380            | 373         |
| <b>GESAMT</b>     | <b>2455</b> | <b>1397</b> | <b>496</b> | <b>1068</b>  | <b>1126</b>  | <b>1707</b> | <b>1492</b>  | <b>1626</b>    | <b>1512</b> |

Quelle: Eigene Darstellung.

### 2.5.1 Energieaudit

Der Anteil der umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen in Betrieben mit und ohne Energieaudit ist in folgender Abbildung dargestellt (in der Erhebung EBM2014 hatten alle Unternehmen Audits, die Werte sind nur zum Vergleich gezeigt). Man erkennt, dass Unternehmen mit Energieaudits tendenziell mehr Energieeffizienzmaßnahmen umsetzen (ca. 5 – 10 % mehr).

Abbildung 29: Mittlerer Anteil von umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen in Betrieben mit und ohne Energieaudit



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (Kreise für GHD und Dreiecke für Industrie) mit 95%-Konfidenzintervallen.

Da der mittlere Anteil umgesetzter Maßnahmen nur in den Daten des Effizienzfonds verfügbar ist, erfolgt ein Vergleich mit der Literatur. Die Ergebnisse einer umfangreichen Analyse von Schleich et al. (2015) sind in Tabelle 22 zusammengefasst.

Tabelle 22: Mittlerer Anteil umgesetzter Effizienzmaßnahmen in Unternehmen nach Audit

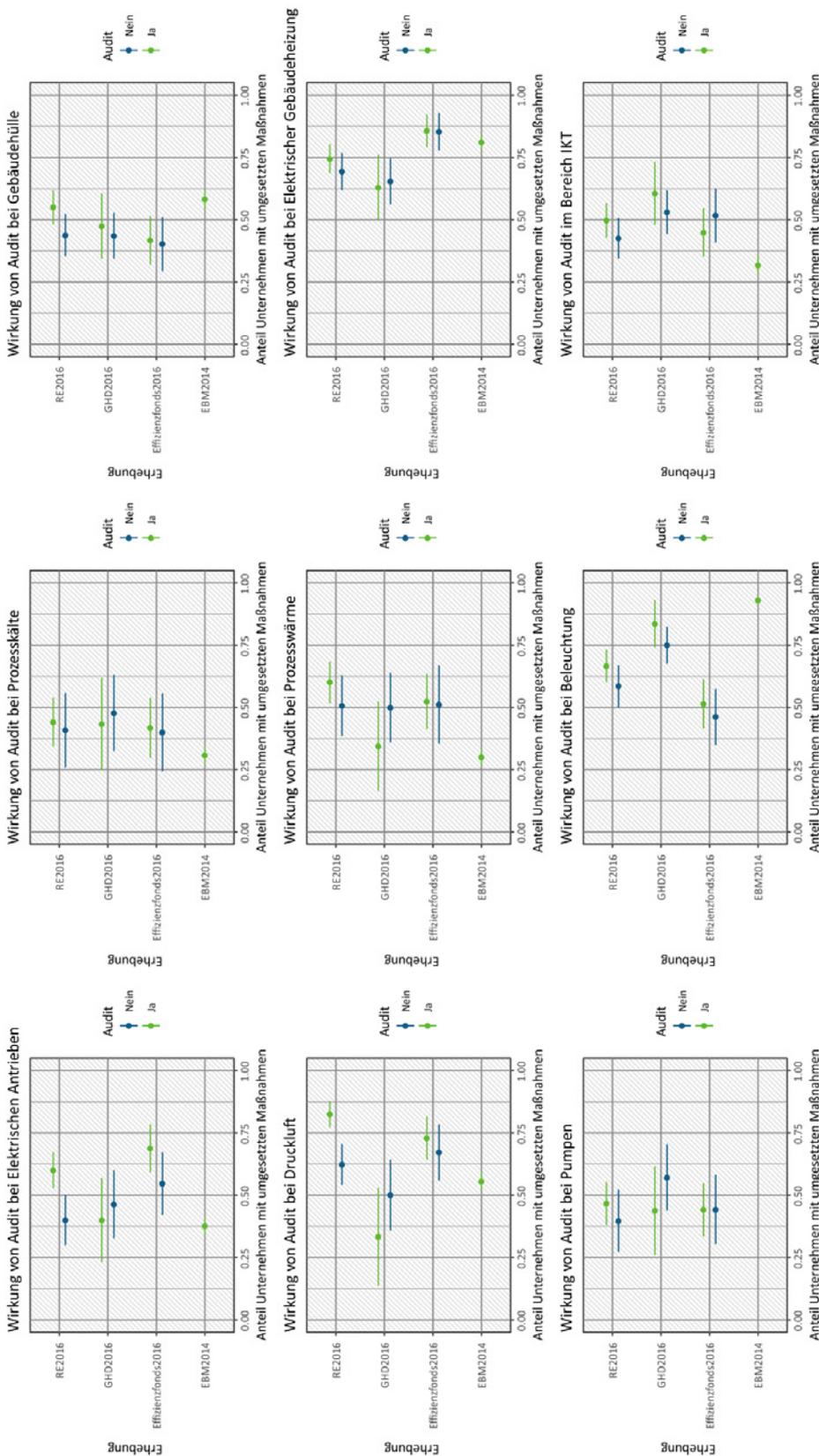
|                     | ohne Audit | Mit Audit | Differenz | Korrigierte Differenz |
|---------------------|------------|-----------|-----------|-----------------------|
| Beleuchtung         | 30 %       | 54 %      | 24 %***   | 19–21 %***            |
| Wärmedämmung        | 9 %        | 19 %      | 10 %***   | 10–11 %***            |
| Heizung             | 8 %        | 22 %      | 14 %***   | 6–14 %**              |
| Heizungsoptimierung | 7 %        | 36 %      | 29 %***   | 27–29 %***            |

Quelle: Eigene Darstellung nach Schleich et al. (2015). Die Spannweite in der korrigierten Differenz ergibt sich aus den Ergebnissen verschiedener Korrekturverfahren. Alle Gruppenunterschiede sind statistisch signifikant. „\*\*\*“  $p < 0.01$ , „\*\*“  $p < 0.05$  und „\*“  $p < 0.1$  in einem zweiseitigen t-Test.

Unternehmen mit Energieaudits setzen deutlich mehr (zwischen 10 und 29 % je nach Technologiebereich) Energieeffizienzmaßnahmen um, als Unternehmen ohne Energieaudits.

Vergleichend dazu ist in folgender Abbildung die zweite Art der Messung der Wirkung aufgezeigt: Ist der Anteil von Unternehmen, die Energieeffizienzmaßnahmen umsetzen, bei Unternehmen mit Audits höher? Man erkennt, dass dies in den meisten Technologiebereichen und Erhebungen der Fall ist, auch wenn die Unterschiede in den Anteilen der Unternehmen oft gering sind. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Unternehmen mit Audits im Mittel mehr Maßnahmen umsetzen.

Abbildung 30: Wirkung von Energieaudits gemessen als Anteil der Unternehmen die Energieeffizienzmaßnahmen durch geführt haben

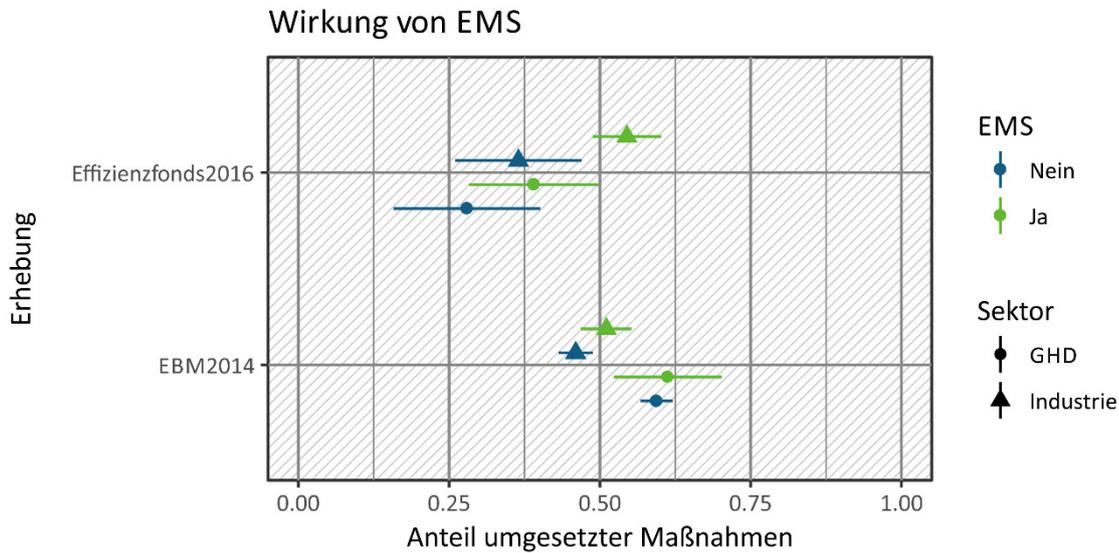


Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte mit 95%-Konfidenzintervallen nach Erhebung und Technologiebereich.

### 2.5.2 Energiemanagementsysteme (EMS)

Der Anteil der umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen in Betrieben mit und ohne EMS ist in folgender Abbildung dargestellt. Man erkennt, dass Unternehmen mit EMS tendenziell mehr Energieeffizienzmaßnahmen umsetzen.

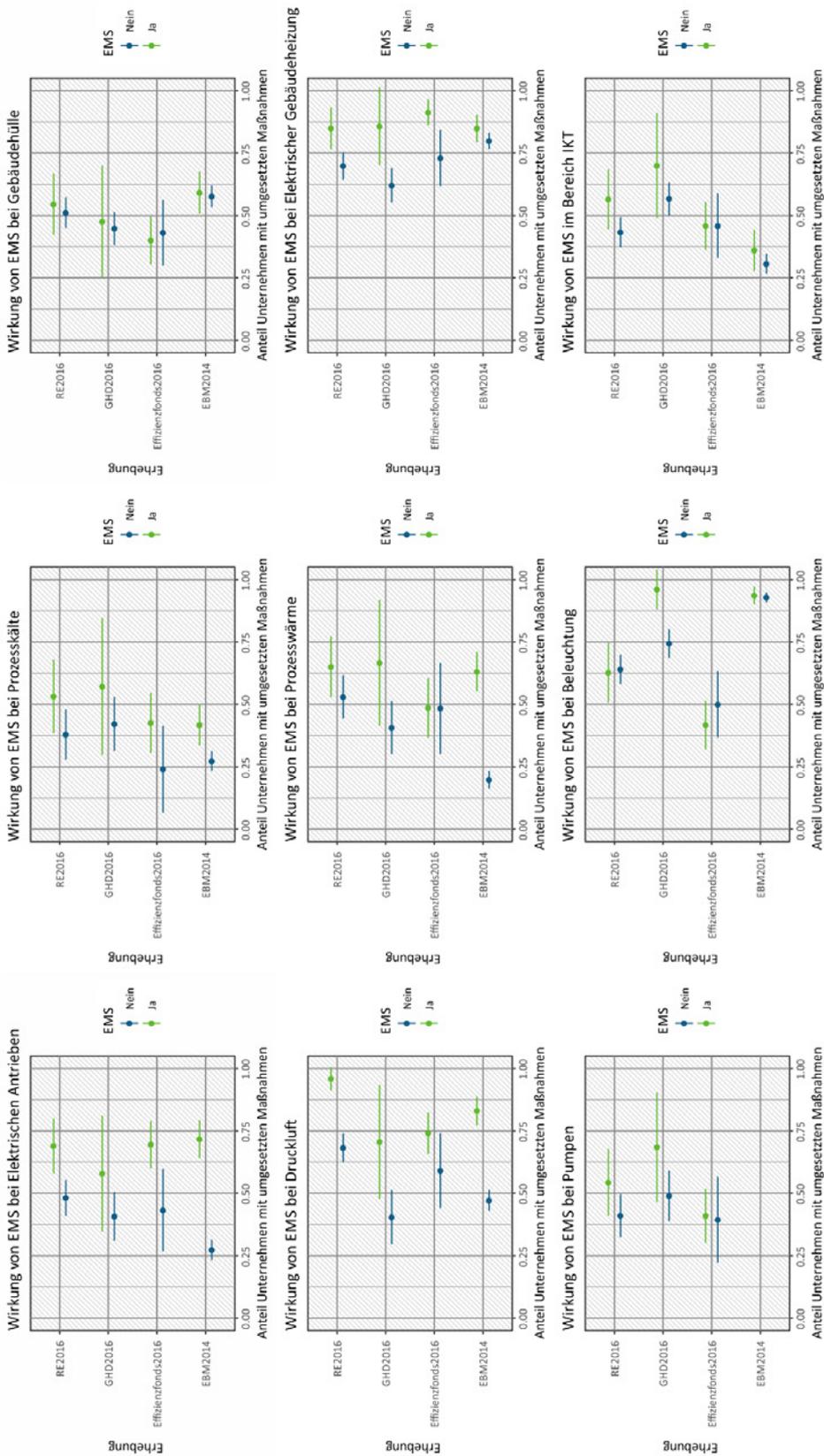
Abbildung 31: Mittlerer Anteil von umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen nach Sektor & EMS



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (Kreise für GHD und Dreiecke für Industrie) mit 95%-Konfidenzintervallen.

Vergleichend dazu ist in folgender Abbildung die zweite Art der Messung der Wirkung aufgezeigt: Ist der Anteil von Unternehmen, die Energieeffizienzmaßnahmen umsetzten, bei Unternehmen mit EMS höher? Man erkennt, dass dies in den meisten Technologiebereichen und Erhebungen der Fall ist, auch wenn die Unterschiede in den Anteilen der Unternehmen oft gering sind.

Abbildung 32: Wirkung von EMS gemessen als Anteil der Unternehmen die Energieeffizienzmaßnahmen durchgeführt haben



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte mit 95%-Konfidenzintervallen nach Erhebung und Technologiebereich.

Um die Wirkung eines Energiemanagementsystems näher zu analysieren, werden im Folgenden die Aktivitäten der Unternehmen mit und ohne Energiemanagementsystem mit Blick auf verschiedene Querschnittstechnologien im Bereich der Produktion und Infrastruktur miteinander verglichen. Die in diesem Abschnitt dargestellten Analysen stammen aus einer Studie, die das Förderprogramm „Förderung von Energiemanagementsystemen“ des BAFA evaluiert (Nabitz et al. 2016).

Wie in Tabelle 23 ersichtlich besteht insbesondere in den Technologiebereichen Elektrische Antriebe, Druckluftsysteme als auch Beleuchtung ein deutlicher, statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen; hier liegt der Umsetzungsanteil bei den Unternehmen der „Treatment“-Gruppe deutlich höher als bei der Vergleichsgruppe. Im Bereich der Gebäudeheizung liegt darüber hinaus ein schwach signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen vor, allerdings in umgekehrter Richtung.

Tabelle 23: Vergleich des Anteils der Unternehmen mit umgesetzten Maßnahmen in den einzelnen Technologiebereichen in Unternehmen mit und ohne Energiemanagementsystem

| Technologiebereich         | Gruppe   | N   | Anteil Unternehmen, die Maßnahmen umgesetzt haben | Differenz | p-Wert | Signifikanzniveau |
|----------------------------|----------|-----|---|-----------|--------|-------------------|
| Elektrische Antriebe       | EMS      | 72  | 73,6 %  | 29,8 %    | 0,000  | ***               |
| Elektrische Antriebe       | ohne EMS | 80  | 43,8 %  |           |        |                   |
| Druckluftsysteme           | EMS      | 86  | 79,1 %  | 17,7 %    | 0,006  | ***               |
| Druckluftsysteme           | ohne EMS | 114 | 61,4 %  |           |        |                   |
| Pumpensysteme              | EMS      | 64  | 40,6 %  | -2,8 %    | 0,765  |                   |
| Pumpensysteme              | ohne EMS | 53  | 43,4 %  |           |        |                   |
| Prozesskältebereitstellung | EMS      | 54  | 46,3 %  | 6,8 %     | 0,520  |                   |
| Prozesskältebereitstellung | ohne EMS | 38  | 39,5 %  |           |        |                   |
| Prozesswärmebereitstellung | EMS      | 55  | 45,5 %  | -2,8 %    | 0,760  |                   |
| Prozesswärmebereitstellung | ohne EMS | 60  | 48,3 %  |           |        |                   |
| Gebäudeheizung             | EMS      | 75  | 42,7 %  | -14,4 %   | 0,052  | *                 |
| Gebäudeheizung             | ohne EMS | 112 | 57,1 %  |           |        |                   |
| Gebäudehülle               | EMS      | 77  | 39,0 %  | -3,1 %    | 0,666  |                   |
| Gebäudehülle               | ohne EMS | 114 | 42,1 %  |           |        |                   |
| Beleuchtung                | EMS      | 87  | 89,7 %  | 22,5 %    | 0,000  | ***               |
| Beleuchtung                | ohne EMS | 125 | 67,2 %  |           |        |                   |
| IKT                        | EMS      | 80  | 45,0 %  | 2,3 %     | 0,753  |                   |
| IKT                        | ohne EMS | 124 | 42,7 %  |           |        |                   |

\* Signifikanzniveau  $p < 0,1$ ; \*\* Signifikanzniveau  $p < 0,05$ ; \*\*\* Signifikanzniveau  $p < 0,01$ ;

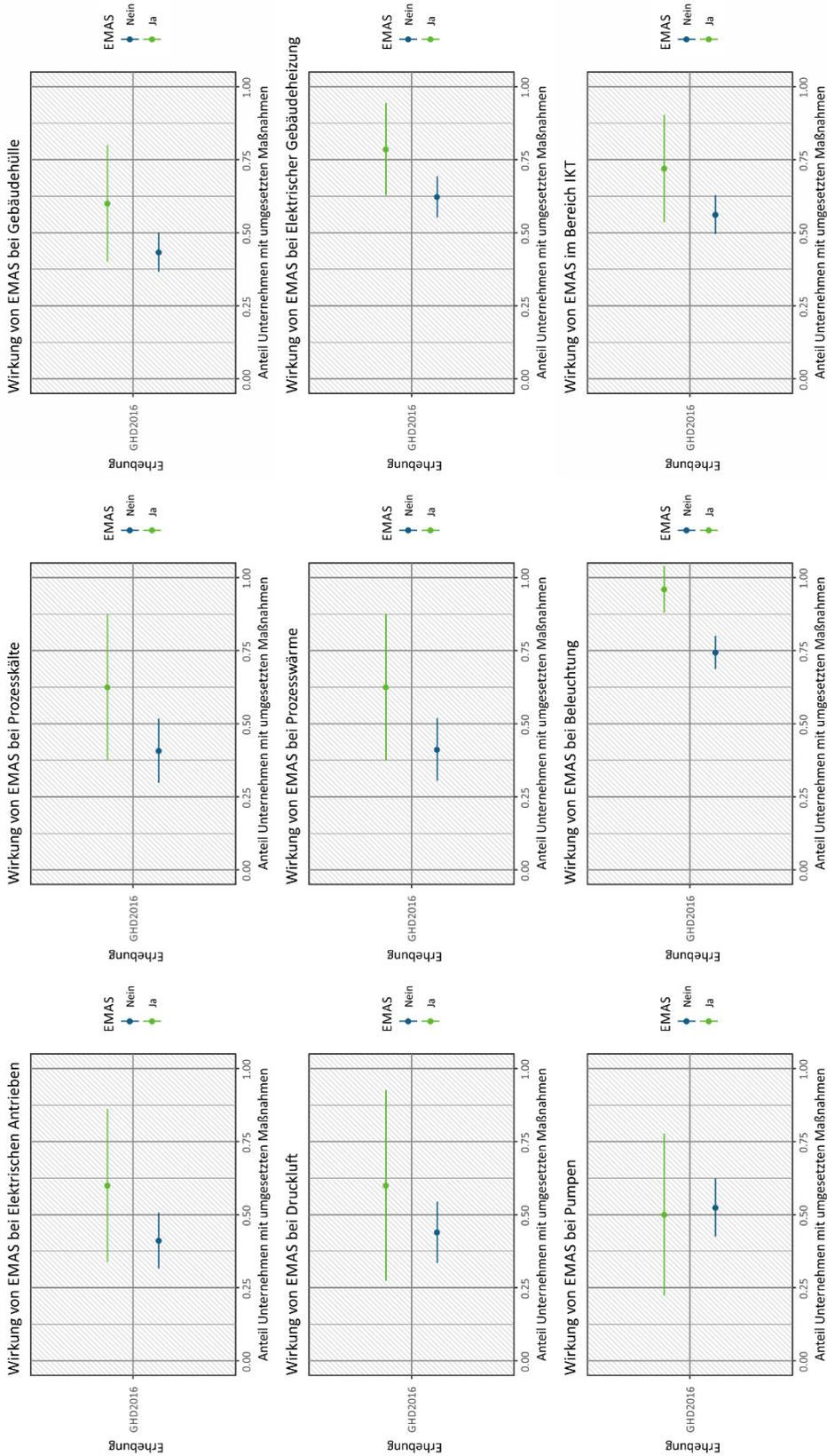
Quelle: Nabitz et al. (2016), basierend auf Teilstichproben der Datensätze Eff2016 sowie RE2016 (vgl. hierzu Tabelle 5).

Vergleichsweise einfach umzusetzende Maßnahmen, die als „Low-Hanging-Fruits“ von den Unternehmen in der Regel als erstes angegangen werden, werden von Unternehmen mit Energiemanagementsystem deutlich häufiger umgesetzt. Hingegen scheinen kapitalintensivere Maßnahmen wie beispielsweise im Bereich der Gebäudeheizung, die mitunter längeren Investitionszyklen unterliegen, nennenswert weniger häufig in Unternehmen mit Energiemanagementsystem umgesetzt zu werden. Die geringfügigen Unterschiede im einstelligen Prozentbereich in den Bereichen Pumpensysteme, Prozesswärmebereitstellung, Gebäudehülle sowie IKT lassen auf Basis der empirischen Daten keine Aussage über den Unterschied zwischen den beiden Stichproben zu. Mit Blick auf die Interpretation der Ergebnisse muss zusätzlich berücksichtigt werden, dass die Größenverteilung der Unternehmen in beiden Stichproben zwar nahezu identisch ist, allerdings keine vollständige Deckungsgleichheit in Bezug auf die Branchenzugehörigkeit der Unternehmen besteht, was ebenfalls Unterschiede in Bezug auf den Einsatz von energieeffizienten Produktionstechnologien bedingen kann. Zudem lassen die prozentualen Anteile jener Unternehmen, die in den einzelnen Technologiebereichen Maßnahmen umgesetzt haben, keine Aussage über deren Umfang zu, da diese Daten binär (umgesetzt oder nicht umgesetzt) abgefragt wurden. So ist im Bereich der Druckluft beispielsweise nicht ersichtlich, ob im Zuge der Energieeffizienzmaßnahme Leckagen beseitigt wurden oder der Druckluftkompressor ausgetauscht wurde.

### **2.5.3 EMAS**

Aufgrund der verfügbaren Daten ist für die EMAS nur die zweite Art der Messung der Wirkung möglich: Ist der Anteil von Unternehmen, die Energieeffizienzmaßnahmen umsetzten, bei Unternehmen mit EMAS höher als bei Unternehmen ohne EMAS? Man erkennt, dass dies in den meisten Technologiebereichen der Fall ist, auch wenn die Unterschiede in den Anteilen der Unternehmen oft gering sind.

Abbildung 33: Wirkung von EMAS gemessen als Anteil der Unternehmen die Energieeffizienzmaßnahmen durchgeführt haben

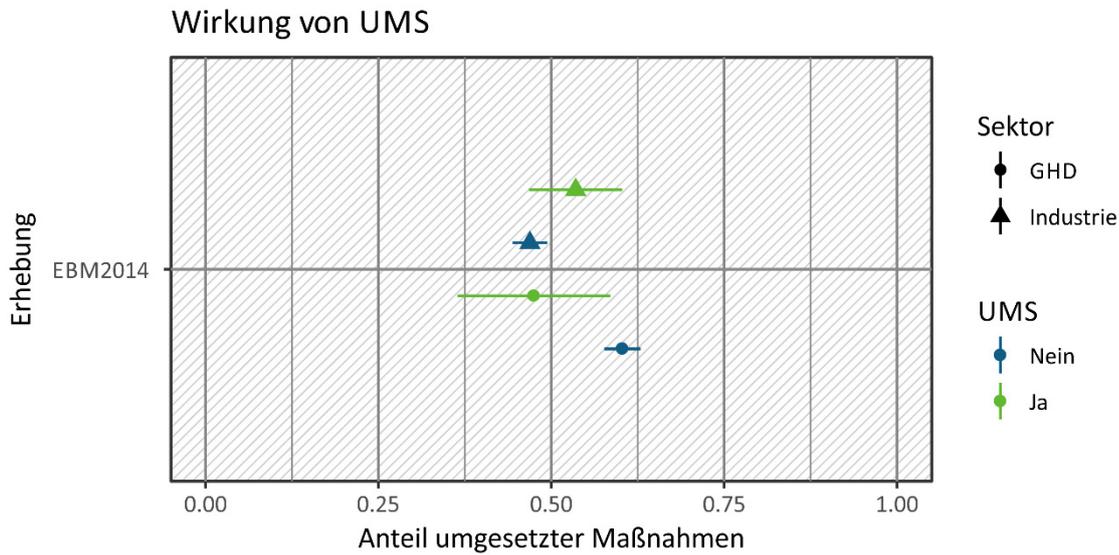


Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte mit 95 %-Konfidenzintervallen nach Technologiebereich.

### 2.5.4 Umweltmanagementsysteme (UMS)

Der Anteil der umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen in Betrieben mit und ohne UMS ist in folgender Abbildung dargestellt. Es scheint auf Basis der verfügbaren Daten keine klare Aussage möglich.

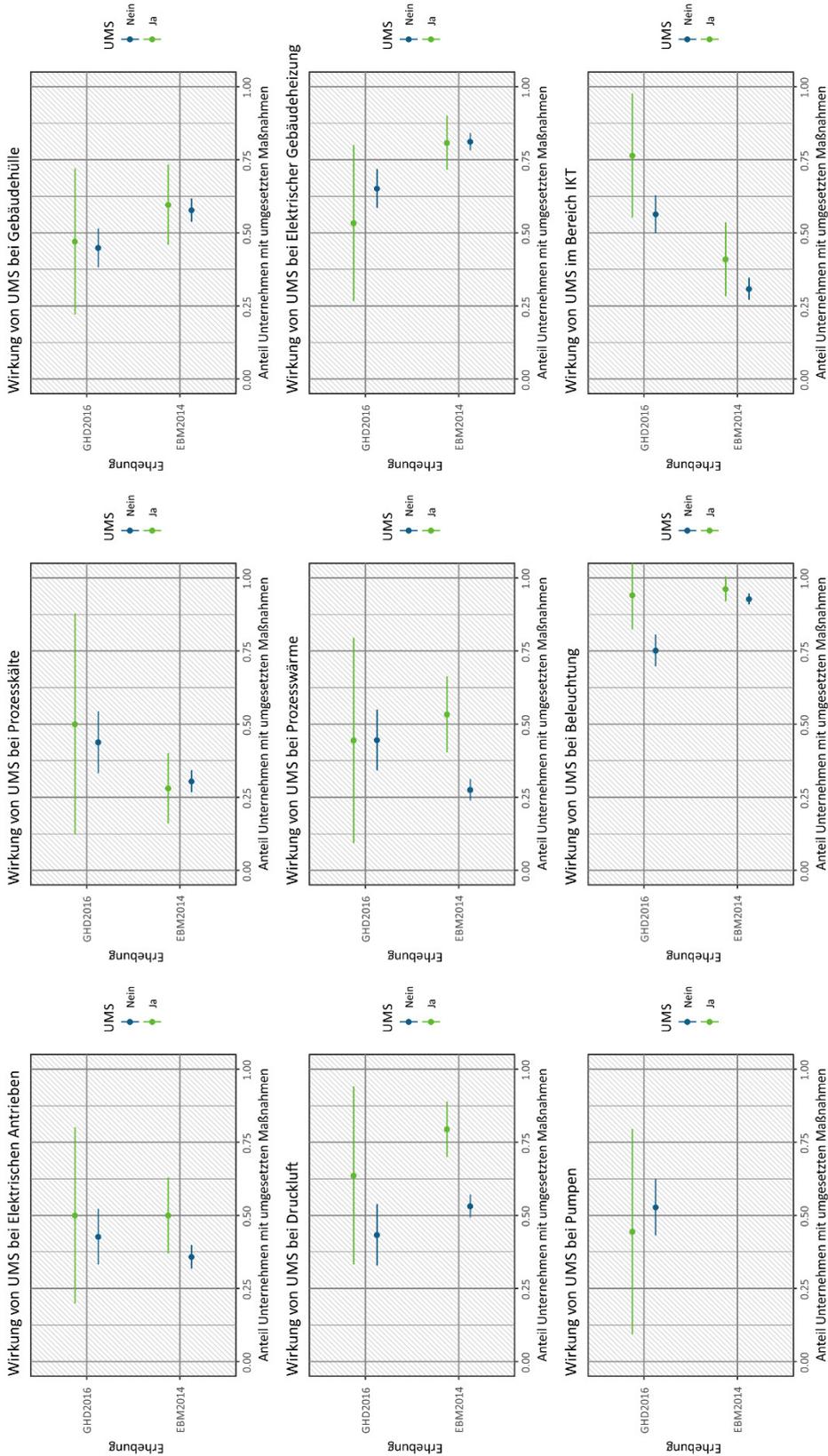
Abbildung 34: Mittlerer Anteil umgesetzter Energieeffizienzmaßnahmen nach Sektor & Instrument



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte (Kreise für GHD und Dreiecke für Industrie) mit 95%-Konfidenzintervallen.

Vergleichend dazu ist in folgender Abbildung die zweite Art der Messung der Wirkung aufgezeigt: Ist der Anteil von Unternehmen, die Energieeffizienzmaßnahmen umsetzten, bei Unternehmen mit UMS höher? Man erkennt, dass dies bis auf die Bereiche IKT und Beleuchtung schwer zu sagen ist.

Abbildung 35: Wirkung von UMS gemessen als Anteil der Unternehmen die Energieeffizienzmaßnahmen durchgeführt haben



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte mit 95%-Konfidenzintervallen nach Erhebung und Technologiebereich.

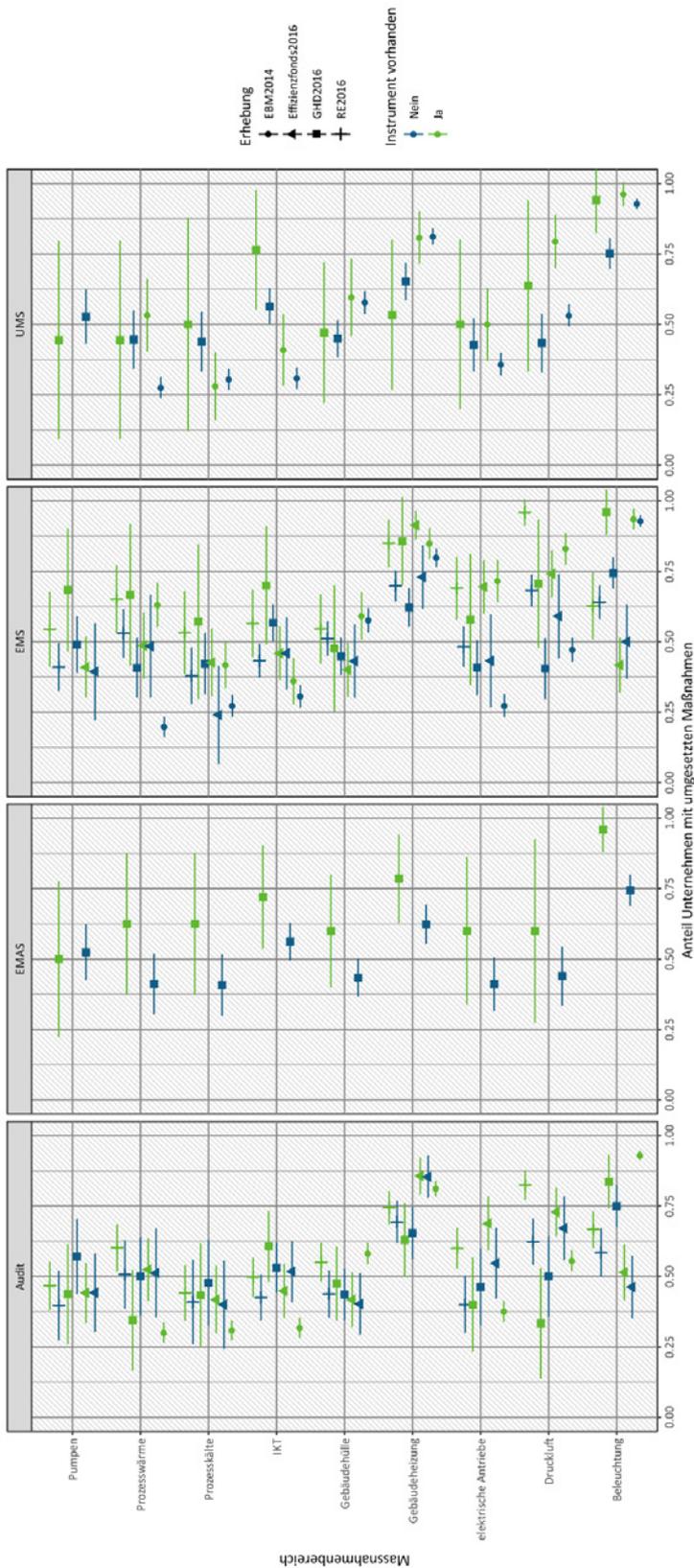
### 2.5.5 Fazit

Hinsichtlich der Wirkung von Energiemanagementmaßnahmen lassen sich folgende Punkte festhalten:

- ▶ Trotz methodischer Schwierigkeiten lässt sich deutlich empirisch belegen, dass Unternehmen mit Audits und EMS mehr Energieeffizienzmaßnahmen umsetzen. Dies gilt sowohl im Vergleich des Anteils von Maßnahmen in Unternehmen als auch im Vergleich des Anteils von Unternehmen mit Maßnahmen, d. h. nach beiden hier verwendenden Wirkungsmessungen.
- ▶ Ein direkter Vergleich der Maßnahmen ist empirisch schwierig. Dies liegt daran, dass die Maßnahmen häufig gemeinsam auftreten, aber auch daran, dass verschiedene Effekte, die beide Gruppen betreffen, statistisch getrennt werden müssen. Hierfür sind größere und repräsentative Datensätze und eine anspruchsvolle Methodik nötig.
- ▶ Aufgrund der höheren Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen führen Audits und EMS zu höheren Energieeinsparungen in Unternehmen. Die Größe der Einsparungen ist jedoch mit großen Unsicherheiten behaftet.

Eine zusammenfassende Darstellung der Wirkung der Energiemanagementmaßnahmen hinsichtlich des Anteils der Unternehmen, die Energieeffizienzmaßnahmen umsetzen, erfolgt für alle Energiemanagementmaßnahmen und Erhebungen in folgender Abbildung.

Abbildung 36: Anteil der Unternehmen die Energieeffizienzmaßnahmen durchgeführt haben nach Energiemanagementmaßnahme & Technologie



Quelle: Eigene Darstellung. Gezeigt sind Mittelwerte mit 95%-Konfidenzintervallen nach Erhebung, Energiemanagementmaßnahme und Technologiebereich.

## 2.6 Kosten für die Einführung von Energiemanagementsystemen und die Durchführung von Energieaudits

Ein wesentliches Kriterium bei der Entscheidung, ein Energieaudit durchzuführen oder ein Energiemanagementsystem einzuführen, bezieht sich auf die einmaligen und laufenden Kosten für die Unternehmen. Dabei sind sowohl die unternehmensinternen (Personal-)Kosten als auch die externen Kosten für den Energieberater bzw. Zertifizierer von Relevanz. Auf Basis einer qualitativen Einschätzung der EE ENERGY ENGINEERS GmbH und TÜV Nord Cert (TN-Cert) anhand von mehr als 4.500 Energieberatungen und Zertifizierungen fasst Tabelle 24 die durchschnittliche Kostenstruktur und den Aufwand für die Unternehmen im Zuge der Durch- bzw. Einführung der verschiedenen Systeme sowie die daran beteiligten Akteure zusammen.

Tabelle 24: Kostenstruktur und Aufwand für Unternehmen

|   | Tagessätze in € | Durchschnittl. Zeitaufwand für Berater/ Zertifizierer | Interner Aufwand für Unternehmen (einmalig) | Laufende Kosten der Systeme für Unternehmen (kontinuierlich)   | Beteiligte Akteure <sup>12</sup>   |
|---|-----------------|---|---|--|--|
| Energieberatung im Rahmen von ISO 50001 | 1.000–1.250     | Mehrere Wochen  | Mehrere Monate                              | 1.000–2.500 (1–2 Beratertage)<br>Für die Kosten der Aufrechterhaltung des Systems siehe Zertifizierung | GF, EnMB bzw. UMB, Arbeitsvorbereitung, Produktion, Instandhaltung, Controlling, Einkauf, Personal |
| Zertifizierung im Rahmen von ISO 50001  | 1.000–1.250     | Mehrere Tage  | Mehrere Monate                              | Laufende Überwachungsaudits zzgl. Maßnahmen, mehrere Wochen  | GF, EnMB bzw. UMB, Arbeitsvorbereitung, Produktion, Instandhaltung, Controlling, Einkauf, Personal |

<sup>12</sup> GF = Geschäftsführung, EnMB = Energiemanagementbeauftragte/r, UMB = Umweltmanagementbeauftragte/r, QMB = Qualitätsmanagementbeauftragte/r.

|   | Tagessätze<br>in €  | Durchschnittl.<br>Zeitaufwand<br>für Berater/<br>Zertifizierer   | Interner Auf-<br>wand für Unter-<br>nehmen<br>(einmalig)   | Laufende Kosten<br>der Systeme für<br>Unternehmen<br>(kontinuierlich)    | Beteiligte<br>Akteure <sup>12</sup>  |
|---|---|--|--|--|--|
| Energie-au-<br>dits nach<br>DIN EN<br>16247   | 800–1.250   | 21 EA unter 10<br>Tagen; im<br>Durchschnitt<br>4,8 Tage; max.<br>50,5 Tage.<br>Ohne Datener-<br>hebung <sup>13</sup> | Begehung vor<br>Ort: ca. 1/3 der<br>Audittage (Audi-<br>tor in Begleitung<br>von Unterneh-<br>mensvertreter);<br>für Datenerhe-<br>bung ca. 1–5<br>Tage (seitens<br>Unternehmen) | -  | GF nur gelegent-<br>lich, QMB häufig,<br>UMB häufig,<br>EnMB wenn vor-<br>handen, Betriebs-<br>bzw. Filialeiter,<br>Facility Manager,<br>Vertreter der Ver-<br>waltungs- oder<br>Einkaufsabteilung<br>wenn keine an-<br>dere Person zur<br>Verfügung steht |
| Zertifizie-<br>rung EMAS                      | 1.000–<br>1.250   | Mehrere Tage   | Mehrere<br>Monate  | Laufende Überwa-<br>chungsaudits zzgl.<br>Maßnahmen, meh-<br>rere Wochen | GF, EnMB bzw.<br>UMB, Arbeitsvor-<br>bereitung, Pro-<br>duktion, Instand-<br>haltung, Control-<br>ling, Einkauf, Per-<br>sonal   |
| Verifizie-<br>rung im<br>Rahmen<br>von SpaEfV | 900–1.250   | 1–2 Tage   | Mehrere<br>Wochen  | Laufende Überwa-<br>chungsaudits zzgl.<br>Maßnahmen, meh-<br>rere Tage   | GF, EnMB bzw.<br>UMB, Arbeitsvor-<br>bereitung, Pro-<br>duktion, Instand-<br>haltung, Control-<br>ling, Einkauf, Per-<br>sonal   |
| Andere<br>Energiebe-<br>ratungen              | Im Rahmen<br>der Arbeit<br>der<br>EA.NRW<br>(fast) kos-<br>tenlos | Max. 1 Tag   | Mehrere<br>Tage  | -  | Unterschiedlich  |
| Andere<br>Energie-<br>zertifizie-<br>rungen   | 1.000–<br>1.250   | Mehrere<br>Tage  | Mehrere<br>Wochen  | Abhängig vom<br>System   | Spezial-<br>abteilungen  |

Quelle: Einschätzung der EE ENERGY ENGINEERS GmbH und TÜV Nord Cert (TN-Cert)

Tabelle 25 stellt zusätzlich die durchschnittlichen geförderten und vom Unternehmen selbst getrage-  
nen Kosten einer Energieberatung im Rahmen des Förderprogramms „Energieberatung Mittelstand“

<sup>13</sup> In der Regel hat sich das Unternehmen um die Datenerhebung vorab gekümmert. Um das Audit in einer überschaubaren  
Zeit abschließen zu können, werden im Falle von fehlenden oder unvollständigen Unterlagen die Belege dem Auditor auf  
Nachfrage zur Übernahme zur Verfügung gestellt.

dar, im Rahmen dessen Unternehmen eine geförderte Initial- und/oder Detailberatung durchführen konnten (vgl. Tabelle 4.7-12 in Mai et al. 2014). Im Durchschnitt liegen die von den Unternehmen selbst getragenen Kosten für die Initialberatung bei rund 400 Euro pro Tag und für die Detailberatung bei rund 500 Euro pro Tag, während die Beratungskosten für die Initialberatung etwa 900 Euro pro Tag und für die Detailberatung etwa 1.000 Euro pro Tag betragen. Tendenziell sind die Kosten pro Tag bei größeren Unternehmen etwas höher.

Tabelle 25: Durchschnittliche geförderte und vom Unternehmen selbst getragenen Kosten einer Energieberatung im Förderprogramm „Energieberatung Mittelstand“

| Beratung   | Alle <sup>14</sup> | 1-9 MA | 10-49 MA | >49 MA |
|--|--------------------|--------|----------|--------|
| Initialberatung, Dauer der Beratung [Tage]           | 2,5                | 2,25   | 2,47     | 2,64   |
| Initialberatung, Beratungskosten, Eigenanteil [Euro] | 1.004              | 708    | 845      | 1.441  |
| Initialberatung, Beratungskosten, Förderung [Euro]   | 1.233              | 1.218  | 1.227    | 1.260  |
| Initialberatung, Beratungskosten, gesamt [Euro]      | 2.237              | 1.926  | 2.072    | 2.701  |
| Initialberatung, Anteil Förderung                    | 55 %               | 63 %   | 59 %     | 47 %   |
| Initialberatung, Beratungskosten [Euro/Tag]          | 895                | 856    | 839      | 1.023  |
| Initialberatung, Anzahl                              | 786                | 151    | 379      | 247    |
| Detailberatung, Dauer der Beratung [Tage]            | 7,93               | 5,6    | 7,27     | 8,58   |
| Detailberatung, Beratungskosten, Eigenanteil [ Euro] | 3.961              | 2.550  | 3.494    | 4.438  |
| Detailberatung, Beratungskosten, Förderung [Euro]    | 3.855              | 2.956  | 3.619    | 4.117  |
| Detailberatung, Beratungskosten, gesamt [Euro]       | 7.816              | 5.506  | 7.113    | 8.555  |
| Detailberatung, Anteil Förderung                     | 49 %               | 54 %   | 51 %     | 48 %   |
| Detailberatung, Beratungskosten [Euro/Tag]           | 986                | 983    | 978      | 1.005  |
| Detailberatung, Anzahl                               | 164                | 10     | 55       | 97     |
| Beide, Dauer der Beratung [Tage]                     | 8,9                | 7,41   | 8,39     | 9,81   |
| Beide, Beratungskosten, Eigenanteil [ Euro]          | 4.390              | 3.000  | 4.348    | 4.844  |
| Beide, Beratungskosten, Förderung [Euro]             | 4.690              | 3.818  | 4.617    | 5.013  |
| Beide, Beratungskosten, gesamt [Euro]                | 9.080              | 6.818  | 8.965    | 9.857  |
| Beide, Anteil Förderung                              | 52 %               | 56 %   | 52 %     | 51 %   |
| Beide, Beratungskosten [Euro/Tag]                    | 1.020              | 920    | 1.069    | 1.005  |
| Beide, Anzahl  | 235                | 28     | 85       | 117    |

Quelle: Tabelle 4.7-12 in Mai et al. 2014

<sup>14</sup> Die Summe der Beratungen nach Größenklassen stimmt nicht überein, da nicht für sämtliche Beratungen Angaben zur Größe des Unternehmens gemacht wurden. Gleichzeitig umfasst die Kategorie „Beide“ nur Angaben von Unternehmen, die beide Beratungen nutzten. Die Summe von Initialberatung und Detailberatung entspricht daher nicht der Angabe in der Kategorie „Beide“.

## 3 Hemmnisse bei der Verbreitung von Energiemanagementmaßnahmen

### 3.1 Einleitung

Im Rahmen des nachfolgenden Kapitels erfolgt sowohl (1) eine Analyse der Hemmnisse zur Einführung von Energiemanagementsystemen und Energieaudits als auch (2) eine Analyse mit Blick auf die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen, die aus diesen beiden Ansätzen resultieren.

### 3.2 Methodik

Für die Datengenerierung wurde eine systematische Literaturrecherche vorgenommen, um die relevanten Arbeiten zu Hemmnissen für die Einführung von Energiemanagementsystemen und Audits, aber auch die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen zu erfassen. Die Recherche wurde auf den Portalen Science Direct und Scopus nach folgenden Schlagworten durchgeführt: „barrier“, „energy efficiency“, „energy management“. Zudem wurden die Conference Proceedings der eceee Summer Studies mit Blick auf thematisch passende Artikel gescannt. Insgesamt wurden 49 Artikel identifiziert, die bis auf wenige Ausnahmen in den Jahren 2010 bis 2016 veröffentlicht wurden. Diese wurden zunächst anhand der Abstracts auf ihre Relevanz überprüft. Neun Artikel wurden nicht in die weitere Auswertung einbezogen, da sie vom Fokus nicht auf Hemmnisse oder Treiber für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen passten. Die Übersicht über die verbleibenden Artikel und ihre zentralen Inhalte ist im Anhang zu finden. Im zweiten Schritt wurden die Artikel inhaltlich ausgewertet. Für die Auswertung wurde ein Schema entwickelt, das es ermöglichen soll, die Inhalte der Papiere strukturiert für die Synopse zu kondensieren (vgl. Anhang). Das Raster erfasst zunächst, ob der Artikel sich auf Energieeffizienzmaßnahmen, Energiemanagement und/oder Audits bezieht. Ebenso werden die verwendete Methodik und Datenbasis des jeweiligen Artikels sowie der geographische und zeitliche Bezug aufgeführt. Flankierend werden auf Basis von mehr als 4.500 Energieberatungen im Kontext von Energieaudits nach DIN EN 16247, ISO 50001, EMS, Verifizierung im Rahmen von SpaEfV sowie anderer Energieberatungen und Zertifizierungen (erneuerbare Energien, THG, Nachhaltigkeit usw.) die Ergebnisse der Literatur mit den Erfahrungen aus der Praxis gespiegelt (siehe Textboxen im nachfolgenden Abschnitt 3.4).

### 3.3 Klassifikation von Hemmnissen und Begriffsklärung

Es gibt zahlreiche konzeptionelle und empirische Arbeiten zu Hemmnissen für Energieeffizienz. Als Hemmnis wird dabei, wie bei Sorrell et al. (2004a)<sup>15</sup> definiert, in der Regel ein Mechanismus verstanden, der dazu führt, dass Maßnahmen (Investitionen oder Verhaltensänderungen) nicht umgesetzt werden, obwohl diese sowohl energetisch als auch ökonomisch effizient erscheinen.

Der Vergleich der Arbeiten ist schwierig, da sie unterschiedliche Perspektiven einnehmen und die Hemmnisse unterschiedlich benennen und klassifizieren. Daher werden im Folgenden zwei Klassifikationen vorgestellt, auf die in der Auswertung Bezug genommen wird.

Eine frühe Arbeit von Jaffe & Stavins (1994) zeigte verschiedene Aspekte von Marktversagen als Hemmnis für Energieeffizienz auf. Die Autoren legten aber auch dar, dass die Nicht-Realisierung scheinbar vorteilhafter Maßnahmen auch rational sein kann, da der Investor versteckte Kosten hat, die

---

<sup>15</sup> Im Original heißt es bei Sorrell et al. (2004a), „a postulated mechanism that inhibits a decision or behaviour that appears to be both energy efficient and economically efficient.“ (Sorrell, S., J. Schleich, E. O'Malley, and S. Scott. (2004). *The Economics of Energy Efficiency: Barriers to Cost-Effective Investment*. Cheltenham: Edward Elgar.).

in der Analyse nicht berücksichtigt wurden. Sorell et al. (2004b) erweiterten diesen Ansatz um Erklärungsansätze aus der Agency Theorie, der Transaktionskosten- und der Verhaltensökonomie. Sie entwickelten eine Taxonomie von sechs Kategorien von Barrieren (siehe Tabelle 26).

Tabelle 26: Klassifikation von Hemmnissen für Energieeffizienz nach Sorell et al. 2004b

| Barriere                   | Hintergrund   |
|----------------------------|---|
| Risiko                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ höhere technische Risiken von Energieeffizienztechnologien</li> <li>▶ Irreversibilität von Effizienzinvestitionen/geringe alternative Nutzung führt zu hoher Diskontierung zukünftiger Vorteile</li> <li>▶ hohe Zinsrate wegen Optionswert einer verzögerten Investition</li> <li>▶ Verlustaversion führt zu Verzerrung zuungunsten von Effizienz</li> </ul>   |
| unvollständige Information | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Information über Energieeffizienz als öffentliches Gut → zu geringe Bereitstellung</li> <li>▶ Energieeffizienz als Vertrauensgut → Verzerrung zuungunsten von Energieeffizienzinvestitionen</li> <li>▶ Transaktionskosten für Recherche und Anwendung der Informationen</li> <li>▶ begrenzte Rationalität, schlechte Informationszugänglichkeit und -aufbereitung sowie mangelnde Glaubwürdigkeit der Quellen erhöhen Transaktionskosten</li> </ul>  |
| versteckte Kosten          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ versteckte Kosten von Energieeffizienzmaßnahmen wie z. B. Produktionsunterbrechungen oder Einbußen bei der Zuverlässigkeit</li> <li>▶ hohe Suchkosten, möglicherweise höhere Transaktionskosten für Instandhaltung, Management und Überwachung als Einsparungen</li> </ul>   |
| Zugang zu Kapital          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Präferenz für Eigenkapitalfinanzierung aufgrund eines Prinzipal-Agentenproblems zwischen shareholder/manager</li> <li>▶ Kapitalbegrenzung als Form der Kontrolle in Bezug auf die Prinzipal-Agentenbeziehung zwischen zentralen und lokalem Management</li> <li>▶ asymmetrisches Verhältnis zwischen Risiken und Gewinnen</li> <li>▶ Transaktionskosten für Kapitalbeschaffung und Evaluierung unterschiedlicher Investitionen</li> <li>▶ Fokussierung auf strategische Investitionen aufgrund von begrenzter Zeit und Aufmerksamkeit der Manager</li> </ul> |
| geteilte Anreize           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Investor profitiert nicht/unzureichend von der Energieeffizienzmaßnahme, andere Akteure profitieren</li> <li>▶ Transaktionskosten verhindern, dass Verträge geschlossen werden, die zu einem Ausgleich des Anreizproblems führen</li> </ul>  |
| begrenzte Rationalität     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ aufgrund begrenzter Zeit und Ressourcen werden ungenaue Entscheidungsregeln/Routinen genutzt, die möglicherweise systematisch zuungunsten von Energieeffizienzinvestitionen wirken</li> <li>▶ Verlustaversion und Status-Quo Bias verursachen eine Verharrungstendenz und Unterschätzung möglicher Vorteile gegenüber notwendiger Investitionen</li> </ul>   |

Quelle: nach Sorell et al. 2004b (übersetzt und umformuliert durch die Autoren).

Diese Taxonomie wurde von Cagno et al. (2013) weiterentwickelt mit dem Ziel, die Trennschärfe der Kategorien zu erhöhen und die Nutzbarkeit für Firmen und Politiker zu erhöhen. Cagno et al. (2013) unterscheiden zwischen externem (außerhalb des Unternehmens) und internem Ursprung der Barrieren. Auch diese Taxonomie ist nicht vollständig trennscharf. So kann bspw. die Barriere fehlendes Kapital daraus resultieren, dass das Unternehmen intern entweder nicht über die entsprechenden Mittel verfügt oder diese (extern) nicht am Markt beschaffen kann. Die Barrieren werden weiterhin dem Stadium des Entscheidungsprozesses zugeordnet, in dem sie wirken vom Wecken des ersten Interesses über die Ideenfindung bis zur konkreten Investitionsanalyse und Umsetzung. Durch den Fokus auf die Akteure und Entscheidungsprozesse erleichtert es diese Klassifizierung jedoch, Ansatzpunkte zum Hemmnisabbau zu identifizieren.

Tabelle 27: Klassifikation von Hemmnissen für Energieeffizienz nach Cagno et al. 2013

| Kategorie           | Barrieren   | Ursprung<br>(i=in-<br>tern/e=ex-<br>tern) |
|---------------------|---|---|
| technologiebezogen  | inadequate oder unpassende Technologien<br>mangelnde Verfügbarkeit der Technologie  | e<br>e                                    |
| informationsbezogen | fehlende Information über Kosten und Nutzen<br>unklare Information der Technologieanbieter<br>(mangelnde) Glaubwürdigkeit der Quellen<br>Informationsmängel bzgl. Energieversorgungs-/serviceverträgen  | e<br>e<br>e<br>e                          |
| ökonomisch          | niedrige Kapitalverfügbarkeit<br>(hohe) Investitionen<br>versteckte Kosten<br>maßnahmenspezifische Risiken<br>externe Risiken<br>mangelnde Profitabilität   | i<br>e<br>i/e<br>i/e<br>e<br>i/e          |
| verhaltensbezogen   | mangelndes Interesse an Energieeffizienzmaßnahmen<br>andere Prioritäten<br>Trägheit/Beharrungstendenz<br>mangelhafte Bewertungskriterien<br>unterschiedliche Zielsetzungen/nicht an einem Strang ziehen | i<br>i<br>i<br>i<br>i                     |
| organisational      | niedriger Status der Energieeffizienz<br>unterschiedliche Interessen<br>komplexe Entscheidungsverantwortlichkeit<br>fehlende zeitliche Ressourcen<br>fehlende interne Kontrolle                         | i<br>i<br>i<br>i<br>i                     |
| kompetenzbezogen    | Identifizierung von Ineffizienzen<br>Identifizierung von Chancen<br>Umsetzung der Maßnahmen<br>Schwierigkeiten bei der Einbindung externer Kompetenz  | i<br>i<br>i<br>e                          |
| Bewusstsein         | mangelndes Bewusstsein  | i   |

Quelle: nach Cagno et al. 2013 (übersetzt und umformuliert durch die Autoren)

### 3.4 Ergebnisse

Im Fokus der gesichteten Arbeiten stehen Hemmnisse für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen. Energiemanagementsysteme und Audits werden in einigen Arbeiten thematisiert, jedoch findet in der Regel keine Unterscheidung zwischen Hemmnissen für die Einführung eines Energiemanagementsystems, für die Durchführung von Audits oder für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen allgemein statt. Allerdings haben einzelne Arbeiten Konzepte vorgeschlagen, die den Prozess zur Umsetzung von Energieeffizienz in unterschiedliche Phasen unterteilen (Trianni et al. 2016, Cagno et al. 2013, Hasanbegigi 2010). In den einzelnen Phasen variiert die Bedeutung unterschiedlicher Hemmniskategorien. Die Einführung von Audits und Energiemanagementsystemen kann in einer früheren Phase verortet werden als die Umsetzung von (investiven) Energieeffizienzmaßnahmen, so dass sich daraus Rückschlüsse auf die unterschiedliche Wirkung von Hemmnissen für EMS/Audits und für die Umsetzung ziehen lassen.

In den frühen Phasen, in denen es zunächst darum geht, das Bewusstsein für Energieeffizienz zu schaffen und Notwendigkeiten und Möglichkeiten zu identifizieren, spielen verhaltensbasierte Hemmnisse und mangelndes Bewusstsein eine große Rolle (Trianni et al. 2016). Dies legt nahe, dass verhaltensbasierte Barrieren für die Einführung von Energiemanagementsystemen und Audits relevant sind.

Ökonomische Hemmnisse treten verstärkt erst in einer relativ umsetzungsnahen Phase auf. Insgesamt zeigt die Studie von Trianni et al. (2016) für italienische KMU im produzierenden Gewerbe, dass die meisten Hemmnisse in den frühen Phasen auftreten.

Insgesamt die meistgenannten größten Barrieren in der gesichteten Literatur sind finanzielle Hemmnisse, insbesondere der Zugang zu Kapital, Aspekte der Informationsbeschaffung und Auswertung sowie verhaltensbezogene Hürden wie einfache Entscheidungsprotokolle sowie mangelndes Bewusstsein und/oder Priorisierung seitens des Managements. Letzteres verstärkt die Problematik der Mittelbereitstellung für die Investition.

Die hohe Relevanz ökonomischer Hemmnisse wurde bereits in früheren Überblicksarbeiten diskutiert (siehe z. B. Brunke et al. und Trianni et al. 2016). Die ökonomischen Hemmnisse sind dabei insbesondere in umsetzungsnahen Phasen von zentraler Bedeutung.

Im Detail gibt es Unterschiede je nach Branche, Energieintensität, Unternehmensgröße und Produktionsprozess. So weist die Literatur darauf hin, dass kleine Unternehmen höhere Barrieren wahrnehmen als größere Unternehmen. Dies kann daran liegen, dass der Zugang zu Kapital für kleine Unternehmen teilweise problematisch ist. Hasanbeigi (2010) weist darauf hin, dass Unsicherheiten ein großes Hemmnis für KMU sind, da sie wenig Kapital haben und daher nur vorsichtig investieren. Auch pauschale Entscheidungsprotokolle (als verhaltensbasierte Barriere) scheinen bei kleineren Unternehmen eine größere Rolle zu spielen (Cagno et al. 2014). Ein weiteres Problem könnten mangelnde Kompetenzen sein, z. B. weil kein spezifisches Personal für Energieaufgaben zuständig ist (Cagno et al. 2014). Große Unternehmen, auf der anderen Seite, haben möglicherweise mehr Ressourcen und technische Fähigkeiten um Energieeffizienzmaßnahmen umzusetzen (Chai & Yeo 2012). Die Investitionsbeurteilung findet in großen Unternehmen in der Regel professioneller statt.

Die Ergebnisse aus der Praxis ergänzen die Perspektive, dass kleine Unternehmen besondere Barrieren spüren, z. B. weil sie keinen Spezialisten für Energiethemen haben, diese parallel auch andere Aufgaben wahrnehmen oder der Aufwand für Informationsbeschaffung und Entscheidungsfindung zu hoch ist (siehe Box 1).

### Box 1: Erfahrungen aus der Praxis – Einfluss der Unternehmensgröße und Energiekosten

- ▶ Personalkapazität: Insbesondere bei kleineren Unternehmen stehen oftmals keine auf das Energiemanagement spezialisierten Personen zur Verfügung.
- ▶ Energiemanager: Die für das Energiemanagement verantwortlichen Personen haben (abhängig von der Unternehmensgröße) in der Regel gleichzeitig andere Aufgaben im Unternehmen; folglich steht nur ein begrenztes Zeitbudget zur Verfügung.
- ▶ Interner Aufwand: Die Such- und Entscheidungskosten für mögliche Energieeffizienzmaßnahmen sind insbesondere bei kleineren Unternehmen häufig zu aufwendig.
- ▶ Energiekosten: Ein geringer Energiekostenanteil bei nicht produzierenden Unternehmen bzw. Energieeinsparung trotz Inanspruchnahme der Beratung sind nicht von großer Bedeutung für Unternehmen (Energieintensität zu gering).

Einen positiven Einfluss auf die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen hat der Energieverbrauch bzw. der Anteil der Energiekosten eines Unternehmens (Gruber & Brand 1991, Chai & Yeo 2012, sowie Box 1 für die Praxis). Bei höherer Energieintensität werden Fragen der Energieversorgung und Effizienz mit höherer Priorität und Personalstärke angegangen, da sie auch finanziell eine höhere Relevanz haben (ökonomischer Anreiz). Häufig gibt es einen Energiemanager. Ein Umwelt- oder Energiemanager wiederum hat einen positiven Einfluss auf die Umsetzung von Maßnahmen (Martin et al. 2010). Das Gleiche gilt für das Vorhandensein eines Energiemanagementsystems. EMS sind ein wichtiger Treiber für die Erhöhung der Energieeffizienz (Brunke et al. 2014) und spielen bei der Realisierung von Energieeffizienzpotenzialen, die auf systemischer Ebene liegen, eine besonders wichtige Rolle (Backlund et al. 2012).

Wie erwartet weisen die Studien darauf hin, dass komplexe Prozesse und Maßnahmen die Umsetzung erschweren. Energieeffizienzmaßnahmen, die auf Querschnittsebene ansetzen, haben eine höhere Wahrscheinlichkeit, umgesetzt zu werden (Fleiter et al. 2012a). Eine Umsetzung ist dagegen weniger wahrscheinlich, wenn Änderungen am Kernprozess erforderlich sind. Gerade bei kontinuierlichen Produktionsprozessen gewinnen zudem technische Risiken als Barriere an Bedeutung (Brunke et al. 2014), da Produktionsunterbrechungen sehr teuer sind. Gruber & Brand (1991) weisen zudem auf die unbedingte Priorität von Qualität in einigen Branchen (bspw. Milch und Holz) hin. Das Risiko von Qualitätseinbußen wirkt als Hemmnis für Energieeffizienzmaßnahmen.

Auch die Ergebnisse aus der Praxis weisen auf Risiken für Produktion und Qualität als Hemmnis hin (siehe Box 2). Auch Probleme mit der Verfügbarkeit von Daten auf Ebene einzelner Anlagen werden als Hemmnis ausgewiesen, da in diesem Fall keine genauen Einsparberechnungen durchgeführt werden können. Dies erschwert es, das Management von der Sinnhaftigkeit einzelner Maßnahmen zu überzeugen (Chai & Yeo 2012).

### Box 2: Erfahrungen aus der Praxis – Unsicherheiten und Risiko

- ▶ Wahrgenommenes Risiko: Technisches Risiko für Produktion und Produktqualität; Produktion hat bei Entscheidungen meistens Vorrang.
- ▶ Unsichere Kostenentwicklung: Eine Unsicherheit über die zukünftige Entwicklung von Energiepreisen und Technologie(-kosten) in Zeiten vergleichsweise geringer Energiekosten scheinen zudem relevant zu sein, wenngleich dies weniger häufig als Hemmnis für Unternehmen auftritt.
- ▶ Datenverfügbarkeit: Teils keine belastbaren Daten für eine genaue Einsparberechnung vorhanden bezogen auf einzelne Maschinen, Anlagen oder Prozesse.

Zahlreiche Studien weisen darauf hin, dass die Bewertungsregeln für Effizienzinvestitionen in den Unternehmen ein Hemmnis darstellen. Cooremans (2012) fand heraus, dass die untersuchten Unternehmen für Effizienzinvestitionen kürzere Amortisationszeiten als Maßstab anlegten als für alternative Investitionen. Jackson (2010) weist auf den begrenzt rationalen Umgang mit Risiko bei der Investitionsbewertung hin; über kurze Amortisationszeiten als Auswahlkriterium werden vermeintlich risikoreiche Projekte ausgesiebt. Dies hemmt langfristige Effizienzinvestitionen.

Zudem haben die Prioritätensetzung und Verantwortlichkeiten innerhalb eines Unternehmens einen Einfluss auf die Umsetzung. Die Beteiligung des Managements (z. B. Betriebsleiter) wirkt sich positiv auf die Umsetzung aus (Blass et al. 2014). Umgekehrt sind anderweitige Prioritäten ein wichtiges Hemmnis, da Investitionen in Energieeffizienz in Konkurrenz zu Investitionen in den Kernprozess oder die Geschäftsentwicklung stehen, die häufig „strategischer“ beurteilt werden (Henriques Catarino 2016, Koutenas et al. 2011, Cooremans 2012).

In diesem Zusammenhang lässt sich auch „Unternehmenskultur“ nennen. Unternehmen, die sich ernsthaft und mit Anspruch für Nachhaltigkeit engagieren, dem Energiemanagement hohe Relevanz einräumen und von Leitungsseite dahinter stehen, setzen eher und mehr Energieeffizienzmaßnahmen um (Brunke et al. 2014, Cagno & Trianni 2013). Hier wird erneut der Betrachtungshorizont relevant: Kurze Horizonte für die Bewertung sind ein Hemmnis für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen (z. B. Ravi 2015). Eine langfristige Energiestrategie dagegen ist ein weiterer wichtiger Treiber (Brunke et al. 2014). Man könnte vor allem annehmen, dass entsprechende Strategien eher von Familienunternehmen verfolgt werden und diese daher stärker auf Energieeffizienz setzen. Einen gegenläufigen Effekt zeigen Kostka et al. (2013) für chinesische KMU auf; hier wirken Interessenskonflikte in (kleinen) Familienunternehmen als Hemmnis für Energieeffizienz.

Unterschiedliche Interessen im Sinne von geteilten Anreizen werden auch von Blass et al. (2014) sowie Schleich (2007, 2009) als wichtige Hemmnisse genannt. Die Anreizproblematik scheint im öffentlichen Bereich (öffentliche Verwaltung und Hochschulen) von besonderer Bedeutung zu sein.

Auch aus der Praxis lässt sich bestätigen, dass die Investitionsbewertung (auf Basis von Amortisationszeiten) und geteilte Anreize ein Hemmnis darstellen (siehe Box 3).

### Box 3: Erfahrungen aus der Praxis – Ökonomische Anreize und Investitionsbewertung

- ▶ Amortisationszeiten/Wirtschaftlichkeitsbetrachtung: Energieeffizienzmaßnahmen mit Amortisationszeiten über 2 bis 3 Jahre werden oftmals nicht umgesetzt. Zusätzlich werden viele Maßnahmen entsprechend unternehmenseigener Kriterien (auf Basis der Amortisationszeiten) als unwirtschaftlich bewertet und produktionsbezogene Investitionen häufig vorgezogen.
- ▶ Gepachtete oder gemietete Gebäude: Unternehmen mieten oder pachten häufig ihren Gebäudebestand, sodass Nutznießer der Effizienzmaßnahme und Investor nicht zwingend übereinstimmen. Es ist häufig schwierig Regelungen über die Verteilung der Investitionskosten und der Einsparungsaufteilung zwischen Mieter und Vermieter zu treffen. Hier liegt ein großes Potenzial für Energieeinsparmaßnahmen.

Aus der Umsetzungspraxis wird zudem darauf hingewiesen, dass in den Betrieben Wissen und Kompetenzen fehlen. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter stehen den Maßnahmen in der Regel positiv gegenüber. Ein Hemmnis mit geringer Häufigkeit ist, dass Energieeinsparmaßnahmen häufig in Verbindung mit größeren Investitionsmaßnahmen durchgeführt werden, die sich regelmäßig verzögern. Ähnliches gilt im Fall von Umstrukturierungen, da in diesem Fall Effizienzmaßnahmen zunächst eine nachgeordnete Priorität haben (siehe Box 4).

**Box 4: Erfahrungen aus der Praxis – Weitere innerbetriebliche Aspekte**

- ▶ **Energetechnisches Know-how:** Oftmals ist nicht genügend Know-how im Betrieb vorhanden, weshalb oft eine (weitere) Energieberatung sinnvoll ist.
- ▶ **Neustrukturierung des Unternehmens:** Soweit zutreffend, ist dieses Kriterium von sehr hoher Bedeutung. Im Falle von Umstrukturierungsmaßnahmen oder der Integration von übernommenen Unternehmen haben Effizienzmaßnahmen keine Priorität, da die Organisation, die Standorte und die Prozesse neu geordnet werden müssen. Infolge der Häufigkeit dieser Konstellation ist jedoch nur von einem moderaten Einfluss auszugehen.
- ▶ **Verhalten der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter:** In der Regel stehen diese Energieeinsparungen sehr positiv gegenüber; mangelndes Vertrauen ist nicht zu befürchten, vielmehr sind für die Entscheidungsfindung häufig zusätzliche Informationen erforderlich.
- ▶ **Innerbetriebliche Veränderungen:** Energieeinsparmaßnahmen werden oft im Rahmen größerer Investitionsmaßnahmen realisiert. Häufig werden entsprechende Maßnahmen verzögert (z. B. Austausch der Beleuchtung nach allg. Hallensanierung). Allerdings tritt dieses Hemmnis eher weniger häufig in Unternehmen auf.

**3.5 Fazit**

Die Literatur bietet verschiedene Klassifikationen von Hemmnissen für Energieeffizienz an. Diese ermöglichen ein besseres Verständnis der Ursachen und liefern damit wichtige Hinweise für politische Eingriffe. Eine wichtige Unterscheidung erscheint die Trennung von marktlichen (externen) Barrieren vs. unternehmensinternen Barrieren. Insgesamt als größte Barrieren genannt wurden: finanzielle Hemmnisse insbesondere beim Zugang zu Kapital, Aspekte der Informationsbeschaffung und Auswertung sowie verhaltensbezogene Hürden, wie einfache Entscheidungs routinen, sowie mangelndes Bewusstsein und/oder Priorisierung seitens des Managements. Die Bedeutung der unternehmensinternen Barrieren ist somit sehr hoch.

Die Betrachtung nach Phasen im Findungs- und Umsetzungsprozess von Energieeffizienzmaßnahmen (Trianni et al. 2016) ermöglicht ein gezielteres Design von politischen Interventionen. Die meisten Barrieren werden in den frühen Phasen auf dem Weg zu mehr Energieeffizienz identifiziert, wo Bewusstseinsbildung, Durchführung eines Audits und Einführung von EMS verortet werden können. Dabei spielen verhaltensbasierte Barrieren, die in der Regel unternehmensintern sind, eine große Rolle. Ökonomische Hemmnisse sind dagegen verstärkt vor allem relevant, wenn es um die konkrete Planung und Umsetzung einer (Investitions-)Maßnahme geht.

Die Ergebnisse des TÜV aus der Praxis ergeben, dass grundsätzlich im Unternehmen nur geringe Kenntnis zu den Fördermöglichkeiten besteht. Aus diesem Grund ist die Erörterung der Fördermaßnahmen im Energieaudit überaus sinnvoll. Dies ist stimmig mit den oben genannten Ergebnissen, dass interne Barrieren eine große Rolle spielen und dass (neben der Bewusstseinsbildung) gerade bei der Identifizierung von Energieeinsparoptionen massive Hemmnisse bestehen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt für den Hemmnisabbau ist zudem die Erkenntnis, dass die Barrieren nicht voneinander unabhängig sind (Cooremans 2012) und die Hemmnisse für die Umsetzung konkreter Maßnahmen sehr maßnahmenpezifisch sind und sich von den allgemeinen Hemmnissen für die Energieeffizienz unterscheiden (Cagno et al. 2014). Politische Eingriffe zur Förderung der Energieeffizienz sollten die Abhängigkeit der Barrieren berücksichtigen, da Maßnahmen, die nur eine Barriere adressieren, möglicherweise wenig Effekt haben.

## 4 Vorschläge für zielgruppenspezifische Maßnahmen

Bei den nachfolgend dargestellten Maßnahmen wird zwischen Maßnahmen für KMU und großen Unternehmen unterschieden. Darüber hinaus erfolgt innerhalb dieser Gruppen eine Differenzierung nach energieintensiven und nicht energieintensiven Unternehmen. Die Zuordnung der Unternehmen zu den verschiedenen Sektoren ist dabei insbesondere vor dem Hintergrund des bestehenden Regelungsrahmens von Bedeutung. Beispielsweise sind Rechenzentren hinsichtlich ihres Energieverbrauchs eindeutig den energieintensiven Unternehmen zuzuordnen. Da sie jedoch nicht zum produzierenden Gewerbe gezählt werden, unterliegen sie aktuell nicht den Anforderungen wie auch Vergünstigungen durch die Ausnahmetatbestände bei Steuern, Umlagen und Entgelten.

### 4.1 Maßnahmen für KMU

#### 4.1.1 Steigerung der Verbreitung von Energieaudits

Ein Teil der KMU ist durch den weiten Geltungsbereich der Europäischen Energieeffizienzrichtlinie bereits als verbundenes oder abhängiges Unternehmen zur Durchführung eines Audits verpflichtet. Im Sinne der Verhältnismäßigkeit wirft diese Regelung heute schon Probleme bei der konkreten Umsetzung auf. Eine ordnungsrechtliche Verpflichtung zur generellen Durchführung von Energieaudits für KMU analog zur Vorgehensweise bei großen Unternehmen ist aufgrund der hohen Anzahl von Unternehmen in Verbindung mit ihrer heterogenen Struktur und Energieverbrauchscharakteristik nicht zielführend. Es würden bei einer derartigen Verpflichtung viele Unternehmen administrativ übermäßig belastet.

Stattdessen ist eine weitere Ausweitung von Informations- und Förderangeboten für die Zielgruppe der KMU eine erfolgversprechende Strategie. Der große Erfolg des Förderprogramms „Energieberatung Mittelstand“ legt eine weitere Ausweitung dieses Programms nahe.

Aus den Erfahrungen des europäischen Auslands lassen sich einige weitere hilfreiche Anregungen gewinnen, um die Verbreitung von Energieaudits weiter zu steigern. Die Erstellung von sektorspezifischen Informationsmaterialien für Energieaudits kann die Unternehmen wie auch Energieberater dabei unterstützen, einfach auch im Bereich von sektorspezifischen Anwendungen Einsparpotenziale zu heben. Eine zentrale Plattform, auf der Informationen und Angebote zur Verfügung gestellt werden („one stop shop“), sichert die Nutzung aller verfügbaren Informationen und senkt die Transaktionskosten in den Unternehmen.

#### 4.1.2 Steigerung der Verbreitung von Energiemanagementsystemen

Zertifizierte Energiemanagementsysteme eignen sich aufgrund ihrer Komplexität nur für eine kleine Gruppe von Unternehmen. Erfolgreiches Energiemanagement ist aber nicht notwendigerweise mit einem zertifizierten System verknüpft, sondern kann auch als Teil der normalen unternehmensinternen Prozesse implementiert werden. Entscheidend ist dabei – insbesondere als Abgrenzung zu den Energieaudits – die Etablierung eines Prozesses der kontinuierlichen Verbesserung. Eine verstärkte Nutzung von webbasierten Plattformen für eine schrittweise Implementierung von Energiemanagementsystemen analog zu mod.EEM<sup>16</sup> kann für kleinere Unternehmen einen niederschweligen Zugang zum Energiemanagement ermöglichen.

Daneben können Förderangebote für die Einführung von Energiemanagementsystemen, wie auch für die Installation von Messtechnik, die weitere Verbreitung unterstützen. Die bestehenden Angebote

---

<sup>16</sup> mod.EEM ist ein im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative entwickeltes Instrument zur schrittweisen Einführung von Energiemanagementsystemen ([www.modeeem.de](http://www.modeeem.de))

werden bislang nur schwach nachgefragt, eine Steigerung der Nachfrage kann durch einen vereinfachten Zugang und Bündelung der Informationen mit anderen Programmen erreicht werden.

#### **4.1.3 Steigerung der Wirkung von Energieaudits und Energiemanagementsystemen**

Zur Steigerung der Wirkung von Energieaudits und Energiemanagementsystemen können zwei Punkte wesentlich beitragen. Zum einen ist eine hohe Qualität der Audits sicherzustellen, sodass diese umfassend die wirtschaftlichen Einsparpotenziale in den Unternehmen identifizieren. Zum anderen ist die Umsetzungsrate der empfohlenen wirtschaftlichen Maßnahmen möglichst weitgehend zu steigern.

Hierzu müssen verschiedene Hemmnisse überwunden werden. Die Berufsbezeichnung des Energieberaters ist nicht geschützt, daher können im Markt Dienstleistungen angeboten werden, bei denen keine ausreichende Qualifikation der Auditoren sichergestellt ist. Im Umfeld der geförderten Energieaudits werden demgegenüber bereits jetzt Mindeststandards für die Auditoren eingefordert. Ein Schutz der Berufsbezeichnung wäre eine denkbare Handlungsoption, um die Qualität von Energieaudits im freien Markt zu steigern.

Die Umsetzung von Maßnahmen unterliegt vielfältigen Hemmnissen, die überwiegend nicht-monetärer Natur sind. Die Erfahrung mit Förderinstrumenten zeigt jedoch, dass durch eine Förderung von betriebswirtschaftlich sinnvollen Maßnahmen diese nicht-monetären Hemmnisse überwunden werden können. Die im Rahmen der Förderstrategie für Energieeffizienz angedachte Vereinheitlichung der Förderlandschaft kann hier für KMU wirkungsvolle Anreize setzen, die Umsetzung von Maßnahmen zu steigern.

### **4.2 Maßnahmen für große Unternehmen**

#### **4.2.1 Steigerung der Verbreitung von Energieaudits**

Aufgrund der Vorgaben der Europäischen Energieeffizienzrichtlinie die in Deutschland durch das Energiedienstleistungsgesetz umgesetzt ist, unterliegen alle großen Unternehmen der Verpflichtung, alle vier Jahre ein Energieaudit durchzuführen. Eine vollumfängliche Verbreitung dieses Instruments ist daher gegeben. Weitere Maßnahmen zur Steigerung der Verbreitung sind nicht erforderlich.

#### **4.2.2 Steigerung der Verbreitung von Energiemanagementsystemen**

Die Verbreitung von Energiemanagementsystemen bei Unternehmen im produzierenden Gewerbe ist durch die Anforderungen im Rahmen der besonderen Ausgleichsregelung und des Energie- und Stromsteuergesetzes bereits heute hoch. Demgegenüber niedriger ist die Verbreitung bei Unternehmen, die nicht dem produzierenden Gewerbe angehören.

Maßnahmen zur Steigerung der Verbreitung sollten sich daher auf diesen Bereich fokussieren. Grundsätzlich bieten sich drei Wege zur Steigerung der Verbreitung an:

- ▶ Förderung der Einführung von Energiemanagementsystemen durch entsprechende Zuschussprogramme
- ▶ Gewährung von Gegenleistungen bei der Einführung von Energiemanagementsystemen analog zum produzierenden Gewerbe
- ▶ Informationskampagnen hinsichtlich der Vorteile der Einführung eines Energiemanagementsystems

Alle drei Wege sind nicht ohne Weiteres umsetzbar. Die unmittelbare Förderung von Energiemanagementsystemen für große Unternehmen kann hinsichtlich des Beihilferechts problematisch in der Ausgestaltung werden. Die Gewährung von Gegenleistungen kann, je nach konkreter Ausgestaltung, eine nicht unerhebliche Belastung des Bundeshaushalts nach sich ziehen. Informationskampagnen sind hinsichtlich ihrer Wirkung begrenzt; daneben besteht gerade für den adressierten Bereich noch keine ausreichende empirische Evidenz über die tatsächliche Höhe möglicherweise erzielbarer Einsparungen.

### 4.2.3 Steigerung der Wirkung

Aktuell werden von Unternehmen, die Audits und Energiemanagementsysteme aufgrund von gesetzlichen Anforderungen bzw. als Gegenleistung im Rahmen des Energie- und StromStG durchführen, keine Nachweise über umgesetzte Maßnahmen gefordert. Im Rahmen der BesAR werden diese Informationen zwar abgefragt, jedoch erwächst aus dieser Berichtspflicht kein Handlungsbedarf für die begünstigten Unternehmen.

Eine Steigerung der Wirkung der verpflichtenden Energieaudits nach dem Energiedienstleistungsgesetz (EDL-G) kann daher die folgenden Schritte umfassen:

- ▶ Berichterstattung über Energieeffizienzmaßnahmen, die im Rahmen der verpflichtenden Energieaudits identifiziert wurden (Potenziale).
- ▶ Berichterstattung über Energieeffizienzmaßnahmen, die infolge des verpflichtenden Energieaudits umgesetzt wurden (gehobene Potenziale).

In der konkreten Umsetzung würde das bedeuten, dass im Rahmen des nächsten anstehenden Auditzyklus sowohl eine Berichterstattung über die im Rahmen der vier zurückliegenden Jahre umgesetzten Maßnahmen erfolgen würde, als auch eine Berichterstattung über für die vier folgenden Jahre identifizierten Potenziale.

Im Rahmen der Energiemanagementsysteme im Kontext der BesAR und des Energie- und StromStG könnte aufgrund der vom Staat gewährten Vergünstigungen eine weitgehendere Gegenleistung eingefordert werden:

- ▶ Berichterstattung über Energieeffizienzmaßnahmen, die im Rahmen des Energiemanagementsystems identifiziert wurden (Potenziale).
- ▶ Identifikation von wirtschaftlichen Energieeffizienzmaßnahmen und Abschluss einer unternehmensindividuellen Vereinbarung über die Umsetzung von Maßnahmen.
- ▶ Berichterstattung über Energieeffizienzmaßnahmen, die infolge des Energiemanagementsystems umgesetzt wurden (gehobene Potenziale).

## 4.3 Abschätzung der Wirkung der vorgeschlagenen Maßnahmen

Auf Basis der in Kapitel 4 vorgenommenen Quantifizierung kann eine mögliche Wirkung in den gegebenen Bandbreiten abgeschätzt werden.

Hierzu sind in den zuvor getätigten Berechnungen die Parameter hinsichtlich der Verbreitung zu modifizieren. Der Effizienzfortschritt der Restgruppe wird dabei nicht ermittelt, sondern entsprechend den Werten aus Tabelle 25 festgehalten.

Dargestellt werden nachfolgend drei Szenarien:

1. Eine Steigerung der Verbreitung von Energieaudits bzw. Energiemanagementsystemen um 10%-Punkte bezogen auf den Energieverbrauch im Vergleich zum Maximalszenario
2. Eine Steigerung der Wirkung von Energieaudits bzw. Energiemanagementsystemen um 50% im Vergleich zum Maximalszenario
3. Eine Kombination der beiden vorigen Szenarien.

Tabelle 28: Zusätzliche Wirkung von Energieaudits und Energiemanagementsystemen bei einer Steigerung der Verbreitung um 10% (bezogen auf den Energieverbrauch)

|             | Verbreitung Audit + 10%-Punkte | Verbreitung EMS +10%-Punkte |
|-------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Industrie   | 0,8 PJ                         | 1,9 PJ                      |
| GHD         | 0,9 PJ                         | 2,0 PJ                      |
| Summe (max) | 1,7 PJ                         | 4,0 PJ                      |

Tabelle 29: Zusätzliche Wirkung von Energieaudits und Energiemanagementsystemen bei einer Steigerung der Wirksamkeit um 50%

|             | Steigerung Wirkung Audit + 50% | Steigerung Wirkung EMS + 50% |
|-------------|--------------------------------|------------------------------|
| Industrie   | 2,8 PJ                         | 3,1 PJ                       |
| GHD         | 2,3 PJ                         | 1,2 PJ                       |
| Summe (max) | 5,1 PJ                         | 4,0 PJ                       |

Tabelle 30: Zusätzliche Wirkung von Energieaudits und Energiemanagementsystemen bei einer Steigerung der Wirksamkeit um 50% und bei einer Steigerung der Verbreitung um 10% (bezogen auf den Energieverbrauch)

|             | Steigerung Wirkung Audit + 50% und Verbreitung Audit +10%-Punkte | Steigerung Wirkung EMS + 50% und Verbreitung EMS +10%-Punkte |
|-------------|--|--|
| Industrie   | 4,4 PJ   | 6,2 PJ   |
| GHD         | 4,1 PJ   | 4,3 PJ   |
| Summe (max) | 8,5 PJ   | 10,5 PJ  |

Die Ergebnisse zeigen durchaus hohe Einsparpotentiale. Die Steigerung der Wirksamkeit bei Unternehmen, die bereits ein Audit durchführen oder ein Energiemanagementsystem einsetzen erscheint dabei vor dem bereits hohen Grad der Verbreitung dieser Instrumente als durchaus vielversprechend. Die hier gemachten Abschätzungen sind allerdings hinsichtlich des Umfangs der Einsparungen lediglich als Größenordnung zu sehen. Eine detaillierte Ex-Post Analyse ist auf Grund der Unsicherheit der Wirkungen informativer Instrumente immer mit deutlichen Unsicherheiten behaftet.

## 5 Anforderungen zur Durchführung von Energiemanagementmaßnahmen über das Genehmigungsrecht oder die TA-Luft

### 5.1 Ausgangslage und Fragestellung

Energiemanagementsysteme können dazu beitragen, Energieeffizienzpotenziale zu identifizieren und zu heben. Die Einführung von Energiemanagementsystemen wird über verschiedene Politikinstrumente wie beispielsweise die besondere Ausgleichsregelung oder den Spitzenausgleich vorangetrieben. Aber obwohl Energiemanagementsysteme als generell sinnvoll zur Förderung der Energieeffizienz gelten, ist der empirische Kenntnisstand über die Einführung von Energiemanagementsystemen und über die hierdurch erzielten Einsparungen gering. Es ist ferner nicht hinreichend bekannt, welche Hemmnisse für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen in den einzelnen Betrieben bestehen und wie diese – falls identifiziert – reduziert werden können.

Im Forschungsprojekt „Branchen- und unternehmensbezogene Ermittlung von Klimaschutzpotenzialen (Schwerpunkt KMU) durch verstärkte Umsetzung von Energiemanagementmaßnahmen in der Wirtschaft“ soll der Ist-Zustand zur Einführung von Energiemanagementsystemen erarbeitet und ergänzend Hemmnisse für die Umsetzung dieser Maßnahmen detailliert untersucht und Verbesserungsvorschläge unterbreitet werden.

Im Rahmen dieser Untersuchung ist auch herauszuarbeiten, inwieweit Anforderungen zur Durchführung von Energiemanagementmaßnahmen über das Genehmigungsrecht oder die TA-Luft gestellt werden können. Diese Fragen sind Gegenstand der nachstehenden rechtlichen Untersuchung. Hierzu wird zunächst eine Begriffsbestimmung und Einordnung der rechtlichen Fragestellung vorgenommen (Ziff. C.I.), sodann erörtert, inwieweit eine Pflicht zur Durchführung von Energiemanagementmaßnahmen heute bereits besteht bzw. auf der Grundlage der aktuellen Rechtslage Gegenstand von Anlagengenehmigungen sein kann (Ziff. C.II.). Schließlich werden Vorschläge für eine Novellierung der aktuellen Rechtslage unterbreitet, damit künftig Energiemanagementmaßnahmen in Anlagengenehmigungen rechtssicher verankert werden können (Ziff. C.III).

### 5.2 Kurzzusammenfassung der Ergebnisse

- ▶ Das hier gegenständliche Energiemanagement bzw. die Energiemanagementsysteme sind begrifflich von Energieaudits zu differenzieren. Durch ein Energiemanagementsystem erhält ein Unternehmen einen laufenden Überblick über seine aktuelle Energienutzung, hiermit verbundene Energiekosten und bestehende Optimierungspotenziale. Demgegenüber führt ein – stichtagsbezogenes – Energieaudit lediglich zu einer Momentaufnahme der Energienutzungs- und -verbrauchssituation des Unternehmens.
- ▶ Anders als zu Energieaudits gibt es gegenwärtig keine Rechtsgrundlage, die als Voraussetzung für die Erteilung einer Genehmigung ein (zertifiziertes) Energiemanagementsystem vorschreibt. Das geltende Recht hält lediglich gewisse Anreize parat, Energiemanagementsysteme einzurichten und zu betreiben. Teilweise können auch kleine und mittlere Unternehmen von diesen Vergünstigungen profitieren.
- ▶ Obendrein lässt es das aktuell geltende Recht nach unserer Rechtsauffassung nicht zu, dass Anlagengenehmigungen – insbesondere solche nach BImSchG – mit einer (zusätzlichen) Nebenbestimmung zur Einrichtung und Betrieb eines Energiemanagementsystems zu versehen sind. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, dürfte es sich bei einer solchen Nebenbestimmung um eine rechtsgrundlose, unverhältnismäßige Nebenbestimmung handeln, die in nicht gerechtfertigter Weise in die unternehmerische Freiheit des jeweiligen Unternehmers eingreift.
- ▶ Allerdings könnte die Bundesregierung, namentlich das für das BImSchG zuständige Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau- und Reaktorsicherheit, eine entsprechende Rechts-

grundlage durch Verordnung zum BImSchG schaffen. Eine entsprechende Verordnungsermächtigung ist im BImSchG bereits angelegt und könnte von der Bundesregierung ergriffen werde.

## 5.3 Rechtliche Würdigung

### 5.3.1 Begriffsbestimmung und Einordnung

Die jüngsten rechtlichen Regelungen und Definitionen zum Energiemanagement und zu Energiemanagementsystemen gehen zurück auf die Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25.10.2012 zur Energieeffizienz (Energieeffizienz-Richtlinie). In der Absicht, dass Einsparungen beim Primärenergieverbrauch der Union bis 2020 um 20 % gegenüber den Hochrechnungen erzielt werden müssen<sup>17</sup>, wurde die Energieeffizienz-Richtlinie beschlossen. Wesentlicher Kern der Energieeffizienz-Richtlinie ist die Verpflichtung der Mitgliedsstaaten auf konkrete Energieeffizienz-Ziele. Diese Energieeffizienz-Ziele hat die Bundesrepublik Deutschland für sich mit dem Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienz-Maßnahmen umgesetzt. Darin sind auch Verpflichtungen zur Durchführung von Energieaudits sowie teilweise in Bezug auf Energiemanagementsysteme niedergelegt.

Energiemanagement ist allgemein die vorausschauende und systematisierte Koordinierung der Beschaffung, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Energie innerhalb eines Unternehmens. Ziel ist die kontinuierliche Reduktion des Energieverbrauchs und der damit verbundenen Energiekosten. Nach Art. 2 Nr. 11 der Richtlinie 2012/27/EU (Energieeffizienzrichtlinie) ist ein Energiemanagementsystem gekennzeichnet durch eine Reihe miteinander verbundener oder interagierender Elemente eines Plans, in dem ein Energieeffizienzziel und eine Strategie zur Erreichung dieses Ziels festgelegt werden. Nach § 2 Abs. 1 Nr. 1 der Spitzenausgleich-Effizienzsystemverordnung („SpaEfV“) (1) ist ein Energiemanagementsystem ein System, das den Anforderungen der DIN EN ISO 50001, Ausgabe Dezember 2011, entspricht. Also kurz gesprochen ein System welches zur Verbesserung der energiebezogenen Leistung, einschließlich Energieeffizienz, Energieeinsatz und Energieverbrauch eingesetzt wird. Bei der engen Definition des § 2 Abs. 1 Nr. 1 SpaEfV ist jedoch anzumerken, dass die SpaEfV gewisse Vergünstigungen an die Einrichtung eines Energiemanagementsystems knüpft und um diese Vergünstigungen zu erhalten eine Zertifizierung des Energiemanagementsystems im jeweiligen Unternehmen nach DIN EN ISO 50001 erforderlich sein soll. Für eine umfassende Betrachtung der Durchsetzbarkeit von Energiemanagementmaßnahmen im Genehmigungsrecht ist daher die zuerst genannte, allgemeine Definition des Energiemanagements als Ausgangspunkt heranzuziehen, um alle Möglichkeiten und Varianten des Energiemanagements in einem Unternehmen zu erfassen.

Demgegenüber gibt es einen begrifflichen und auch inhaltlichen Unterschied zwischen den Begriffen Energiemanagement einerseits und Energieaudit andererseits. Gemäß der DIN EN 16247-1 ist ein Energieaudit eine systematische Inspektion und Analyse des Energieeinsatzes und des Energieverbrauchs einer Anlage, eines Gebäudes, eines Systems oder einer Organisation mit dem Ziel, Energieflüsse und das Potenzial für Energieeffizienzverbesserungen zu identifizieren und über diese zu berichten. Eine ähnliche Definition findet sich jeweils in § 2 Nr. 4 Energiedienstleistungsgesetz („EDL-G“) und § 2 Nr. 3 SpaEfV. Demnach ist ein Energieaudit ein systematisches Verfahren zur Erlangung ausreichender Informationen über das bestehende Energieverbrauchsprofil eines Unternehmens, zur Ermittlung und Quantifizierung der Möglichkeiten für wirtschaftliche Energieeinsparungen und zur Erfassung der Ergebnisse in einem Bericht.

---

<sup>17</sup> Vgl. Erwägungsgrund 2 der Richtlinie 2012/27/EU.

Zusammenfassend handelt es sich bei einem Energieaudit um eine Momentaufnahme der aktuellen Energienutzungs- und -verbrauchssituation in einem Unternehmen. Aus diesem Status quo im Zeitpunkt des Audits werden dann Möglichkeiten zur Optimierung der Energienutzung und des Energieverbrauchs abgeleitet. Im Unterschied zu einem bloßen Energieaudit erhält ein Unternehmen durch ein systematisches Energiemanagement einen ständigen und laufend aktuellen Überblick über seine Energienutzung, die dadurch entstehenden Energiekosten und bestehende Optimierungspotenziale.

### **5.3.2 Pflicht zur Durchführung von Energiemanagementmaßnahmen**

Als Genehmigungsregime, das die Festlegung einer Pflicht zur Einführung eines betrieblichen Energiemanagementsystems in einer Genehmigung ermöglichen könnte, kommt das Bundesimmissionschutzgesetz („BImSchG“) in Betracht. § 4 BImSchG stellt die zentrale Vorschrift des Genehmigungsrechts für Industrieanlagen, von denen potenziell Umweltgefahren ausgehen können, dar. Dieses Genehmigungserfordernis hat primär gefahrenabwehrrechtlichen Charakter und ist Ausfluss des Vorsorgeprinzips, da durch das Genehmigungserfordernis vorab staatlich kontrolliert werden kann, ob von der zu genehmigenden Anlage schädliche Umwelteinwirkungen ausgehen. Das Spektrum nach § 4 BImSchG genehmigungsbedürftiger Anlagen wird in Anlage 1 der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen („4. BImSchV“) abschließend bestimmt. Gegenstand der Genehmigung sind Errichtung und Betrieb der Anlage. Unter dem Betrieb der Anlage wird die Verwendung der Anlage entsprechend dem Verwendungszweck verstanden, also die gesamte Betriebsweise mit Betriebsablauf, Art und Menge der eingesetzten Roh- und Brennstoffe und der Betriebsdauer, jeweils sowohl im Hinblick auf Produktion, Wartung und Unterhaltung.]

#### **5.3.2.1 Als Genehmigungsvoraussetzung**

Vorab ist festzustellen, dass das gesamte bestehende Anlagengenehmigungsrecht, insbesondere das BImSchG, das Vorhandensein eines betrieblichen Energiemanagements an keiner Stelle ausdrücklich als Genehmigungsvoraussetzung nennt.

#### **Bisher bestehendes Anreizsystem**

Nach dem geltenden Recht ist ein zertifiziertes Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001 lediglich eine Voraussetzung für die Möglichkeit der Inanspruchnahme verschiedener Vergünstigungen bei großen Unternehmen. Dies sind zum einen Steuerentlastungen nach § 10 Abs. 3 StromStG und § 55 Abs. 4 EnergieStG und zum anderen die Möglichkeit der Inanspruchnahme der besonderen Ausgleichsregelung bezüglich der EEG-Umlage nach § 64 Abs. 1 Nr. 3 EEG. KMU oder im Bereich des EEG Unternehmen, die einen Jahresstromverbrauch im abgeschlossenen Geschäftsjahr von lediglich unter 5 Gigawattstunden hatten, bedürfen für die Inanspruchnahme der Vergünstigungen jeweils kein nach DIN EN ISO 50001 zertifiziertes Energiemanagementsystem. Bei diesen Unternehmen genügt ein sogenanntes alternatives System nach § 3 SpaEfV, wobei es sich im Wesentlichen um ein wiederum statisches Energieaudit handelt.

Nach § 8 EDL-G mussten alle Unternehmen die keine KMU sind, bis zum 5. Dezember 2015 ein Energieaudit durchführen und müssen dieses zukünftig, vom Zeitpunkt der ersten Durchführung gerechnet, alle vier Jahre wiederholen. Unternehmen, die ein Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001, Ausgabe Dezember 2011 oder ein Umweltmanagementsystem nach der Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 eingeführt haben, sind von dieser Pflicht befreit. Eine Pflicht zum Ergreifen von Energiesparmaßnahmen, die auf Grundlage des Energieaudits ersichtlich geworden sind, besteht nicht.

#### **Verpflichtungsmöglichkeit über die TA Luft**

Im Hinblick auf das Genehmigungsrecht sind zunächst die Vorschriften der TA Luft in den Blick zu nehmen. Die Regelungen der TA Luft enthalten in Punkt 5.1.3 am Ende des ersten Absatzes einen Hinweis auf die sparsame und effiziente Energieverwendung:

*"Zur integrierten Emissionsvermeidung oder -minimierung sind Techniken und Maßnahmen anzuwenden, mit denen die Emissionen in die Luft, das Wasser und den Boden vermieden oder begrenzt werden und dabei ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt erreicht wird; die Anlagensicherheit, die umweltverträgliche Abfallentsorgung sowie die sparsame und effiziente Verwendung von Energie sind zu beachten."*

Zu beachten ist jedoch, dass es sich bei der TA Luft nur um sogenannte Verwaltungsvorschriften handelt. Verwaltungsvorschriften sind Anordnungen innerhalb einer Verwaltungsorganisation durch eine übergeordnete Verwaltungsinstanz an nachgeordnete Verwaltungsbehörden. Sie sind reines Innenrecht der Verwaltung und regeln Einzelheiten der Tätigkeit nachgeordneter Verwaltungsbehörden. Durch Verwaltungsvorschriften dürfen (grundsätzlich) keine Eingriffe in (Grund-)Rechte des Bürgers ermöglicht werden, die nicht schon in einem Gesetz oder einer Rechtsverordnung zugelassen sind. Dies ergibt sich aus dem verfassungsrechtlich im Demokratie- und Gewaltenteilungsgrundsatz verankerten Parlamentsvorbehalt, wonach der parlamentarische Gesetzgeber die wesentlichen Entscheidungen selbst zu treffen hat und nicht der Exekutive überlassen darf. Zwar ist es dem Gesetzgeber nach Art. 80 Abs. 1 GG möglich, einzelne Exekutivorgane im Wege einer gesetzlichen Ermächtigung zur Regelung einzelner Detailfragen zu ermächtigen. Eine vergleichbare Regelung für Verwaltungsvorschriften existiert hingegen nicht. Somit kommen die Regelungen der TA Luft als Verwaltungsvorschriften nicht als Rechtsgrundlage für die Anordnung eines betrieblichen Energiemanagementsystems in Betracht, da es sich hierbei um einen Eingriff in die grundrechtlich geschützte Berufsausübungsfreiheit aus Art. 12 Abs. 1 Satz 2 GG handelt.

### **Verpflichtungsmöglichkeit über das BImSchG**

Demzufolge sind die Regelungen des BImSchG daraufhin zu untersuchen, ob ihnen eine Rechtsgrundlage für die Verankerung von Energiemanagementmaßnahmen in Genehmigungen nach § 6 BImSchG entnommen werden kann. Im Ergebnis ist dies nicht der Fall.

Im Detail ergibt sich dieses Ergebnis aus einer systematischen Analyse der §§ 4, 5, 6, 7 und 12 BImSchG. Nach § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG besteht eine allgemeine Pflicht zur sparsamen und effizienten Energienutzung. Hierbei handelt es sich entgegen dem eigentlichen Zweck des BImSchG zwar nicht um eine gefahrenabwehrrechtliche Regelung, jedoch ist sie Ausfluss des dem BImSchG ebenfalls zugrunde liegenden Vorsorgeprinzips, da eine effiziente Energienutzung dazu beitragen kann, Umweltbelastungen zu reduzieren (Vorsorge durch Ressourcenschonung).<sup>18</sup> Die Gesetzesbegründung zur Einführung des § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG in seiner aktuellen Fassung lautet wie folgt:

*"Da das in Artikel 3 Buchstabe d der IVU-Richtlinie vorgesehene Gebot der effizienten Energieverwendung durch § 5 Abs. 1 Nr. 2 und Nr. 4 BImSchG nicht vollständig abgedeckt ist, wird Nummer 4 entsprechend neu gefasst. Neben der effizienten Verwendung der eingesetzten Energie, die vor allem durch die Erreichung hoher energetischer Wirkungsgrade, die Einschränkung von Energieverlusten und die Nutzung der anfallenden Energie erreicht werden kann, wird im Sinne der IVU-Richtlinie ausdrücklich auch ein sparsamer Einsatz verlangt, der auf eine Reduktion der eingesetzten Energie zielt und organisatorische, handlungsorientierte Maßnahmen wie etwa das Abschalten von Beleuchtungskörpern oder das Abschalten der gesamten Anlage zu bestimmten Tages- oder Wochenzeiten umfasst. Mit der Einführung der neuen Grundpflicht wird der Behörde keine Befugnis zu einer dirigistischen Steuerung der Produktionsmengen*

---

<sup>18</sup> Vgl. Roßnagel/Hentschel, in: Führ, GK-BImSchG, 2016, § 5 Rn. 555.

*eingeräumt; die Befugnis hierzu obliegt nach wie vor dem Betreiber. In die 9. BImSchV werden der Grundpflicht entsprechende Anforderungen an die Antragsunterlagen aufgenommen."*

Die Norm der 9. BImSchV, die sich mit den Anforderungen an die Antragsunterlagen für die Genehmigung betreffend die sparsame und effiziente Energienutzung befasst, ist § 4d der 9. BImSchV und lautet wie folgt:

*"Die Unterlagen müssen Angaben über vorgesehene Maßnahmen zur sparsamen und effizienten Energieverwendung enthalten, insbesondere Angaben über Möglichkeiten zur Erreichung hoher energetischer Wirkungs- und Nutzungsgrade, zur Einschränkung von Energieverlusten sowie zur Nutzung der anfallenden Energie."*

Weiterhin verlangt § 4a Abs. 1 Nr. 4 der 9. BImSchV, dass die Antragsunterlagen Angaben über die in der Anlage verwendete und anfallende Energie enthalten.

Die Erfüllung der Grundpflichten aus § 5 Abs. 1 BImSchG muss sowohl im Zeitpunkt der Genehmigungserteilung, als auch im Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Anlage und für die gesamte Dauer des Betriebs sichergestellt sein.<sup>19</sup>

Nach alledem spricht einiges dafür, dass diese Anforderungen mit einem betrieblichen Energiemanagementsystem optimal erfüllt werden können, da ein Energiemanagementsystem darauf ausgelegt ist, umfassend und laufend alle Energieströme in einem Unternehmen zu erfassen. Jedoch sind die relevanten Normen derart offen formuliert, dass äußerst zweifelhaft ist, ob eine derart konkrete Pflicht, wie die der Erforderlichkeit eines betrieblichen Energiemanagementsystems zur Erlangung einer Anlagengenehmigung, auf diese gestützt werden kann. Insbesondere sind die nach § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG einforderebaren Maßnahmen durch das Kriterium der Zumutbarkeit begrenzt. Demnach muss der für eine solche Maßnahme erforderliche Aufwand in einem sinnvollen Verhältnis zu den ressourcenschonenden Auswirkungen dieser Maßnahme stehen.<sup>20</sup> Nach einer verbreiteten Auffassung in der Literatur ist § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG sogar derart unbestimmt, dass die sich aus diesem ergebenden Verpflichtungen überhaupt erst zum Tragen kommen können, wenn diese durch Rechts- oder Verwaltungsvorschriften näher konkretisiert wurden.<sup>21</sup> Aktuell gibt es hierfür lediglich zwei Anknüpfungspunkte – zum einen in § 12 der 13. BImSchV bezüglich Maßnahmen zur Kraft-Wärme-Koppelung und zum anderen in § 13 der 17. BImSchV zur Nutzung von Abwärme – jedoch kann aus diesen speziellen Verpflichtungen keine allgemeine Pflicht zur Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems abgeleitet werden.

Als Ermächtigungsgrundlage für eine derartige Rechtsverordnung kommt § 7 Abs. 1 Satz 1 BImSchG in Betracht. Nach Nr. 2a dieser Ermächtigungsgrundlage kann durch eine Rechtsverordnung festgelegt werden, welchen Anforderungen der Einsatz von Energie in einer nach § 4 BImSchG genehmigten Anlage entsprechen muss. Allgemein können nach § 7 Abs. 1 Satz 1 BImSchG Rechtsverordnungen zur Konkretisierung aller Betreiberpflichten aus § 5 Abs. 1 BImSchG erlassen werden. (dazu im Detail unter C.III.).

---

<sup>19</sup> Vgl. Jarass, in: Jarass BImSchG Kommentar, 11. Aufl. 2015, § 6 Rn. 11, Wasielewski, in: Führ, GK-BImSchG, 2016, § 6 Rn. 19.

<sup>20</sup> Roßnagel/Hentschel, in: Führ, GK-BImSchG, 2016, § 5 Rn. 568; Czajka, in: Feldhaus, Bundesimmissionsschutzrecht Kommentar, Stand: September 2016, Band 2, § 4d 9. BImSchV, Rn. 11f.

<sup>21</sup> Vgl. Jarass, in: Jarass, BImSchG Kommentar, 11. Aufl. 2015, § 5 Rn. 104; Roßnagel/Hentschel, in: Führ, GK-BImSchG, 2016, § 5 Rn. 554, Kotulla, in: Kotulla, Bundes-Immissionsschutzgesetz Kommentar, Stand: Mai 2016, § 5 Rn. 114 – Indiz für die aktuell geringe praktische Bedeutung von § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG ist auch, dass es (soweit ersichtlich) bisher erst ein gerichtliches Verfahren zu dieser Norm gab (OVG Lüneburg, Beschluss vom 29.11.2013 – 12 LA 26/13).

Ohne eine solche Rechtsverordnung, wie es dem aktuellen Stand entspricht, sind die Normen aufgrund ihrer offenen Formulierungen und auch ihrer bisherigen Anwendung in der ständigen Verwaltungspraxis nicht ausreichend, das Vorhandensein eines betrieblichen Energiemanagementsystems als Voraussetzung für die Erteilung einer Anlagengenehmigung zu machen. Es gibt zahlreiche denkbare Alternativen, um die Genehmigungsvoraussetzungen zu erfüllen. Darunter fallen sicherlich Energieaudits, aber auch eine bloße Bestandsaufnahme in Form einer schlichten Energiebilanz vor der Einreichung des Genehmigungsantrags. Diese muss in der Regel eine Liste aller energieverbrauchenden Anlagen(-teile) enthalten und deren energetischen Wirkungsgrad nach den Spezifikationen des Herstellers angeben. Eine solche Bestandsaufnahme ist in Verbindung mit Nachweisen, dass Maßnahmen zur Energieeinsparungen getroffen wurden ausreichend, um alle nötigen Angaben für den Genehmigungsantrag zusammenzustellen und bei unverändertem Betrieb der Anlage ergeben sich keine (relevanten) Veränderungen. Daher ist festzuhalten, dass die Pflicht zur sparsamen und effizienten Energienutzung zwar eine während der gesamten Betriebszeit durchgehend bestehende Pflicht ist, deren Erfüllung jedoch nach aktueller Gesetzeslage hauptsächlich im Zeitpunkt der Genehmigungsentscheidung nachgewiesen werden muss.<sup>22</sup> Jedoch ist dieser Nachweis in der aktuellen Genehmigungspraxis wohl nur formaler Natur, da mangels konkreter Vorgaben, welche Anforderungen zur Genehmigungserteilung einzuhalten sind und demzufolge von der Behörde zu prüfen sind, eine inhaltlich-materielle Prüfung der Energieeffizienzmaßnahmen quasi nicht erfolgen kann und nicht erfolgt.<sup>23</sup>

Neben diesem Aspekt gilt es weiterhin zu beachten, dass die Gefahr besteht, dass es mangels konkreter gesetzlicher Vorgaben in welchen Fällen ein betriebliches Energiemanagementsystem als Genehmigungsvoraussetzung von den zuständigen Behörden verlangt werden soll/kann, zu erheblichen Unsicherheiten und Ungleichheiten kommen kann.<sup>24</sup> Zwar haben alle Behörden nach dem Grundsatz der Gesetzmäßigkeit der Verwaltung die geltenden Gesetze ihrem Handeln als Richtschnur und Grenze zugrunde zu legen. Dies ist jedoch bei offenen und konkretisierungsbedürftigen Rechtsbegriffen in gesetzlichen Regelungen nicht ohne Weiteres einheitlich deutschlandweit gesichert, da einzelne Begriffe von unterschiedlichen Behörden unterschiedlich interpretiert und damit konkretisiert werden können. So ist es nicht ungewöhnlich, dass die Vollzugspraxis bezüglich der Anwendung einzelner offener Rechtsbegriffe, die nicht durch Rechtsverordnung und/oder Verwaltungsvorschriften konkretisiert sind, in den einzelnen Bundesländern zum Teil erhebliche Unterschiede aufweist und dennoch jede Vollzugspraxis für sich rechtmäßig und im Rahmen der Gesetze ist. Nachdem jedoch nach der hier vertretenen Auffassung, für die Einführung eines betrieblichen Energiemanagementsystems keine Rechtsgrundlage im BImSchG vorhanden ist und auch keine diesbezügliche Rechtsverordnung besteht, sind auch Verwaltungsvorschriften nicht ausreichend, um die Verpflichtung zur Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems auf diesem Wege zu etablieren.

Die gleiche Problematik stellt sich bezüglich der Verpflichtung zur Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems auf Grundlage von § 5 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG in Verbindung mit dem „Stand der Technik“. Für eine flächendeckende und für alle nach dem BImSchG genehmigungsbedürftige Industrieanlagen geltende Pflicht zur Einführung eines betrieblichen Energiemanagementsystems bedarf es im Lichte von Gleichbehandlung, Rechtssicherheit und Bestimmtheit ein langfristiges, auf

---

<sup>22</sup> Roßnagel/Hentschel, in: Führ, GK-BImSchG, 2016, § 5 Rn. 572f.; Czajka, in: Feldhaus, Bundesimmissionsschutzrecht Kommentar, Stand: September 2016, Band 2, § 4d 9. BImSchV, Rn. 19ff.

<sup>23</sup> Britz, Zur Effektivität der Energiesparinstrumente des BImSchG – Anspruch und Wirklichkeit ambitionierter Klima- und Ressourcenschutzpolitik, UPR 2004, 55 (60).

<sup>24</sup> Vgl. Britz, Zur Effektivität der Energiesparinstrumente des BImSchG – Anspruch und Wirklichkeit ambitionierter Klima- und Ressourcenschutzpolitik, UPR 2004, 55 (56/60).

eine einheitliche und gleichmäßige Durchsetzung angelegtes normatives Konzept in Form einer Rechtsverordnung.<sup>25</sup>

### 5.3.2.2 Als Nebenbestimmung

#### Begriff der Nebenbestimmung

Über die Frage hinaus, ob das Vorhandensein eines betrieblichen Energiemanagementsystems unmittelbare Genehmigungsvoraussetzung ist, stellt sich die Frage, ob eine solche Pflicht mittels einer Nebenbestimmung (Auflage oder Bedingung) nach § 12 BImSchG zum Gegenstand einer erteilten Genehmigung gemacht werden kann. Eine Auflage oder eine Bedingung kann nach § 12 Abs. 1 Satz 1 BImSchG dann gemacht werden, wenn und soweit dies erforderlich ist, um die Erfüllung der in § 6 BImSchG genannten Genehmigungsvoraussetzungen sicherzustellen.

Eine Auflage ist ein mit der Genehmigung verbundenes, selbstständig erzwingbares Gebot oder Verbot, mit dem ein Tun, Dulden oder Unterlassen hoheitlich angeordnet wird. Sie ist nicht Bestandteil der Genehmigung selbst, sondern tritt selbstständig ergänzend zu deren Hauptinhalt hinzu. Aufgrund dieser Selbstständigkeit ist eine Auflage für den Bestand und den Inhalt der Genehmigung ohne direkte Bedeutung. Dies hat zur Folge, dass ein mit einer Auflage verbundene Genehmigung sofort wirksam wird, unabhängig davon, ob die Auflage erfüllt ist oder nicht. Folglich darf der Betrieb einer Anlage, die mit einer Auflage genehmigt wurde, sofort mit Genehmigungserteilung beginnen. Die Auflagenbefreiung kann jedoch mittels Zwang durchgesetzt werden und auch eine einstweilige Betriebsuntersagung nach § 20 Abs. 1 BImSchG kommt in Betracht, solange die Auflage nicht erfüllt ist. Darüber hinaus ist der Verstoß gegen eine Auflage nach § 12 BImSchG eine Ordnungswidrigkeit nach § 62 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG, die mit einer Geldbuße von bis zu 50.000 € geahndet werden kann.

Eine Bedingung hingegen ist die Festlegung eines bestimmten aber in der Zukunft liegenden Ereignisses, dessen Eintritt aus Sicht der Genehmigungsbehörde ungewiss ist. Im Unterschied zu einer Auflage wird eine mit einer Bedingung erlassene Genehmigung erst dann wirksam, wenn die Bedingung eingetreten ist. Die Bedingung ist insoweit konstitutiv für die Wirksamkeit der Genehmigung, sodass der Betrieb einer Anlage, die unter einer Bedingung genehmigt wurde, erst ab deren Erfüllung beginnen darf. Beginnt derjenige, der eine mit einer Bedingung erlassene Anlagengenehmigung erhalten hat bereits vor Bedingungseintritt mit dem Anlagenbetrieb, erfolgt dies ohne Genehmigung im Rechtssinne, da die Genehmigung erst mit Bedingungseintritt ihre Gestattungswirkung entfaltet. Die zuständige Behörde soll daraufhin nach § 20 Abs. 2 BImSchG die Stilllegung des Betriebs anordnen. Eine eigenständige zwangsweise Durchsetzung einer Bedingung ist aufgrund dieser Rechtslage hingegen weder erforderlich noch möglich.

#### Abgrenzung Auflage und Inhaltsbestimmung

Von einer echten Auflage nach § 12 Abs. 1 BImSchG abzugrenzen ist die sogenannte Inhaltsbestimmung bzw. modifizierte Gewährung, bei der es sich nicht um eine Nebenbestimmung im Sinne von § 12 BImSchG handelt. Eine Auflage stellt stets (nur) eine zusätzliche Pflicht zur antragsgemäß erteilten Genehmigung dar. Somit hat eine Auflage unter anderem die Funktion, den Fortbestand der Genehmigungsvoraussetzungen für die Zukunft zu sichern. Zudem kann eine Behörde Auflagen machen, um die Einhaltung der Genehmigungsvoraussetzungen kontrollieren zu können.<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> BVerfGE 69, 37 (45); Dietlein, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht Kommentar, Stand: September 2016, § 5 BImSchG Rn. 155; Jarass, in: Jarass, BImSchG Kommentar, 11. Aufl. 2015, § 5 Rn. 65.

<sup>26</sup> Vgl. Mann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht Kommentar, Stand: September 2016, § 12 BImSchG Rn. 150; Giesberts, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, Stand: 01.11.2016, § 12 BImSchG Rn. 18.

Während es sich bei einer echten Auflage um einen Zusatz zur antragsgemäß erteilten Genehmigung handelt, weicht der Inhalt einer Genehmigung bei Vorliegen einer Inhaltsbestimmung vom beantragten Inhalt nach unten ab. Eine Inhaltsbestimmung betrifft somit den Gegenstand der Genehmigung selbst, während eine Auflage eine darüber hinausgehende zusätzliche Regelung enthält.<sup>27</sup> Somit betreibt jemand, der eine Inhaltsbestimmung einer Genehmigung nicht einhält, die Anlage im Rechtsinne ohne Genehmigung und begeht damit eine Straftat nach §§ 325, 327 StGB, wohingegen der Verstoß gegen eine Auflage, wie gesehen, nur eine Ordnungswidrigkeit darstellt. Eine ohne Genehmigung betriebene Anlage muss zudem im Regelfall nach § 20 Abs. 2 BImSchG („soll“) stillgelegt werden, wohingegen eine Anlage, die unter Verstoß gegen eine Auflage betrieben wird, nach § 20 Abs. 1 BImSchG lediglich stillgelegt werden soll, was Ermessen der entscheidenden Behörde zum Ausdruck bringt. Relevant ist die Unterscheidung zwischen Auflage und Inhaltsbestimmung insbesondere auch für die Rechtsschutzmöglichkeiten des Belasteten. Während er gegen die Auflage isoliert Anfechtungsklage nach § 42 Abs. 1 Alt. 1 VwGO erheben kann und damit die Genehmigung also solche von dem Verwaltungsstreitverfahren unberührt bleibt, kommt bei Vorliegen einer Inhaltsbestimmung nur die Verpflichtungsklage nach § 42 Abs. 1 Alt. 2 VwGO mit dem Begehren in Betracht, eine Genehmigung mit dem beantragten Inhalt zu bekommen.<sup>28</sup>

Die im Einzelfall kaum mögliche Abgrenzung zwischen einer echten Auflage und einer Inhaltsbestimmung erfolgt nach wohl herrschender Meinung an Hand der schematischen Formel, dass jedenfalls alle Bestimmungen der Genehmigung, die die Vorgaben des § 6 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG konkretisieren, Inhaltsbestimmungen sind, auf die § 12 BImSchG nicht anwendbar ist.<sup>29</sup>

Die Verpflichtung, ein betriebliches Energiemanagementsystem zu installieren, beträfe die Betreiberpflicht zur sparsamen und effizienten Energieverwendung aus § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG und würde damit die Vorgabe des § 6 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG konkretisieren, wonach eine Genehmigung zu erteilen ist, wenn sichergestellt ist, dass die sich aus § 5 BImSchG ergebenden Pflichten erfüllt sind. Mithin wäre die Verpflichtung zur Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems eine Inhaltsbestimmung, für die es nach oben zu §§ 5 und 6 BImSchG Gesagtem keine Rechtsgrundlage gibt, sodass sie unzulässig wäre.

Eine weitere, ebenfalls schematische Abgrenzung stellt (ergänzend) darauf ab, dass alle Vorgaben zu den in den §§ 3 bis 4e der 9. BImSchV angeführten Angaben Inhaltsbestimmungen sind.<sup>30</sup> So werden beispielsweise Emissionsbegrenzungen durchweg als Inhaltsbestimmungen angesehen, da § 4a Abs. 1 Nr. 6 der 9. BImSchV Angaben zu Art und Ausmaß der zu erwartenden Emissionen fordert.<sup>31</sup>

Da sich § 4d der 9. BImSchV mit den Anforderungen an die Antragsunterlagen in Bezug auf die sparsame und effiziente Energieverwendung befasst, spricht auch diese Betrachtungsweise dafür, dass die Verpflichtung zur Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems als Inhaltsbestimmung zu qualifizieren und mangels Rechtsgrundlage wiederum unzulässig wäre.

Bei weniger schematischer und mehr inhaltlicher Betrachtung ist es jedoch so, dass die Verpflichtung zur Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems lediglich ein Zusatz zur beantragten

<sup>27</sup> Vgl. Wasielewski, in: Führ, GK-BImSchG, 2016, § 12 Rn. 15ff.; Mann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht Kommentar, Stand: September 2016, § 12 BImSchG Rn. 112ff.

<sup>28</sup> Vgl. insgesamt zu den Unterschieden zwischen Auflage und Inhaltsbestimmung, Mann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht Kommentar, Stand: September 2016, § 12 BImSchG Rn. 117.

<sup>29</sup> Vgl. Kugelmann, in: Kotulla, Bundes-Immissionsschutzgesetz Kommentar, Stand: Mai 2016, § 12 Rn. 84; Wasielewski, in: Führ, GK-BImSchG, 2016, § 12 Rn. 19.

<sup>30</sup> Vgl. Mann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht Kommentar, Stand: September 2016, § 12 BImSchG Rn. 120; Jarass, in: Jarass, BImSchG Kommentar, 11. Aufl. 2015, § 12 Rn. 12.

<sup>31</sup> Vgl. BVerwG, Urteil vom 08.02.1974 – IV C 73.72 – juris Rn. 17f.; BayVGH, Urteil vom 24.09.1984 – 22 B 82 A.436 – BayVBl. 1985, 149 (150).

Genehmigung ist, sodass es sich um eine echte Auflage nach § 12 BImSchG handeln würde. Voraussetzung für die Zulässigkeit einer derartigen Auflage ist nach § 36 Abs. 1 VwVfG i. V. m. § 12 Abs. 1 BImSchG allerdings, dass sie erforderlich ist, um die Genehmigungsvoraussetzungen nach § 6 BImSchG sicherzustellen. Es muss also eine Situation gegeben sein, in der die Genehmigung nach § 6 BImSchG nicht erteilt werden kann, wenn diese nicht mit einer Nebenbestimmung verbunden wird. Dies ist nach dem bereits zu §§ 5 und 6 BImSchG Ausgeführten im Hinblick auf ein betriebliches Energiemanagementsystem nicht der Fall, sodass eine derartige Nebenbestimmung auch tatbestandlich nicht zulässig ist. Darüber hinaus wäre sie auch unverhältnismäßig, da es wesentlich mildere Mittel zur Erreichung der Pflicht aus § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG gibt als die Verpflichtung zur Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems.

### 5.3.2.3 Zwischenergebnis

Zusammenfassend ist es nach dem aktuellen Genehmigungsregime des BImSchG nicht möglich, die Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems zur Genehmigungsvoraussetzung nach § 6 BImSchG zu machen. Darüber hinaus ist es ebenfalls nicht möglich, das Vorhandensein eines derartigen Systems mittels einer Nebenbestimmung (Auflage oder Bedingung) nach § 12 BImSchG anzuknüpfen. Für beide Alternativen fehlt eine tragfähige Rechtsgrundlage.

### 5.3.3 Vorschläge zur Novellierung der Rechtslage durch Rechtsverordnung

Wie bereits angesprochen ist § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG zu unbestimmt, um darauf unmittelbar konkrete Anforderungen stützen zu können.<sup>32</sup> Somit bedarf es einer auch § 7 BImSchG gestützten Rechtsverordnung zur Einführung einer Pflicht zur Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems.

#### 5.3.3.1 Regelungsinhalt

Da es bislang keine Rechtsverordnung betreffend die effiziente und sparsame Energieverwendung gibt, ist die Grundpflicht aus § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG praktisch (quasi) bedeutungslos.<sup>33</sup> Somit bedarf es zur Ausfüllung und Konkretisierung der Anforderungen an die sparsame und effiziente Energieverwendung im Genehmigungsverfahren einer entsprechenden Rechtsverordnung, um zukünftig eine Rechtsgrundlage für die Forderung nach dem Vorhandensein eines betrieblichen Energiemanagementsystems zur Genehmigungserteilung zur Hand zu haben. Regelungsinhalt einer solchen „Energiemanagement-Verordnung“ müsste zunächst die Konkretisierung der Betreiberpflicht zur effizienten und sparsamen Energieverwendung aus § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG sein. Hierbei ist insbesondere an die Festlegung energetischer Mindestwirkungsgrade von Anlagen(-teilen), an maximal zulässige Energieverluste und an eine Mindestquote zur (Ab-)Wärmenutzung zu denken. Um derartige Daten dauerhaft und aktuell erfassen zu können, müsste dann die Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems angeordnet und im Detail geregelt werden. Es müsste in diesem Zusammenhang festgelegt werden, welche Anforderungen an das Energiemanagementsystem gestellt werden, zum Beispiel ob es sich um ein nach DIN EN ISO 50001 zertifiziertes System handeln muss oder nicht, welche Anlagenbetreiber ein solches System installieren müssen und welche Dokumentationspflichten es gibt.

Damit das Vorhandensein eines Energiemanagementsystems auch tatsächlich zur Ressourcenschonung durch Energieeinsparung führt, müsste anschließend geregelt werden, dass erkannte oder er-

<sup>32</sup> Vgl. insb. auch Britz, Zur Effektivität der Energiesparinstrumente des BImSchG – Anspruch und Wirklichkeit ambitionierter Klima- und Ressourcenschutzpolitik, UPR 2004, 55.

<sup>33</sup> Vgl. Kotulla, in: Kotulla, Bundes-Immissionsschutzgesetz Kommentar, Stand: Mai 2016, § 7 Rn. 43; Britz, aaO; Britz, Zur Effektivität der Energiesparinstrumente des BImSchG – Anspruch und Wirklichkeit ambitionierter Klima- und Ressourcenschutzpolitik, UPR 2004, 55 (56).

kennbare Optimierungspotenziale genutzt werden müssen und ab welcher Größenordnung eines bestehenden Optimierungspotenzials (zum Beispiel ab einer möglichen Steigerung des energetischen Wirkungsgrades von Anlage A von 1 % oder erst von 2 %) dieses genutzt werden muss. Um einem Anlagenbetreiber nicht horrenden Kosten für die Realisierung nur eines kleinen Optimierungspotenzials zuzumuten, muss weiterhin geregelt werden, in welchem Verhältnis Optimierung und Aufwand zur Realisierung der Optimierung stehen, also welcher (insbesondere finanzieller) Aufwand dem Anlagenbetreiber zur Realisierung eines Optimierungspotenzials abverlangt wird. Schließlich bedarf es Regelungen zur behördlichen Einsichtnahme in die entsprechenden Dokumentationen und Kontrolle der Einhaltung der Verpflichtungen aus der Verordnung und für den Fall der Nichteinhaltung sollten Ordnungswidrigkeitentatbestände (durch Verweis auf § 62 Abs. 1 BImSchG) vorgesehen werden, um den Vorgaben der Verordnung Nachdruck zu verleihen.

### 5.3.3.2 Verfahren für den Erlass einer Rechtsverordnung nach § 7 BImSchG

Für den Erlass einer auf § 7 BImSchG basierenden Rechtsverordnung ist die Bundesregierung als Kollegialorgan zuständig. Eine Delegation der Verordnungsermächtigung an nachgeordnete Stellen, insbesondere an ein einzelnes Ministerium, ist mangels ausdrücklicher Befugnis zur Delegation nach Art. 80 Abs. 1 Satz 4 GG nicht möglich. Vor Erlass der Verordnung sind die beteiligten Kreise nach § 51 BImSchG zu hören. Dies ist ein jeweils auszuwählender Kreis von Vertretern der Wissenschaft, der Betroffenen, der beteiligten Wirtschaft, des beteiligten Verkehrswesens und der für den Immissionschutz zuständigen obersten Landesbehörde. Das Anhörungsverfahren kann weitgehend frei gestaltet werden, sodass mündliche oder schriftliche und einzelne oder gemeinsame Anhörungen möglich sind. Der Bundestag ist nach § 38b BImSchG lediglich bei dem Erlass von Rechtsverordnungen nach § 7 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 BImSchG zu beteiligen, welcher vorliegend nicht einschlägig ist. Stets jedoch ist die Zustimmung des Bundesrates erforderlich, dem die Rechtsverordnung zum Zwecke der Zustimmung von der Bundesregierung zuzuleiten ist.

### 5.3.3.3 Ermächtigungsgrundlage

Ermächtigungsgrundlage für eine derartige Rechtsverordnung, die die Verpflichtung zu einem betrieblichen Energiemanagementsystem in der Anlagengenehmigung nach dem BImSchG ermöglicht, könnte speziell § 7 Abs. 1 Satz Nr. 2a BImSchG oder allgemein § 7 Abs. 1 Satz 1 BImSchG sein. Diese lauten:

*(1) Die Bundesregierung wird ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 51) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates vorzuschreiben, dass die Errichtung, die Beschaffenheit, der Betrieb, der Zustand nach Betriebseinstellung und die betreibereigene Überwachung genehmigungsbedürftiger Anlagen zur Erfüllung der sich aus § 5 ergebenden Pflichten bestimmten Anforderungen genügen müssen, insbesondere, dass (...)*

*2a. der Einsatz von Energie bestimmten Anforderungen entsprechen muss, (...)*

Gesetzessystematisch ist zu beachten, dass die in den Nummern 1 bis 5 des § 7 Abs. 1 Satz 1 BImSchG aufgeführten Regelungsbereiche einer Rechtsverordnung nur exemplarisch und nicht abschließend zu verstehen sind („insbesondere“). Dies bedeutet, dass auch Rechtsverordnungen zulässig sind, die andere Materien als die in den fünf Nummern beispielhaft aufgezählten Inhalte regeln, soweit und solange sich die entsprechende Rechtsverordnung im Rahmen der in § 7 Abs. 1 Satz 1 BImSchG angeführten allgemeinen Voraussetzungen hält. Jedenfalls dürfen daher nur solche Rechtsverordnungen erlassen werden, die die Betreiberpflichten aus § 5 BImSchG konkretisieren.<sup>34</sup>

<sup>34</sup> Enders, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, Stand: 01.11.2016, § 7 BImSchG Rn. 8; Dietlein, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht Kommentar, Stand: September 2016, § 7 BImSchG Rn. 30.

Voraussetzung für den Erlass einer „Energiemanagement-Verordnung“ ist dann, dass die Tatbestandsvoraussetzungen einer bestehenden Ermächtigungsgrundlage vorliegen. Zunächst kommt der Erlass einer „Energiemanagement-Verordnung“ auf Grundlage der Ermächtigungsgrundlage des § 7 Abs. 1 Nr. 2a BImSchG in Betracht. Diese lässt Rechtsverordnungen zu, die Anforderungen an den Einsatz von Energie in nach dem BImSchG genehmigungsbedürftigen Anlagen regeln. Ausweislich der Gesetzesbegründung<sup>35</sup> enthält § 7 Abs. 1 Nr. 2a BImSchG eine Ermächtigung zur Konkretisierung der Grundpflicht zur sparsamen und effizienten Energieverwendung aus § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG. Dies spricht dafür, dass die Ermächtigungsgrundlage umfassend zu verstehen ist.

Bei genauer Betrachtung des Wortlautes fällt jedoch auf, dass demnach nur Anforderungen an den Energieeinsatz gestellt werden können und gerade keine energiebezogenen Messungen in den Wortlaut aufgenommen sind, wie sie in § 7 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG für Emissionen und Immissionen enthalten sind. Ohne § 7 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG ließe sich einigermäßen zwanglos argumentieren, dass die Anforderungen an den Energieeinsatz auch die systematische Erfassung des Energieeinsatzes durch ein betriebliches Energiemanagementsystem umfassen. Die Anforderung an den Energieeinsatz wäre demzufolge die, dass dieser ständig erfasst und aufgezeichnet wird und dies mithilfe eines betrieblichen Energiemanagementsystems zu erfolgen hat. Nachdem § 7 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG jedoch eine spezielle Ermächtigungsgrundlage für solche Messverfahren gerade nur im Hinblick auf Emissionen und Immissionen enthält, kann auch dahingehend argumentiert werden, dass eine Rechtsverordnung mit Anforderungen an die Messung und Erfassung von Energieströmen in einem Unternehmen gerade nicht möglich ist, da die Erforderlichkeit von Messungen und diesbezüglichen Verfahrensvorschriften vom Gesetzgeber nur für die in § 7 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG konkret genannten Bereiche besteht – also gerade nicht für Energieströme.

In der Literatur finden sich jedoch einige Stimmen, die sich dafür aussprechen, dass auf § 7 Abs. 1 Nr. 2a BImSchG auch Rechtsverordnungen zur Regelung umfassender Dokumentationspflichten im Hinblick auf die betrieblichen Energieströme gestützt werden können.<sup>36</sup>

Aber selbst wenn man diese Ansicht nicht teilen sollte, ist eine Rechtsverordnung bezüglich der Verpflichtung zur Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems nach § 7 Abs. 1 Satz 1 BImSchG möglich. Nach § 7 Abs. 1 Satz 1 BImSchG sind Rechtsverordnungen generell möglich, um die Errichtung, die Beschaffenheit, den Betrieb, den Zustand nach Betriebseinstellung und die betriebeigene Überwachung zu konkretisieren. Insbesondere das Tatbestandsmerkmal der betriebeigenen Überwachung kann als Grundlage für die verpflichtende Einführung eines Energiemanagementsystems herangezogen werden, da die Verpflichtung des Betreibers, selbst zu kontrollieren, ob er seine Grundpflichten aus § 5 BImSchG einhält, wiederum selbst Bestandteil der Betreiberpflicht ist.<sup>37</sup>

#### 5.3.3.4 Verhältnismäßigkeit

Damit eine derartige „Energiemanagement-Verordnung“ rechtmäßig ist, muss sie sich im Rahmen des nach dem verfassungsrechtlich verankerten Verhältnismäßigkeitsgrundsatz Zulässigen halten. Nach diesem muss sowohl eine Norm selbst, als auch deren Anwendung im konkreten Einzelfall ein legitimes Ziel verfolgen, geeignet und erforderlich zur Zielerreichung und angemessen sein. Da es sich bei

<sup>35</sup> BT-Drs. 14/4599, S. 127.

<sup>36</sup> Vgl. Scheidler, in: Feldhaus, Bundesimmissionsschutzrecht Kommentar, Stand: September 2016, § 7 Rn. 42; Kotulla, in: Kotulla, Bundes-Immissionsschutzgesetz Kommentar, Stand: Mai 2016, § 7 Rn. 42.

<sup>37</sup> Vgl. Roßnagel/Hentschel, in: Führ, GK-BImSchG, § 7 Rn. 69; Kotulla, in: Kotulla, Bundes-Immissionsschutzgesetz Kommentar, Stand: Mai 2016, § 7 Rn 28; Dietlein, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht Kommentar, Stand: September 2016, § 7 BImSchG Rn. 36 (abstellend auf § 7 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 BImSchG).

Rechtssetzung stets um die Vorabfestlegung allgemein-genereller Regeln handelt, die danach auf konkrete Einzelfälle anzuwenden sind, muss schon bei Erlass des Rechtsaktes die Abwägung widerstreitender (Grund-)Rechte an Hand des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes vorgenommen werden.

Hinsichtlich des legitimen Ziels kommt dem Gesetz-/Verordnungsgeber ein weiter Einschätzungsspielraum zu, welches Ziel als legitim anzusehen ist. Vorliegend ist das Ziel der Ressourcen- und Umweltschonung jedenfalls als legitim anzusehen.

Der Rechtsakt muss geeignet zur Zielerreichung sein, also hierzu mindestens einen Beitrag leisten. Die Pflicht zur energetischen Optimierung des Betriebs auf Grundlage von Erkenntnissen, die durch ein Energiemanagementsystem gewonnen wurden, ist offensichtlich geeignet, einen Beitrag zur Ressourcenschonung zu leisten. Auch die vorgelagerte Pflicht zur Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems kann einen Beitrag zur Ressourcenschonung leisten. Da ohne die systematische Erfassung von Optimierungspotenzialen eine zielführende Optimierung nicht möglich ist. Problematisch wäre jedoch die Geeignetheit einer solchen Rechtsverordnung zu beurteilen, die zwar die Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems vorschreibt, aber keine Pflicht enthielte, aufgedeckte Optimierungspotenziale zu nutzen, da das bloße Wissen um Optimierungspotenziale aufgrund der mit dem System erfassten Daten keinen Beitrag zur Ressourcenschonung leisten kann. Im Rahmen des Erlasses einer „Energiemanagement-Verordnung“ sollten daher unbedingt auch Handlungsverpflichtungen der Unternehmen im Hinblick auf durch ein betriebliches Energiemanagementsystem aufgedeckte Energieeinsparpotenziale normiert und Verstöße zudem als Ordnungswidrigkeiten mit Bußgeld sanktioniert werden. Ohne derartige Handlungsverpflichtungen wird ein rein wirtschaftlich-rational denkendes Unternehmen zwar solche Potenziale realisieren, die ihm einen wirtschaftlichen Vorteil bringen. Bei solchen Potenzialen, die zwar keinen wirtschaftlichen Vorteil, aber auch keinen wirtschaftlichen Nachteil bringen, also wirtschaftlich neutral sind, wird die Bereitschaft zur Realisierung schon sinken und bei wirtschaftlicher Nachteiligkeit wird die Bereitschaft zur Realisierung des Energieeinspar- und damit Ressourcenschonungspotenzials gegen Null tendieren. Ohne eine Handlungsverpflichtung zur Ausnutzung erkannter Potenziale bleibt die Erreichung des Zwecks der Einführung einer Verpflichtung zum betrieblichen Energiemanagement, nämlich die Ressourcenschonung, eine (vage) Hoffnung. Ob basierend auf einer (derart vagen) Hoffnung eine derart intensive Verpflichtung wie die Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems als Eingriff in die Berufsausübung nach Art. 12 Abs. 1 GG verfassungsrechtlich verhältnismäßig, insbesondere geeignet ist, das Ziel der Ressourcenschonung zu erreichen, ist jedenfalls zweifelhaft und muss berücksichtigt werden.

Darüber hinaus muss ein Rechtsakt auch erforderlich zur Zielerreichung sein. Dies ist er dann, wenn keine gleich effektiven, aber mildereren Mittel zur Zielerreichung in Betracht kommen. Wie bereits festgestellt, wäre die Verpflichtung zu Energieaudits zwar ein mildereres Mittel, jedoch keinesfalls gleich effektiv. Da bei einem Energieaudit lediglich die konkrete Energieverbrauchssituation zu einem einzelnen Zeitpunkt erfasst wird, sagt dies nichts über die Energieströme im Dauerbetrieb des Unternehmens aus, sodass durch ein Energieaudit nur ein kleiner Ausschnitt der tatsächlichen Energieverwendung dargestellt werden kann.

Schließlich müsste die zu erlassende Verordnung auch angemessen sein. Eine Rechtsnorm ist dann angemessen, wenn die durch sie hervorgerufenen Eingriffe in (Grund-)Rechte der Bürger durch das rechtliche Gewicht der mit der Rechtsnorm verfolgten Ziele überwogen werden. Auf Seiten der Unternehmen, die ein betriebliches Energiemanagementsystem auf Grundlage der zu erlassenden Verordnung einführen müssten, ist die Berufsausübungsfreiheit aus Art. 12 Abs. 1 Satz 2 GG berührt. Da es sich hierbei aber um die am wenigsten intensive Eingriffsstufe handelt, genügen zur Rechtfertigung eines derartigen Eingriffs schon vernünftige Erwägungen des Allgemeinwohls. Die mit einer „Energiemanagement-Verordnung“ verfolgten Ziele, Ressourcenschonung und Umweltschutz, sind Schutzgüter die diese geringen Anforderungen an die Rechtfertigung bei Weitem übertreffen und damit jedenfalls ausreichend für die Rechtfertigung des Eingriffs in Art. 12 GG. Dies wird noch deutlicher,

wenn man den (zumindest auch) hinter dem Umweltschutz stehenden Gedanken des Schutzes von Leben und Gesundheit der Menschen aus Art. 2 Abs. 2 Satz 2 GG mit in die Betrachtung einstellt.

Da die Einführung eines (zertifizierten) Energiemanagementsystems jedoch erheblichen Aufwand insbesondere in finanzieller und technischer Hinsicht mit sich bringt, bedarf es im Lichte der Angemessenheit allerdings auf jeden Fall der Berücksichtigung unterschiedlicher Unternehmensgrößen und daraus resultierend gegebenenfalls eines nach Unternehmensgröße gestaffelten Regelungsansatzes, der unter Umständen auch Ausnahmen von der Pflicht zur Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems vorsehen muss. Neben dem anfallenden Aufwand ist in eine derartige Betrachtung auch der Nutzen eines Energiemanagementsystems im Hinblick auf die Aufdeckung von Energieeinsparpotenzialen in Unternehmen unterschiedlicher Größe mit in die Betrachtung einzustellen. Gleiches gilt im Hinblick auf die Berücksichtigung von mehr und weniger energieintensiven Unternehmen.

Da die sparsame und effiziente Energieverwendung nach § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG zu den Grundpflichten gehört, kann, gerade im Hinblick auf große Unternehmen, eine Verpflichtung zur Installation eines betrieblichen Energiemanagementsystems damit gerechtfertigt werden, dass Energieaudits nicht die erforderlichen, laufenden Informationen zu den betrieblichen Energieströmen liefern, sondern diese Informationen nur mit einem Energiemanagementsystem erlangt werden können. Im Rahmen der Verhältnismäßigkeit einer entsprechenden Rechtsverordnung müssen zwingend die Unterschiede zwischen KMU und Unternehmen, die keine KMU sind, berücksichtigt werden.

## 6 Quellenverzeichnis

- Apearing, R. W.; Thollander, P. (2013): Barriers to and driving forces for industrial energy efficiency improvements in African industries – a case study of Ghana's largest industrial area. In: *Journal of Cleaner Production* (53), S. 204–213. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.04.003.
- Backlund, S.; Thollander, P.; Palm, J.; Ottosson, M. (2012): Extending the energy efficiency gap. In: *Energy Policy* (51), S. 392–396. DOI: 10.1016/j.enpol.2012.08.042.
- Bell, M.; Carrington, G.; Lawson, R.; Stephenson, J. (2014): Socio-technical barriers to the use of energy-efficient timber drying technology in New Zealand. In: *Energy Policy* (67), S. 747–755. DOI: 10.1016/j.enpol.2013.12.010.
- Blass, V.; Corbett, Ch. J.; Delmas, M. A.; Muthulingam, S. (2014): Top management and the adoption of energy efficiency practices. Evidence from small and medium-sized manufacturing firms in the US. In: *Energy* (65), S. 560–571. DOI: 10.1016/j.energy.2013.11.030.
- Brunke, J.-Ch.; Johansson, M.; Thollander, P. (2014): Empirical investigation of barriers and drivers to the adoption of energy conservation measures, energy management practices and energy services in the Swedish iron and steel industry. In: *Journal of Cleaner Production* (84), S. 509–525. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.04.078.
- Cagno, E.; Worrell, E.; Trianni, A.; Pugliese, G. (2013): A novel approach for barriers to industrial energy efficiency. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (19), S. 290–308. DOI: 10.1016/j.rser.2012.11.007.
- Cagno, E.; Trianni, A. (2013): Exploring drivers for energy efficiency within small- and medium-sized enterprises. First evidences from Italian manufacturing enterprises. In: *Applied Energy* (104), S. 276–285. DOI: 10.1016/j.apenergy.2012.10.053.
- Cagno, E.; Trianni, A. (2014): Evaluating the barriers to specific industrial energy efficiency measures. An exploratory study in small and medium-sized enterprises. In: *Journal of Cleaner Production* (82), S. 70–83. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.06.057.
- Cagno, E.; Trianni, A.; Abeelen, Ch.; Worrell, E.; Miggiano, F. (2015): Barriers and drivers for energy efficiency. Different perspectives from an exploratory study in the Netherlands. In: *Energy Conversion and Management* (102), S. 26–38. DOI: 10.1016/j.enconman.2015.04.018.
- Chai, K.-H.; Yeo, C. (2012): Overcoming energy efficiency barriers through systems approach—A conceptual framework. In: *Energy Policy* (46), S. 460–472. DOI: 10.1016/j.enpol.2012.04.012.
- Cooremans, C. (2012): Investment in energy efficiency. Do the characteristics of investments matter? In: *Energy Efficiency* (5), S. 497–518. DOI: 10.1007/s12053-012-9154-x.
- Fleiter, T.; Schleich, J.; Ravivanpong, P. (2012): Adoption of energy-efficiency measures in SMEs—An empirical analysis based on energy audit data from Germany. In: *Energy Policy* (51), S. 863–875. DOI: 10.1016/j.enpol.2012.09.041.
- Fleiter, T.; Worrell, E.; Eichhammer, W. (2011): Barriers to energy efficiency in industrial bottom-up energy demand models—A review. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (15), S. 3099–3111. DOI: 10.1016/j.rser.2011.03.025.
- Gruber, E.; Brand, M. (1991): Promoting energy conservation in small and medium-sized companies. In: *Energy Policy* 19 (3), S. 279–287. DOI: 10.1016/0301-4215(91)90152-E.
- Hasanbeigi, A.; Menke, Ch.; Du Pont, P. (2010): Barriers to energy efficiency improvement and decision-making behavior in Thai industry. In: *Energy Efficiency* (139), S. 33–52. DOI: 10.1007/s12053-009-9056-8.
- Henriques, J.; Catarino, J. (2016): Motivating towards energy efficiency in small and medium enterprises. In: *Journal of Cleaner Production* (139), S. 42–50. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.08.026.
- Jackson, J. (2010): Promoting energy efficiency investments with risk management decision tools. In: *Energy Policy* (38), S. 3865–3873. DOI: 10.1016/j.enpol.2010.03.006.
- Jaffe, A. B.; Stavins, R. (1992): The Energy Efficiency Gap. What does it mean? In: *Energy Policy* 10 (22).
- Kostka, G.; Moslener, U.; Andreas, J. (2013): Barriers to increasing energy efficiency. Evidence from small-and medium-sized enterprises in China. In: *Journal of Cleaner Production* (57), S. 59–68. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.06.025.
- Kounetas, K.; Skuras, D.; Tsekouras, K. (2011): Promoting energy efficiency policies over the information barrier. In: *Information Economics and Policy* (23), S. 72–84. DOI: 10.1016/j.infoecopol.2010.08.001.

- Langlois-Bertrand, S.; Benhaddadi, M.; Jegen, M.; Pineau, P.-O. (2015): Political-institutional barriers to energy efficiency. In: *Energy Strategy Reviews* (8), S. 30–38. DOI: 10.1016/j.esr.2015.08.001.
- Lee, K.-H. (2015): Drivers and Barriers to Energy Efficiency Management for Sustainable Development. In: *Sust. Dev.* (23), S. 16–25. DOI: 10.1002/sd.1567.
- Mai, M.; Gruber, E.; Holländer, E.; Roser, A.; Gerspacher, A.; Fleiter, T.; Hirzel, S.; Ostrander, B.; Schleich, J.; Schlomann, B. (2014): Evaluation des Förderprogramms „Energieberatung im Mittelstand“. Schlussbericht. Karlsruhe: IREES, Fraunhofer ISI.
- Martin, R.; Muûls, M.; Preux, L. B. de; Wagner, U. (2010): Anatomy of a Paradox: Management Practices, Organisational Structure and Energy Efficiency. In: *Centre of Economic Performance* (1039), S. 1–59.
- Mattes, K.; Jäger, A.; Nabitz, L.; Hirzel, S.; Rohde, C.; Som, O. (2016): Benchmarking energy efficiency in the German non-energy intensive industries. *Proceedings of the ECEEE Industrial Summer Study, September 2016, Berlin*, p. 255-266.
- Mattes, K.; Lerch, Ch.; Jäger, A. (2015): Ressourceneffiziente Produktion jenseits technischer Lösungen. Mitteilung aus der ISI-Erhebung *Moderisierung der Produktion*, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Ausgabe 69, Karlsruhe.
- Meath, C.; Linnenluecke, M.; Griffiths, A. (2016): Barriers and motivators to the adoption of energy savings measures for small- and medium-sized enterprises (SMEs). The case of the ClimateSmart Business Cluster program. In: *Journal of Cleaner Production* (112), S. 3597–3604. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.08.085.
- Nabitz, L.; Hirzel, S.; Schlomann, B. (2017): Evaluierung des Programms „Förderung von Energiemanagementsystemen“. Bericht im Rahmen des Projekts „Evaluierung und Weiterentwicklung des Energieeffizienzfonds (Projekt Nr. 63/15) im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), nicht veröffentlicht.
- O’Keeffe, J. M.; Gilmour, D.; Simpson, E. (2016): A network approach to overcoming barriers to market engagement for SMEs in energy efficiency initiatives such as the Green Deal. In: *Energy Policy* (97), S. 582–590. DOI: 10.1016/j.enpol.2016.08.006.
- Palm, J.; Thollander, P. (2010): An interdisciplinary perspective on industrial energy efficiency. In: *Applied Energy* (87), S. 3255–3261. DOI: 10.1016/j.apenergy.2010.04.019.
- Ravi, V. (2015): Analysis of interactions among barriers of eco-efficiency in electronics packaging industry. In: *Journal of Cleaner Production* (101), S. 16–25. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.04.002.
- Schleich, J. (2007): The economics of energy efficiency: Barriers to energy efficiency. In: *EIP Papers* 12 (2), S. 82–109.
- Schleich, J. (2009): Barriers to energy efficiency. A comparison across the German commercial and services sector. In: *Ecological Economics* (68), S. 2150–2159. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2009.02.008.
- Schleich, J.; Fleiter, T.; Hirzel, S.; Schlomann, B.; Mai, M.; Gruber, E. (2015): Effect of energy audits on the adoption of energy-efficiency measures by small companies, eceee 2015 Summer Study. *Proceedings : First fuel now, 1–6 June 2015, Club Belambra Les Criques, Presqu’île de Giens, Toulon/Hyères, France. European Council for an Energy-Efficient Economy ECEEE, Paris, 2015.*
- Sorrell, S.; Mallet, A.; Sheridan, N. (2011): Barriers to industrial energy efficiency. A literature review. In: *Development Policy, Statistics and Research Branch, UNIDO* (11).
- Timilsina, G. R.; Hochman, G.; Fedets, I. (2016): Understanding energy efficiency barriers in Ukraine. Insights from a survey of commercial and industrial firms. In: *Energy* (106), S. 203–211. DOI: 10.1016/j.energy.2016.03.009.
- Trianni, A.; Cagno, E. (2012): Dealing with barriers to energy efficiency and SMEs. Some empirical evidences. In: *Energy* (37), S. 494–504. DOI: 10.1016/j.energy.2011.11.005.
- Trianni, A.; Cagno, E.; Farné, S. (2016): Barriers, drivers and decision-making process for industrial energy efficiency. A broad study among manufacturing small and medium-sized enterprises. In: *Applied Energy* (162), S. 1537–1551. DOI: 10.1016/j.apenergy.2015.02.078.
- Trianni, A.; Cagno, E.; Thollander, P.; Backlund, S. (2013): Barriers to industrial energy efficiency in foundries. A European comparison. In: *Journal of Cleaner Production* (40), S. 161–176. DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.08.040.
- Trianni, A.; Cagno, E.; Worrell, E. (2013): Innovation and adoption of energy efficient technologies. An exploratory analysis of Italian primary metal manufacturing SMEs. In: *Energy Policy* (61), S. 430–440. DOI: 10.1016/j.enpol.2013.06.034.

Trianni, A.; Cagno, E.; Worrell, E.; Pugliese, G. (2013): Empirical investigation of energy efficiency barriers in Italian manufacturing SMEs. In: *Energy* (49), S. 444–458. DOI: 10.1016/j.energy.2012.10.012.

Venmans, F. (2014): Triggers and barriers to energy efficiency measures in the ceramic, cement and lime sectors. In: *Journal of Cleaner Production* (69), S. 133–142. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.01.076.

Walsh, C.; Thornley, P. (2012): Barriers to improving energy efficiency within the process industries with a focus on low grade heat utilisation. In: *Journal of Cleaner Production* (23), S. 138–146. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.10.038.

Wang, T.; Li, X.; Liao, P.-Ch.; Fang, D. (2016): Building energy efficiency for public hospitals and healthcare facilities in China. Barriers and drivers. In: *Energy* (103), S. 588–597. DOI: 10.1016/j.energy.2016.03.039.

Weber, L. (1997): Some reflections on barriers to the efficient use of energy. In: *Energy Policy* 25 (10), S. 833–835. DOI: 10.1016/S0301-4215(97)00084-0.

## 7 Anhang 1: Studien zu Hemmnissen

| Autor (Jahr)                          | Land           | Branche                        | UN-größe  | Methodik   | Datenbasis   | Stichprobe      |
|---------------------------------------|----------------|--------------------------------|---|--|--|-----------------|
| <b>Kostka et al. (2013)</b>           | China          | Various <sup>38</sup>          | KMU   | Empirisch (Regressionsmodell)                              | Befragung und semistrukturierte Interviews   | n=480           |
| <b>Kounetas et al. (2011)</b>         | Griechenland   | Verarbeitendes Gewerbe         | -   | Empirisch (Regressionsmodell)                              | Daten vom griechischen Energieministerium; Befragung und Interviews                        | n=325<br>n=161  |
| <b>Langois-Bertrund et al. (2015)</b> | -              | -                              | -   | Theoriegeleitet, Case Studies                              | Literaturrecherche   | -               |
| <b>Lee (2015)</b>                     | Korea          | Stahlindustrie                 | -   | Empirisch (deskriptiv)                                     | Befragung  | n=13            |
| <b>Martin et al. (2010)</b>           | Großbritannien | Verarbeitendes Gewerbe         | KMU und Großunternehmen (20 - 45.000 Mitarbeiter) | Empirisch (qualitativ und quantitativ (Regressionsmodell)) | Interviews<br>Daten des UK production census   | n=190           |
| <b>Meath et al. (2015)</b>            | Australien     | unspecified                    | KMU   | Empirisch (qualitativ)                                     | Fallstudie über Clusterdaten der Regierung von Queensland                                  | n=202           |
| <b>Palm und Thollunder (2010)</b>     | -              | -                              | -   | Theoriegeleitet  | Literaturrecherche   |                 |
| <b>Ravi (2015)</b>                    | Indien         | electronics packaging industry | -   | Empirisch (Interpretive Structural Modeling (ISM))         | Literature review und Experteninterviews, survey on Indian electronic packaging industries | n =264 (survey) |
| <b>Sleich (2007)</b>                  | Deutschland    | Hochschulbereich               | -   | Theoriegeleitet<br>Empirisch (qualitativ)                  | Literaturrecherche<br>Semi-strukturierte Interviews unter deutschen Hochschulen            |                 |
| <b>Sleich (2009)</b>                  | Deutschland    | GHD                            | -   | Empirisch (Regressionsmodell)                              | Umfrage: Persönliche Interviews  | n=2848          |
| <b>Sorrell et al. (2011)</b>          | -              | -                              | -   | Theoriegeleitet  | Literature review (65 academic studies and 95 studies from the 'grey' literature)          |                 |

<sup>38</sup> Manufacturing, transport vehicles and specialized equipment, non-ferrous, specialized equipment manufacturing, glass or art manufacturing, toy production, general equipment manufacturing, and others.

| Autor (Jahr)                            | Land        | Branche   | UN-größe        | Methodik  | Datenbasis  | Stichprobe  |
|---|-------------|---|-----------------|---|---|---|
| <b>Tao et al. (2016)</b>                | China       | Hospitals and healthcare facilities   | -               | Empirisch (deskriptiv)                            | Survey  | n = 105   |
| <b>Timilsina et al. (2016)</b>          | Ukraine     | Commercial and industrial firms   | SME und non-SME | Empirisch (Prinicipal Component Analysis)         | Survey  | n=509 (315 industrial firms und 194 commercial firms) |
| <b>Trianni und Cagno (2012)</b>         | Norditalien | Nicht-energintisines verarbeitendes Gewerbe   | SME             | Empirisch (ANOVA)                                 | Semi-strukturierte Interviews<br>Umfrage                | n=128   |
| <b>Trianni et al. (2013a)</b>           | Norditalien | Verarbeitendes Gewerbe  | SME             | Empirisch (Case Studies)                          | Semi-strukturierte Interviews                           | n=48  |
| <b>Trianni et al. (2013b)</b>           | Norditalien | Metallindustrie   | SME             | Empirisch   | Survey  | n = 20  |
| <b>Trianni et al. (2013c)</b>           | Italien     | Gießereien  | SME und non-SME | Empirisch   | Befragung und Interviews                                | n=65  |
| <b>Trianni et al. (2016)</b>            | Norditalien | Verarbeitendes Gewerbe  | SME             | Empirisch   | Interviews  | n=222   |
| <b>Venmans (2014)</b>                   | Belgien     | Keramik, Zement, Kalk   | -               | Empirisch (Regressionsmodell)                     |   | n=16  |
| <b>Walsh und Thornley (2012)</b>        | GB          | Prozessindustrie (Niedrigwertige Wärmenutzung)  | -               | Empirisch (Qualitativ)                            | Daten und Ranking der Hemmnisse im Zuge eines Workshops | unknown   |
| <b>Apeaning &amp; Thollander (2013)</b> | Ghana       | Produzierendes Gewerbe (Steel, aluminum, food processing, plastic products, petrochemicals and chemical, other) | n.a.            | Empirisch (Qualitativ)                            | Semi-strukturierte Interviews                           | n=34  |
| <b>Backlund et al. (2012)</b>           |             | produzierendes Gewerbe und GHD  | n.a.            | Theoretisch-konzeptionell                         | Literatur   | n.a.  |
| <b>Bell et al. (2014)</b>               | Neuseeland  | Holztrocknung   | SME             | Empirisch (Qualitativ); Energy Cultures Framework | Semi-strukturierte Interviews                           | n=20  |

| Autor (Jahr)                      | Land                   | Branche  | UN-größe        | Methodik  | Datenbasis   | Stichprobe                           |
|-----------------------------------|------------------------|--|-----------------|---|--|--------------------------------------|
| <b>Blass et al. (2014)</b>        | USA (California, Ohio) | produzierendes Gewerbe   | SME             | Empirisch (ökonometrisches Modell)                            | Data from energy audits carried out within the industrial assessment centers (IAC) program from 1985 to 2012 (eligible firms must not have professional inhouse staff for energy assessment) plus follow up interviews | n=752 (firms) (5779 recommendations) |
| <b>Brunke et al. (2014)</b>       | Schweden               | Eisen und Stahl (Stahlproduzenten und downstream Akteure -> Walzwerke)                                     |                 | empirisch, mix-methods (quantitativ, qualitativ)              | Fragebögen und follow-up Interviews  | n=23                                 |
| <b>Cagno &amp; Trianni (2013)</b> | Italien (Lombardei)    | produzierendes Gewerbe. Schwerpunkt in der untersuchten Region: Primärmetalle, Textil, Chemie, Petrochemie | SME             | empirisch, case studies                                       | Semi-strukturierte Interviews  | n=71                                 |
| <b>Cagno et al. (2014)</b>        | Italien                | metallverarbeitendes Gewerbe   | SME             | empirisch, case studies                                       | Industrial Assessment Center database (2013)   | n=15                                 |
| <b>Cagno et al. (2015)</b>        | Niederlande            | produzierendes Gewerbe   | SME             | Empirisch (Qualitativ)  | Semi-structured interviews, questionnaire  | n=15                                 |
| <b>Chai &amp; Yeo (2012)</b>      |                        | diverse  | -               | Empirisch (Qualitativ), case study                            | Semi-structured interviews, questionnaire  | n=16                                 |
| <b>Cooremans (2012)</b>           | Schweiz (Kanton Genf)  | Electricity-intensive firms  | SME und non-SME | Empirisch (Qualitativ)  | Semi-directive interview, questionnaire  | n=35                                 |
| <b>Fleiter et al. (2011)</b>      |                        | unspecified  | -               | Theoriegeleitet   |  |                                      |
| <b>Fleiter et al. (2012)</b>      |                        |  |                 | Empirisch (Qualitativ)  | Literature review, survey with experts   |                                      |
| <b>Fleiter et al. (2012)</b>      | Germany                | Manufacturing and none manufacturing   | SME             | Empirisch (Explorative Faktoranalyse, ökonometrisches Modell) | Online questionnaire (data from "Sonderfonds Energieeffizienz in KMU")   | n=542                                |

| Autor (Jahr)  | Land     | Branche  | UN-größe                          | Methodik                       | Datenbasis   | Stichprobe                               |
|---|----------|--|-----------------------------------|--------------------------------|--|--|
| <b>Gruber &amp; Brand (1991)</b>  | Germany  | Bakeries, meat production, dairies, fodder industry, brick industry, concrete industry, wood industry, textile finishing | SME                               | Empirisch (Quantitativ)        | In-depth interviews, telephone survey  | n=30 (detailed personal interviews)      |
| <b>Hasanbeigi (2010)</b>  | Thailand | Textil and cement industry   | SME (textile)<br>Non-SME (cement) | Empirisch                      | Literature review, industry case study using questionnaire, interview with experts | n=6 (cement)<br>n=28 (textile)           |
| <b>Henriques, Catarino (2016)</b>   | Portugal | Food, agriculture and beverage; ceramics and glass; wood, furniture and cork; metal industry; textile and clothes        | SME                               | Empirisch                      | Questionnaire  | n>100 (25 from each of the five sectors) |
| <b>Jackson (2010)</b>   | n.a.     | n.a.   | n.a.                              | Analytisch, Beispielrechnungen | Literature Review, stylized examples   | n.a.                                     |
| <b>Jaffe &amp; Stavins (1994)</b>   | n.a.     | n.a.   | n.a.                              | analytisch argumentativ        | n.a.   | n.a.                                     |
| <b>Cagno et al. (2013) (evtl. rausnehmen, da eher theoretisch, keine Empirie)</b> |          | unspecified  | -                                 | Literature Review              | -  | -  |

| Autor (Jahr)                           | Wesentliche Ergebnisse   |
|--|--|
| <b>Kostka et al. (2013)</b>            | informational barriers are core bottle neck, additionally: role of family ownership structures, lax enforcement of government regulations and the absence of government support as well as a lack of skilled labor, unawareness of energy saving practices   |
| <b>Kounetas et al. (2011)</b>          | information barrier is like a "wall that does not allow a firm to view a wider EET landscape", "resource constraints": when other activities which are vital for a firm's survival and growth, such as innovation, compete with the activities concerning the adoption of EETs for the firm's same resources, then the availability of resources to be assigned to the adoption and introduction of EETs is condensed.   |
| <b>Langois-Bert-rund et al. (2015)</b> | insufficient attention has been given to political-institutional barriers, paper proposes a classification of these obstacles: political obstruction, conflicting guidelines in the governance structure, and lack of policy coordination.   |
| <b>Lee (2015)</b>                      | The survey finds that technical risk is the most important barrier to energy efficiency. Also capital budgets, lack of energy manager's influence, cost of identification and analysis of business opportunities and cost and difficulty of obtaining information are among the top barriers to closing the energy efficiency gap. Conflict of interest, lack of capital, cost of production disruptions and inappropriate technology at the site are ranked very low. |
| <b>Martin et al. (2010)</b>            | Firms are more likely to adopt climate friendly management practices if climate change issues are managed by the environmental or energy manager, and if this manager is close to the CEO.   |
| <b>Meath et al. (2015)</b>             | Most important barriers (among others): Lack of time/staff commitments in other areas, financial barriers (even if ROI in less than 24 months), Lack of staff engagement or negative attitude from staff towards changes   |
| <b>Palm und Thollunder (2010)</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Technical, Social and Organizational reasons why optimal energy efficiency measurements are not implemented</li> <li>- Simply perceiving a barrier may itself serve as a barrier to implementing energy efficiency measures in industry</li> </ul>  |
| <b>Ravi (2015)</b>                     | lack of awareness about environmental and sustainability issues, lack of commitment by top management and short-term decision making perspectives  |
| <b>Schleich (2007)</b>                 | main barriers found were various forms of split incentives   |
| <b>Schleich (2009)</b>                 | statistically most significant barriers are found for the sub-sector of public administrations; the lack of information about energy consumption patterns and about energy efficiency measures, lack of staff time, priority setting within organizations, and – in particular – the investor/user dilemma are all relevant barriers.  |
| <b>Sorrell et al. (2011)</b>           | Barriers to energy efficiency are multi-faceted, diverse and often specific to individual technologies; hidden costs (especially for SMEs), access to capital, lack of information, verschiedene Barrieren treten meistens gleichzeitig auf, sodass politischer Eingriff, der nur ein Hemmnis adressiert, mitunter wenig erfolgreich sein kann   |
| <b>Tao et al. (2016)</b>               | Fokus auf Energieeffizienzmaßnahmen im Bereich Gebäude; main barriers: lack of direct economic incentives  |
| <b>Timilsina et al. (2016)</b>         | Teilgruppen-Auswertung für Regionen in der Ukraine; Main barriers: High upfront investment requirement, lack of government policies to support energy efficiency improvements, higher cost of capital, and lack of information and awareness   |
| <b>Trianni und Cagno (2012)</b>        | much attention should be paid to avoid bundling together SMEs of different sizes and sectors, since different behaviors with respect to the perception of the barriers can be observed; main barriers: Access to capital; scarce information regarding energy efficiency opportunities and winning solutions; poor information for the energy efficiency decisions   |

| Autor (Jahr)                            | Wesentliche Ergebnisse  |
|---|---|
| <b>Trianni et al. (2013a)</b>           | By considering the whole sample, the major perceived barriers emerged from our study are represented by economic barriers (in terms of high Investment Costs, Hidden Costs and Intervention not Sufficiently Profitable) and Information barriers (i.e. Information Issues on Energy Contracts, Information not clear by Technology Suppliers and Lack of Information on Costs and Benefits)  |
| <b>Trianni et al. (2013b)</b>           | Main barriers: Perception of the lack of resources to be devoted to improving energy efficiency; lack of time and the existence of other priorities (e.g. importance of guaranteeing business continuity)   |
| <b>Trianni et al. (2013c)</b>           | study has pointed out a general lack of resources in terms of time and capital; in the present research enterprises that had already performed an energy audit reported a diffused higher perception of barriers.   |
| <b>Trianni et al. (2016)</b>            | Results show that non-economic issues (support from installer, energy audits,..) are crucial for the implementation   |
| <b>Venmans (2014)</b>                   | Most important barriers: Capital availability (strict internal budgeting), information and knowledge barriers   |
| <b>Walsh und Thornley (2012)</b>        | Main barriers: the lack of infrastructure, financial support, capital costs and the problems associated with location because of utilization of LGH   |
| <b>Apeaning &amp; Thollander (2013)</b> | Main barriers: All barriers found relate to rational behaviour barriers and are linked to lack of policy framework. The two highest ranked barriers are Lack of budget funding and access to capital. Third highest barrier: Other priorities for capital investment (i.e. lack of management awareness which can theoretically be linked to hidden cost, respondents mentioned energy cost were perceived as relatively unimportant by top management). Fourth highest barrier (similar often mentioned): Technology is inappropriate at this site and technical risks such as risk of production disruptions.   |
| <b>Backlund et al. (2012)</b>           | Underlining the importance of energy management practices for energy efficiency potential. Energy efficiency potential is greater when including EMS compared to technology based definition. The higher potential (including energy management practices) is conceptualized as extended energy efficiency potential.   |
| <b>Bell et al. (2014)</b>               | Socio-technical barriers as main hinderance to the move   |
| <b>Blass et al. (2014)</b>              | Involvement of top management with an operational role (i.e. e.g. operational manager) has a positive influence on implementation of efficiency measures suggested in audit. Effect is stronger for recommendations that require process or equipment change. Top operation managers realize more of the identified energy savings than other employees, implement a higher percentage of recommended investments and adopt recommendations with longer payback.  |
| <b>Brunke et al. (2014)</b>             | Main barriers: internal economic and behavioural barriers. Energy management is of high importance (most important driver originating from within the company) -> ensures priorities and potential options are discussed on high organisational level, avoid sub-optimisation).<br>Details: most important perceived barriers: technical risks (potential reasons: continuous production process, more important for producers than downstream actors). Second and third most important barrier are limited access to capital and other priorities for financial investment. These can be classified as economic barriers. One reason behind is the focus of companies on the core business since the effects of the financial crisis were still felt.<br>Most important drivers for adoption of energy efficiency measures: commitment from top management, cost reduction, long term energy strategy and people with real ambitions.<br>external drivers (such as audits) rated as only moderately important. |

| Autor (Jahr)                             | Wesentliche Ergebnisse  |
|--|---|
| <p><b>Cagno &amp; Trianni (2013)</b></p> | <p>Analysis of drivers. Most important drivers for energy efficiency (investments, but also culture, behaviour) are public financing, external pressures (e.g. rising energy prices or emission taxes) and long term benefits. Firms are said to want audits to be externally financed. But also internal drivers have non-negligible relevance: management sensitivity, presence of ambition and entrepreneurial mind and information on technologies and information on practices (-&gt; they recommend regional or local learning networks to spread knowledge and disseminate simple rules and good practices). Same order of importance rank access to experts and lower cost of consultancies (external competence is needed).</p> <p>Special aspect competitiveness in non-primary metal manufacturing sector: energy efficiency as one path for survival, hence access to efficiency experts considered as extremely important to help renovating production.</p> <p>The paper points to a size effect of the perceived drivers. A differentiation by small and medium enterprises indicates that for small enterprises people with great ambition and entrepreneurial mind play an important role.</p> |
| <p><b>Cagno et al. (2014)</b></p>        | <p>Hohe Bedeutung von verhaltens-bezogenen Barrieren.</p> <p>Unterschiede zwischen allgemeinen Barrieren für Energieeffizienz und den Barrieren für konkrete einzelne Maßnahmen. Die Barrieren sind für die unterschiedlichen Maßnahmen verschieden.</p> <p>Kleine Firmen nehmen höhere Barrieren wahr, insbesondere in Zusammenhang mit Kompetenzen und verhaltensbasierten Barrieren (difficulties in implementing interventions, imperfect evaluation criteria). Für Beleuchtung dominieren technische Barrieren, für Druckluftsysteme Information, für Motor und HVAC Systeme dominieren ökonomische Barrieren.</p>   |
| <p><b>Cagno et al. (2015)</b></p>        | <p>Voluntary agreements represent the most popular instrument on energy efficiency in the Netherlands, but do not seem to be considered as positive incentive to improve efficiency by SMEs.</p>  |
| <p><b>Chai &amp; Yeo (2012)</b></p>      | <p>The study sheds light on the interconnected nature of the barriers that implies that overcoming one barrier will not automatically lead to more energy efficiency adoption.</p> <p>Support for the finding that smaller organizations face more technical and financial barriers than do larger companies.</p> <p>A higher share of energy cost and stronger sense of corporate social responsibility are positive for energy efficiency.</p> <p>Larger companies have more resources and technical ability for energy efficiency.</p> <p>Fear of production disruption as substantial barrier.</p> <p>Component level energy efficiency is difficult to observe which implies difficulty to convince top-management.</p> <p>Proposition of a Motivation-Capability - Implementation - results framework to conceptualize the interconnectedness of the barriers. There is a feedback from results to motivation (success breeds success -&gt; positive outcomes motivate).</p>  |
| <p><b>Cooremans (2012)</b></p>           | <p>Most important conclusions for general investments: (1) profitability plays an important but not decisive role in investment decision making; (2) the diagnostic phase is crucial; (3) there is competition between investment projects; (other more promising/ profitable or important (-&gt; core business, strategic interest) investment options are a crucial barrier for energy efficiency) (4) investment projects which are considered as more strategic win the competition.</p> <p>Specific aspects: profitability horizons expected by companies are shorter for energy efficiency investments</p> <p>Highlighting the interconnection of barriers in four levels: base barrier -&gt; information, symptom barrier -&gt; hidden cost, access to capital, risk etc, real barrier -&gt; no strategic character, hidden barrier -&gt; cultural dimension</p>   |

| Autor (Jahr)                     | Wesentliche Ergebnisse  |
|----------------------------------|---|
| <b>Fleiter et al. (2011)</b>     | no new empirical evidence for barriers. Study contains a review of barriers previously identified in the literature and then focuses on the representation of those barriers in models.   |
| <b>Fleiter et al. (2012)</b>     | <p>Focus is laid on the characteristics of EEMs. Point to the fact that generalization of studies on barriers is often not feasible because several factors need to be considered.</p> <p>Within there classification they relate different characteristics of EEMs to the adoption rate. They differeniates three areas:</p> <p>Higher relative advantage made up by internal rate of return, payback period, initial expenditure and non-energy benefits were high return, short payback periods, low initial expenditures and large non-energy benefits increase adoption.</p> <p>technical context: higher distance to core process increasing adoption. Organizational measures making adoption more likely than technology substituion as well as local effects and shorter life-times over system wide effects and long lifetimes.</p> <p>information context: low transaction cost increasing adoption. lower knowledge requirements (i.e. maintenance personnel rather than technology expert) and cross-cutting sectoral applicability rather than process related. Diffusion process in the linear phase increasing adoption rate compared to incubation or take-off.</p>                            |
| <b>Fleiter et al. (2012)</b>     | Hohe Investitionskosten und fehlendes Kapital als wichtige Barrieren für die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen. Kein Effekt der Firmengröße, ebensowenig ist technisches Risiko statistisch signifikant. Da die Studie nach Durchführung von Audits realisiert wurde, legen die Ergebnisse nahe, dass mit den Audits andere Barrieren für Energieeffizienzmaßnahmen überwunden werden konnten. Allerdings ist dies nur eine Vermutung und müsste verifiziert werden. Qualität der Audits bzw. Zufriedenheit mit dem Audit beeinflusst die Umsetzung positiv.   |
| <b>Gruber &amp; Brand (1991)</b> | <p>Survey. percentage of realized measures increases with firms size and level of energy cost. Main barriers: lacking capital (money needed for other investments), risk (development of energy cost in future uncertain, firms wants to wait for new technocal solutions), lacking information, lacking right personnel</p> <p>Bakeries: main barrier is orientation towards sales. Equipment and modernization of shals claim large part of available investment</p> <p>meat production: only large firms interested in energy conservation (larger spectrum of available measures). Small firms face garder competition which implies great importance of cost reduction that can be achieved faster by cutting labour cost than be reducing energy cost</p> <p>dairies: first priority is product quality and companies do not want to take risk for saving energy</p> <p>fodder industry</p> <p>brick industry: high energy cost and companies more interested in conservation than other industries.</p> <p>wood industry -&gt; first priority is product quality because of intense competition. Using wood for heat production (as "free" energy source) further diminishes conservation incentives</p> |

| Autor (Jahr)   | Wesentliche Ergebnisse  |
|--|---|
| <p><b>Hasanbeigi (2010)</b></p>  | <p>Most important barrier is lacking management attention/ i.e. priority focused on production. Textile industry: mangament priority focused on production as top barrier, second and third ranked barriers relate to uncertainty about cost and performance of energy efficient technologies. Suggested rationale: SMEs often have little capital and hence need to be careful to invest/ fear future development might make technology cheaper or regulation tougher such that technologies do not comply.</p> <p>Cement industry: top three barriers all relate to management concern about production disruption, investment cost, and time required for energy efficiency projects. Rationalized with high cost of production disruption.</p> <p>Experts suggest that lacking financial incentives are an important barrier to energy efficiency in Thai industry.</p> <p>The study further develops a conceptual industrial energy efficiency policy framework consisting of three steps: Awareness, motivation and action.</p>   |
| <p><b>Henriques, Catarino (2016)</b></p>   | <p>Barriers (in Protuguese enterprises) vary by sector: manufacaturing -&gt; preceived cost and risk of production disrptuion, lack of time, cost of obtaining information, competing priorities for capital invesments and information or incentive gaps.</p> <p>larger and more energy consuming enterprises -&gt; limited access to capital, concerns about technical risk and lack of funding</p> <p>small enterprises -&gt; lack of information, limited access to capital, low priorty on energy issues.</p> <p>Major behavioural barriers: limited time, information and cognitvte capacty to process complicated and unfammiliar choices.</p>   |
| <p><b>Jackson (2010)</b></p>   | <p>Review of capital budgeting practices indicates payback analysis as dominant tool for investment decision and low packback times as hurdle to screen out risky projects. This is consistent with satisficing or bounded rationality.</p> <p>Value at risk assessment is proposed to better judge investment projects considering potential returns and risk.</p>   |
| <p><b>Jaffe &amp; Stavins (1994)</b></p>   | <p>Der Artikel systematisiert unterschiedliche Aspekte, die zur Existenz des energy-efficiency gaps beitragen. Als wesentliche Aspekte werden unterschieden: Marktversagen (öffentlicher Gut Charakter von Information, der Einsatz der neuen Technologie an sich kann u.U. Information für andere Marktteilnehmer beinhalten -&gt; positive Externalität, asymmetrische Information), Marktbarrieren (Unsicherheit, unvorteilhafte qualitative Attribute der Technologien, Adoption cost, Heterogenität (Technologie ist für Durchschnittsnutzer aattraktiv, aber nicht für alle)</p>  |
| <p><b>Cagno et al. (2013) (evtl. rausnehmen, da eher theoretisch, keine Empirie)</b></p> | <p>The paper develops a new taxonomy of barriers based on existing literature to eliminate overlaps between barriers and include all elements identified in the literature. The new taxonomy of barriers is::</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Technology-related: Technologies not adequate, Technologies not available</li> <li>Information-related: Lack of information on costs and benefits, Information not clear by technology providers, Trustworthiness of the information source, Information issues on energy contracts</li> <li>Economic: Low capital availability, Investment costs, External risks, Intervention not sufficiently profitable, Intervention-related risks, Hidden costs</li> <li>Behavioural: Other priorities, Lack of sharing the objectives, Lack of interest in energy-efficiency interventions, Imperfect evaluation criteria, Inertia</li> <li>Organisational: Lack of time, Divergent interests, Lack of internal control, Complex decision chain, Low status of energy efficiency</li> <li>Competence-related: Implementing the interventions, Identifying the inefficiencies, Identifying the opportunities, Difficulty in gathering external skills</li> <li>Awareness: Lack of awareness</li> </ul> |