

The logo for the Deutsches Handwerksinstitut (DHI) consists of the letters 'DHI' in a bold, green, sans-serif font. The 'D' and 'H' are connected, and the 'I' is a simple vertical bar.

DEUTSCHES HANDWERKSINSTITUT

Petrik Runst

**Energiekosten, Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit im Handwerk**

Eine Auswertung der ZDH-Energieumfrage

Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung 7

Volkswirtschaftliches Institut für Mittelstand
und Handwerk an der Universität Göttingen

The logo for the Volkswirtschaftliches Institut für Mittelstand und Handwerk (i/f/h) features the lowercase letters 'i', 'f', and 'h' in a stylized, blue, sans-serif font. The letters are separated by vertical bars, creating a segmented appearance.

Veröffentlichung
des Volkswirtschaftlichen Instituts für Mittelstand und Handwerk
an der Universität Göttingen

Forschungsinstitut im Deutschen Handwerksinstitut e.V.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



sowie die
Wirtschaftsministerien
der Bundesländer

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über

<http://dnb.dnb.de>

abrufbar.

ISSN 2364-3897

DOI-URL: <http://dx.doi.org/10.3249/2364-3897-gbh-7>

Alle Rechte vorbehalten

ifh Göttingen • Heinrich-Düker-Weg 6 • 37073 Göttingen

Tel. 0551-39 174882 • Fax 0551-39 4893

eMail: info@ifh.wiwi.uni-goettingen.de

Internet: www.ifh.wiwi.uni-goettingen.de

GÖTTINGEN • 2016

Energiekosten, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit im Handwerk

Eine Auswertung der ZDH-Energieumfrage

Autor: Petrik Runst

Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung Nr. 7

Zusammenfassung

Die Energieintensität eines Unternehmens ist abhängig von der konkret benutzten Kennzahl. Die Energiekosten als Anteil am Umsatz und die Energiekosten als Anteil an den Gesamtkosten sind ein betriebswirtschaftlich wichtiges Maß. Leider wird diese Messgröße stark von den Personal- und Materialkosten beeinflusst. Ein Gewerk mit niedrigen Löhnen (z.B. Friseur, Kosmetiker) erscheint in diesem Lichte als sehr energieintensiv. Dies ist aber nicht zutreffend, wenn man den absoluten Verbrauch betrachtet. Die Variable „Energiekosten pro Mitarbeiter“ wird daher in dieser Studie vorrangig verwendet. Es ist ein gutes Maß für den absoluten Energieverbrauch eines Unternehmens und von hoher volkswirtschaftlicher und umweltpolitischer Relevanz.

Handwerks-Unternehmen führen am häufigsten solche Effizienz-Einzelmaßnahmen durch, welche mit einer Kostenersparnis verbunden sind oder sich relativ leicht umsetzen lassen. Einzelmaßnahmen werden oft in Verbindung mit anderen Maßnahmen ausgeführt, die sich zu Maßnahmenpaketen zusammenfassen lassen. Die vier identifizierten Maßnahmenpakete sind Gebäude, Querschnittstechnologien der Anlagentechnik, Strom- und Wärmeerzeugung und Fuhrpark.

Die Energiekosten eines Unternehmens innerhalb der einzelnen Gewerke haben nur einen sehr geringen Einfluss auf die Durchführung von Effizienzmaßnahmen. Es lässt sich vermuten, dass der Wettbewerb sehr ineffiziente Unternehmen bereits ausgefiltert hat und die Möglichkeiten zur Durchführung von betriebswirtschaftlich rentablen Effizienzmaßnahmen nicht mehr allzu groß sind. Auf der Gewerke-Ebene andererseits besteht ein relativ starker Zusammenhang zwischen diesen Variablen. Unternehmen in Gewerken mit hohen Energiekosten (Brauer und Mälzer, Bäcker etc.) führen häufiger Effizienzmaßnahmen durch als Unternehmen in Gewerken mit geringen Energiekosten (z.B. Friseur). Obwohl die Energieeinsparpotenziale der Firmen betriebswirtschaftlich nicht sehr relevant sind, stellen sie in Summe, eine gesamtgesellschaftlich bedeutende Größe dar.

Der positive Einfluss der Betriebsgröße auf die Durchführung von Effizienzmaßnahmen ist nicht überraschend, ist jedoch besonders stark ausgeprägt im Bereich der Querschnittstechnologien Anlagentechnik. Schließlich haben Effizienzberatungen einen durchweg positiven, aber nur moderat starken Einfluss auf die Durchführung einer Maßnahme. Im Bereich der Gebäude und des Fuhrparks hat eine Beratung den stärksten positiven Effekt. Die Interpretation des kausalen Zusammenhangs gestaltet sich aber nicht einfach.

Schlagerwörter: Energieeffizienz, Energieberatung, Energiekosten, KMU

Energy Costs, Energy Efficiency and Sustainability in Crafts Companies - An empirical analysis of ZDH survey data

Author: Petrik Runst

Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung Nr. 7

Executive Summary

The energy intensity of a company is dependent on the specific energy cost indicator. Total energy costs as a share of total overall costs is an important measure for the purpose of internal business administration. Unfortunately, this variable is influenced strongly by the costs of materials and employees' wages. A low wage trade (e.g. hair dresser) likely appears to be very energy intensive. This, however, is not true when looking at an absolute measure of energy use, such as the variable energy costs divided by the number of employees, which has also been used in this study.

Crafts companies are most likely to implement energy efficiency measures that are cost effective. Certain efficiency measures are often combined with other measures, which can then be classified as bundles of energy efficiency measures. Four typical bundles have been identified in this paper: Building Retrofits, Cross-Sectional Technologies, Electricity and Heat Generation, and Transportation.

The energy costs of small companies have very little effect on the implementation of energy efficiency measures. Perhaps, the competitive environment has eliminated very cost-inefficient companies already and there is little slack to be eliminated. On the level of trades, however, there is a strong association between energy costs and the likelihood of implementing efficiency measures. The size of a company has a positive impact on implementation and this is particularly apparent for Cross-Sectional Technologies. Energy audits affect implementation positively but moderately.

Keywords: *Energy Efficiency, Energy Audits, Energy Costs, SMEs*

Inhalt

1.	Einleitung	1
2.	Theoretische Vorüberlegungen	2
3.	Literaturüberblick	4
4.	Auswertung der ZDH Energieumfrage	6
4.1	Datensatzbeschreibung und Bereinigung	6
4.2	Durchschnittliche Energieverbräuche der Handwerkszweige	8
4.3	Verteilung der Energiekosten innerhalb ausgewählter Gewerke	13
4.4	Inanspruchnahme von Effizienz-Beratungen	16
4.5	Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen	16
4.6	Determinanten von Energieeffizienz-Maßnahmen	20
4.7	Determinanten von Effizienzmaßnahmen im Detail	24
5.	Zusammenfassung und Fazit	27
6.	Anhang - Erläuterung zur empirischen Vorgehensweise	29
7.	Literatur	35

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Gegenüberstellung der Energieeffizienz-Variablen	13
Abbildung 2:	Verteilung der Energiekosten pro Mitarbeiter für ausgewählte Gewerke (in Euro pro Jahr)	14
Abbildung 3:	Einfluss der Unternehmensgröße auf die Energiekosten pro Mitarbeiter (in Euro)	15
Abbildung 4:	Anteil der Unternehmen mit Effizienzberatung und Unternehmensgröße	16
Abbildung 5:	Anteil der Unternehmen, die Effizienzmaßnahmen durchführen	17
Abbildung 6:	Umsetzung aller Maßnahmen im Detail (Prozent der Unternehmen, die Maßnahme durchführten)	18
Abbildung 7:	Energiekosten und Anteil der Unternehmen, welche Effizienzmaßnahmen durchführen	21
Abbildung 8:	Einfluss der Betriebsgröße auf die Durchführung von Effizienzmaßnahmen	22
Abbildung 9:	Mitarbeiterzahl und Energieeffizienzmaßnahmen	23

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Bereinigung der ZDH-Daten	8
Tabelle 2:	Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten (in %)	9
Tabelle 3:	Energiekostenanteil am Umsatz (in %)	10
Tabelle 4:	Energiekosten pro Mitarbeiter (in Euro)	11
Tabelle 5:	Übersicht der Energiekostenindikatoren	12
Tabelle 6:	Maßnahmenpakete, Einzelmaßnahmen, die häufig zusammen umgesetzt werden	19
Tabelle 7:	Anteil der Unternehmen, die Effizienzmaßnahmen durchführten	20
Tabelle 8:	Ergebnisse der Faktorenanalyse	29
Tabelle 9:	Lineares Wahrscheinlichkeitsmodell - Durchführung von mindestens einer Effizienzmaßnahme	31
Tabelle 10:	Lineare Regression - Die Anzahl der durchgeführten Effizienzmaßnahmen	32
Tabelle 11:	Lineares Wahrscheinlichkeitsmodell - Effizienzmaßnahmen im Detail	33
Tabelle 12:	Lineares Wahrscheinlichkeitsmodell - Einzelne Gewerke	34

1. Einleitung

Die Energiewende wurde von der Bundesregierung im Jahr 2010 programmatisch eingeleitet. Die darin enthaltenen Klimaschutzziele sind ambitioniert. So soll zum Beispiel der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch im Jahre 2050 bei 80 % liegen. Das Energiekonzept nennt die Erhöhung der Energieeffizienz dabei als eine explizite Säule dieser mehrgliedrigen Umweltpolitik: „So muss [...] im Strombereich der Ausbau der erneuerbaren Energien zusammen mit der Steigerung der Energieeffizienz, dem Ausbau der Stromnetze und dem Bau neuer Speicher angegangen werden.“¹

Eine Studie der Prognos AG und des Instituts für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft versucht, die Kosteneinsparungen, welche sich durch die Verringerung des deutschen Stromverbrauchs in fünf unterschiedlichen Szenarien ergeben würden, abzuschätzen.² Die Autoren kommen dabei zu dem Ergebnis, dass sich die Gesamtkosten der Stromerzeugung im Jahr 2035 auf 65 Mrd. Euro belaufen könnten, wenn eine jährliche Energieeffizienzsteigerung von 1,3 % erzielt wird. Die Gesamtkosten würden dagegen auf 55 Mrd. Euro sinken, falls die jährliche Effizienzsteigerung 2,1 % beträgt. Dies würde insgesamt einer Absenkung des Stromverbrauchs um 16 % entsprechen.

Es ist davon auszugehen, dass auch die Unternehmen des Handwerks ihre Energiekosten durch eine Erhöhung der Effizienz verringern können. Die Einsparpotenziale sind dabei stark von der Art des Gewerbes und der Art der Energienutzung abhängig. Nahrungsmittelgewerke, wie zum Beispiel die Bäcker oder die Müller, haben einen hohen Stromverbrauch z.B. durch Backöfen oder Mühlen (Prozessenergie). Die Kosten von Dienstleistungsgewerken, zum Beispiel der Friseure, sind hingegen oft von dem Erfordernis der Aufrechterhaltung einer gewissen Raumwärme geprägt. Schließlich stellen Treibstoffkosten insbesondere in den Bauhandwerken, zum Beispiel im Bereich Sanitär, Heizung, Klima oder bei Malern und Lackierern einen wichtigen Energiepostenpunkt dar. Zudem sind die Unternehmen des Handwerks an die lokalen Nachfragebedingungen angepasst und damit sehr heterogen. Dadurch lassen sich Energieeffizienz-Ratschläge möglicherweise nicht standardisiert anwenden. In anderen Worten, die Kosten der Suche nach Einsparpotenzialen sind relativ hoch und von den spezifischen Eigenschaften der jeweiligen Unternehmen bzw. Gewerke abhängig.

In dieser Studie sollen zunächst die wichtigsten bisherigen Arbeiten zu Energieverbräuchen und Energie-Effizienz in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) und Handwerk zusammengetragen und diskutiert werden. Anschließend wird die ZDH-Sonderumfrage über Energieeffizienz aus dem Jahr 2012 ausgewertet. Im ersten Teil der Auswertung werden drei unterschiedliche Energieintensitätsvariablen diskutiert und verglichen. Dabei zeigen sich deutliche Energiekostenunterschiede zwischen den Gewerken, aber auch den einzelnen Unternehmen. Im zweiten Teil der Auswertung werden die einzelnen Effizienzmaßnahmen, welche die Unternehmen umsetzen, aufgezeigt und analysiert. Hierbei zeigt sich, dass die 17 Einzelmaßnahmen auf vier Maßnahmenpakete reduziert werden können. Im letzten Teil der Auswertung wird auf die Frage eingegangen, welche Faktoren die Durchführung von Effizienzmaßnahmen positiv oder negativ beeinflussen.³

¹ Vgl. BMWI (2010), S. 4.

² Vgl. Agora Energiewende (2014), S. 67-73.

³ Diese Studie ist Teil folgender Publikation: Buschfeld, D. und Rehbold, R. R. (Hrsg.) (2016): Die Energiewende - Chancen Risiken und Handlungsbedarfe im Handwerk. Ein Handbuch mit Handlungsempfehlungen für Betriebe und Handwerksorganisationen. Aus der Reihe: Arbeitshefte zur berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung, Heft A 28, Köln.

2. Theoretische Vorüberlegungen

Geht man vom mikroökonomischen Modell eines voll informierten, profitmaximierenden Unternehmers aus, wären alle wirtschaftlich sinnvollen Energieeinsparpotenziale bereits ausgenutzt. Der Unternehmer minimiert seine Kosten, um einen optimalen Produktionsprozess zu gewährleisten. Ineffizienz vermindert den Gewinn und wird daher versucht zu vermeiden. Übrig bleibt allein die Möglichkeit, Energieverbrauchreduzierungen vorzunehmen, die für den Betrieb betriebswirtschaftlich nicht sinnvoll sind. Eine derartige, nicht wirtschaftliche Maßnahme kann jedoch trotzdem gesellschaftlich wünschenswert sein, wenn dadurch negativen externen Effekten, wie zum Beispiel dem Treibhausgasausstoß, entgegengewirkt wird.

Obwohl die Motivation zur Kostensenkung in der Praxis vorhanden ist, werden Geschäftsführer/innen keine vollkommene Rationalität erreichen. Die menschlichen kognitiven Fähigkeiten sind begrenzt.⁴ Verhaltensökonomische Studien haben in den letzten Jahrzehnten eine Reihe von häufig begangenen Denkfehlern identifiziert.⁵ Zum anderen kann man die Rationalität des Geschäftsführers nicht mit der Rationalität eines Unternehmens gleichsetzen. Es könnte beispielsweise interne Widerstände gegen die Anordnungen geben, die dazu führen, dass bestimmte Maßnahmen nicht umgesetzt werden.

Allerdings werden unvollkommen rationale Akteure, wenn sie nicht betriebswirtschaftlich arbeiten, vom Markt herausgefiltert. Zurück bleiben die Unternehmen, welche ihre Kosten minimieren.⁶ Unterschiede bei der Energieeffizienz zwischen den Unternehmen eines Gewerkes sollten demzufolge recht klein ausfallen - stark unwirtschaftliche Akteure würden vom Markt verdrängt werden, sobald der Energiekostenanteil einen zu vernachlässigenden Mindestwert überschreitet. Eventuelle Energiekostenunterschiede reflektieren in diesem Modell reale Unterschiede der Branche oder der regionalen Märkte und nicht das mangelnde Kostenbewusstsein einzelner Geschäftsführer. Einige Bäcker in urbanen Regionen könnten zum Beispiel erhöhte Energiekosten aufweisen, wenn sie selbst Mehl, je nach Sorte, in separaten Mühlen herstellen (Stichwort Allergiker), anstatt dieses bei Müllern anzukaufen. Geringere Stromkosten könnten wiederum ein Resultat der Nutzung von Fertigware sein.

Der Wettbewerb entspricht natürlich nicht dem fiktiven vollkommenen Idealtypus. Deshalb kann man davon ausgehen, dass einige wenige Unternehmen am Markt bestehen bleiben, obwohl sie ihre Energiekosten nicht minimiert haben. Die Gründe für einen beeinträchtigten Wettbewerb sind vielfältig und reichen von staatlichen Eingriffen (Lizenzen, Zugangsbeschränkungen) bis zu Skaleneffekten bei der Produktion etc.

In der Realität lassen sich, laut einer Prognos Studie⁷ in der Regel betriebswirtschaftlich sinnvolle Einsparpotenziale identifizieren. Vor allem KMU sind sich ihren Möglichkeiten oft nicht bewusst.⁸ Wie bereits erwähnt, könnten derartige Energieeffizienzgewinne große gesamtwirtschaftliche Kostenminderungen auslösen.⁹

⁴ Vgl. Simon, H. (1996).

⁵ Vgl. Kahneman, D. und Tversky, A. (1974).

⁶ Vgl. Alchian, A. (1950).

⁷ Vgl. Thamling, N. u. a. (2010).

⁸ Vgl. Thamling, N. u. a. (2010), S.8.

⁹ Vgl. Agora Energiewende (2014).

Bei theoretischen Berechnungen dieser Art wird aber oft nicht beachtet, dass Energieeinsparpotenziale nicht offensichtlich sind. Der Unternehmer muss sie finden und die Suche danach stellt einen gewissen Zeitaufwand, und damit einen Kostenpunkt dar.¹⁰ Gerade im Handwerk sind die Betriebsgrößen im Durchschnitt sehr klein und es gibt oft niemanden, der sich speziell mit der Vermeidung von Energiekosten auseinandersetzt. Es lässt sich also vermuten, dass kleine Unternehmen weniger effizient arbeiten als größere. Besonders in Gewerken mit geringer durchschnittlicher Mitarbeiterzahl (z.B. Fliesen-, Platten- und Mosaikleger, Kosmetiker)¹¹ könnten mögliche Einsparpotenziale übersehen werden.

Stünden leicht zugängliche und anwendbare Informationen im Hinblick auf Einsparpotenziale zur Verfügung, könnte der Unternehmer diese nutzen, um seine Energiekosten zu minimieren. Eine eventuelle Bereitstellung von Energie-Tipps oder eine branchenspezifische Energieeffizienzberatung könnte also durchaus eine Verminderung von Treibstoff-, Heiz- und Stromverbräuchen bewirken.

Des Weiteren haben größere Unternehmen oft geringere relevante Transaktionskosten. Ein größeres Unternehmen könnte einen einfacheren Zugang zu Krediten haben, was sich positiv auf die Umsetzung von Energieeffizienzinvestitionen auswirkt. Große Unternehmen profitieren zudem von Skaleneffekten. Eine große Produktionsanlage verursacht möglicherweise geringere durchschnittliche Energiekosten als kleinere Produktionsanlagen. Ein Bäcker beispielsweise, welcher seine Backwaren zentral produziert und in mehreren Filialen verkauft, könnte also möglicherweise kostengünstiger arbeiten als ein kleiner Bäcker mit integrierter Produktion und Verkauf.¹² Unter der Annahme, dass die Unternehmen im Wettbewerb zueinander stehen, kann man wiederum davon ausgehen, dass die ineffizienten kleineren Unternehmen längerfristig vom Markt verschwinden. Diese Marktveränderungen vollziehen sich nicht augenblicklich. Deswegen kann es kurz- oder mittelfristig geschehen, dass energieeffizientere Großbetriebe und einige weniger effiziente Kleinbetriebe koexistieren.

Man darf nicht davon ausgehen, dass die Subventionierung von Energieeffizienzmaßnahmen ausschließlich zu einer Verringerung des Energiebedarfs führt. Wenn durch die verbesserte Wärmedämmung weniger Raumwärme verloren geht (und Heizen damit billiger wird), kann es sein, dass man z.B. weniger darauf achtet, ob die Heizkörper nachts ausgeschaltet sind. Wenn sich die Fahrtkosten durch Elektromotoren verringern, kann es sein, dass sich der betriebliche Aktions-Radius erhöht, also mehr Kilometer gefahren werden. Eine solche Verhaltensänderung wird in der Literatur als sogenannter *rebound effect* bezeichnet.¹³ Besonders im Bereich der Wärmedämmung fallen die erhofften Einsparungen daher meist geringer aus als theoretisch erwartet.¹⁴

¹⁰ Vgl. Stigler, G. J. (1961).

¹¹ Damen- und Herrenschneider, Maler und Lackierer, Klempner, Augenoptiker, Zimmerer und Uhrmacher sind andere Gewerke mit geringer Unternehmensgröße (durchschnittlich unter 10 Mitarbeitern).

¹² Insofern die Kosten der Transportenergie diese Einsparung nicht überkompensieren.

¹³ Vgl. Achtnicht, M. und Koesler, S. (2014).

¹⁴ Der rebound effect ist nicht zwangsläufig irrationales Verhalten. Wenn die marginalen Fahrtkosten durch verbesserte Technologien sinken, kann es durchaus gewinnmaximierend sein, Aufträge anzunehmen, die weiter vom Unternehmensstandort entfernt sind. Wenn eine Wärmedämmung des Gebäudes vorhanden ist, verringern sich die Kosten der nicht ausgeschalteten Heizung. Der Arbeitsbereich wird dann vielleicht am Morgen schon vor Ankunft der Mitarbeiter erwärmt, um einen angenehmeren Arbeitsbeginn zu ermöglichen. Vgl. Galvin, R. und Sunnika-Blank, M. (2013), Sunnika-Blank, M. und Galvin, R. (2012).

3. Literaturüberblick

Ein Drittel der mittelständischen Unternehmen hat, laut Angaben von KfW Research, zwischen den Jahren 2011 und 2013 Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz durchgeführt. Weitere 10 % befinden sich in der Planungsphase. Dabei werden Maßnahmen zur Senkung der Energiekosten, laut den Autoren, besonders häufig von größeren Mittelständlern durchgeführt.¹⁵ Letztere sind in der Lage, einzelne Mitarbeiter mit der speziellen Aufgabe zu betrauen, nach Energieeinsparpotenzialen zu suchen. Diese Möglichkeit ist aufgrund der geringeren Arbeitsteilung in kleineren Betrieben weniger stark ausgeprägt. Die empirischen Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigen diesen Zusammenhang.

Außerdem berichten die Autoren, dass Maßnahmen zur Energiekosteneinsparung häufiger in Unternehmen mit einem Energiekostenanteil von mehr als 10 % durchgeführt werden.¹⁶ Man könnte vermuten, dass Unternehmen mit einem hohen Energiekostenanteil stärkere Investitionsanreize haben. Dieses Ergebnis bestätigt sich auch in den einschlägigen wissenschaftlichen Publikationen zum Thema.¹⁷ Keine der Publikationen berichtet allerdings die Effektstärke, sondern konstatiert lediglich die Existenz des statistischen Zusammenhangs. Die vorliegende Studie behebt dieses Problem.

Die vorliegenden Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Energiekosten und der Durchführung von Effizienzmaßnahmen differenzieren nicht zwischen Energiekostenunterschieden der Unternehmen innerhalb einer Branche, welche sich in einer ähnlichen technologischen Situation befinden, und den Unterschieden der durchschnittlichen Energiekosten zwischen den einzelnen Branchen selbst. Schließlich haben etwa Bäcker einen höheren Energiekostenanteil als Tischler. Um dieses Problem zu beheben, analysiert die vorliegende Studie den Unterschied zwischen den Unternehmen eines Gewerkes und den Unterschied zwischen den Gewerken getrennt voneinander.

Laut der KfW-Effizienzstudie hat das Verarbeitende Gewerbe einen größeren Energiekostenanteil als das Baugewerbe und das Dienstleistungsgewerbe.¹⁸ Bei den Unternehmen mit mehr als 50 Beschäftigten stellen die Sanierung von Arbeitsgebäuden (46% aller Unternehmen), die Investition in effizientere Geräte und Produktionsanlagen (57%) und die Inanspruchnahme von Energieberatungen (41%) die wichtigsten Energieeffizienzmaßnahmen dar. Die kleineren Betriebe, unter denen sich die meisten Handwerksunternehmen befinden, wählen deutlich niedrighschwelligere Maßnahmen, wie die Überprüfung ihrer Energieversorgerverträge (37%) und die Umstellung auf erneuerbare Energien (35%) und der Schulung von Mitarbeitern (27%). Immerhin 34 % der kleineren Unternehmen verbesserten die energetische Beschaffenheit ihrer Gebäude. Junge Unternehmen und Unternehmen in den ostdeutschen Bundesländern führen Energieeffizienzmaßnahmen weniger häufig durch, da sie über modernere Gebäude und Anlagen verfügen. Neben steuerlichen Förderungen und anderen Finanzierungshilfen wünschen sich die kleinen und mittleren Unternehmen vor allem eindeutige und verlässliche Rechtsvorschriften.¹⁹

¹⁵ Vgl. Zimmermann, V. (2014).

¹⁶ Vgl. Zimmermann, V. (2014).

¹⁷ Vgl. Fleiter, T. u. a. (2009).

¹⁸ Vgl. Schwartz, M. und Braun, M. (2013).

¹⁹ Vgl. Schwartz, M. und Braun, M. (2013).

Die Datenbasis im Hinblick auf die Anzahl der Handwerksunternehmen ist in der KfW-Studie sehr begrenzt. Auch berichten die Autoren nicht davon, dass ihre Daten nach Beschäftigungsgrößenklassen gewichtet wurden, was nach meinen Berechnungen zu deutlichen Abweichungen führt. Die ZDH-Energieumfrage, welche hier herangezogen wird, umfasst hingegen deutlich mehr Handwerksbetriebe und erlaubt eine Differenzierung nach Gewerken. Außerdem wurden alle Daten nach Beschäftigtengrößenklassen (in allen Gewerken separat) gewichtet (ca. 180 Einzelgewichte).

In einer Umfrage von 910 Unternehmen der Mittelstandsinitiative Energieeffizienz zeigte sich, dass 17 % der Firmen Energieeffizienzmaßnahmen nicht umsetzen, weil sie entweder unwirtschaftlich sind, zu hohe Investitionskosten verursachen oder andere Investitionen eine höhere Priorität haben.²⁰ Immerhin 17 % der Unternehmen, die eine Effizienzberatung in Anspruch nahmen, waren unzufrieden. Die drei am häufigsten genannten Gründe sind zu pauschale Beratung, ein zu geringer Erkenntnisgewinn und eine zu oberflächliche Bestandsaufnahme.

²⁰ Vgl. Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz (2014).

4. Auswertung der ZDH Energieumfrage

In diesem Abschnitt wird die ZDH-Energieumfrage 2012 ausgewertet. Folgende Fragen stehen im Fokus der Analyse.

- Wie hoch sind die durchschnittlichen Energiekosten in den einzelnen Gewerken?
- Welche Handwerkszweige bzw. -branchen sind aufgrund ihrer hohen Energieintensität in Bezug auf Energieeffizienzmaßnahmen besonders vordringlich anzusprechen?
- Gibt es eine hohe Variabilität der Energiekosten innerhalb der Gewerke?
- In welchem Umfang werden Energieeffizienzberatungen durchgeführt?
- Welche Effizienzmaßnahmen werden durchgeführt - nicht durchgeführt? Gibt es bestimmte Einzelmaßnahmen, die häufig zusammen durchgeführt werden?
- Welche Gewerke setzten Effizienzmaßnahmen schneller bzw. langsamer um?
- Welche Kriterien bestimmen die Geschwindigkeit der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen?

4.1 Datensatzbeschreibung und Bereinigung

Die Energie-Verbrauchs-Umfrage mit vorliegenden Antworten von 5.300 Handwerksbetrieben im gesamten Bundesgebiet wurde vom Zentralverband des Deutschen Handwerks in Zusammenarbeit mit 35 Handwerkskammern im ersten Quartal des Jahres 2012 durchgeführt. Die an der Umfrage beteiligten Unternehmen haben eine Beschäftigtenzahl von insgesamt 88.700.²¹ Die Sonderumfrage wurde der halbjährlich erhobenen Konjunkturumfrage der Handwerkskammern angefügt. Der Datensatz beinhaltet zum einen Informationen zu Verbräuchen einzelner Energiearten, wie zum Beispiel Strom, Gas, oder Diesel. Hier bestand das Problem, dass viele Unternehmer diese konkreten Zahlen entweder nicht kennen bzw. für sie der Zeitaufwand für das Ausfüllen der Umfrage zu hoch gewesen ist. Zum anderen wurden auch die Energiekosten differenziert nach Strom, Heizung und Kraftstoffen, abgefragt. Letztere Variablen sind für Unternehmer von direkter betriebswirtschaftlicher Relevanz und wurden dementsprechend häufiger als Verbrauchsvariablen im Fragebogen eingetragen.

Addiert man die drei Energiekostenpunkte (Strom, Heizung, Kraftstoffe), liegen ca. 4.400 Beobachtungen mit verfügbaren Gesamtenergiekosten vor. Es soll hier zunächst beschrieben werden, mit welchen Methoden und in welcher Reihenfolge die Daten bereinigt und überprüft wurden. Die Aufbereitung der Daten ist in Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt.

Erster Schritt: In einigen Fällen (n=331), gibt es Angaben zu Stromverbräuchen, aber keine Angaben zu Stromkosten. Aus dem Datensatz lässt sich ein durchschnittlicher Kilowattpreis von 22,7 Cent errechnen, mit denen die fehlenden Angaben ergänzt wurden.

In einem zweiten Schritt wurden 48 Fälle identifiziert, in denen Heizkosten, aber keine Stromkosten vorliegen. Diese Situation erscheint nicht plausibel, da ein Raum, welcher Heizkosten verursacht, ebenfalls Stromkosten mit sich bringt. Es ist jedoch möglich, dass der Strom selbst produziert wird, zum Beispiel über eine eigene Photovoltaikanlage und deshalb

²¹ Die Beschäftigtenzahl errechnet sich aus der im Datensatz vorhandenen Variable „Anzahl der Beschäftigten“ und schließt die Inhaber der Unternehmen ein.

keine Stromabnahmekosten aufgeschrieben wurden. Tatsächlich steht in 9 der 48 Fälle eine erneuerbare Stromenergiequelle zur Verfügung. Die anderen 39 Fälle wurden gelöscht.

Dritter Schritt: Wie aus der bisherigen Datenbereinigung bereits ersichtlich ist, kann man im Datensatz nicht sehen, ob ein Kostenpunkt nicht eingetragen wurde oder für das jeweilige Unternehmen gleich Null ist. So kann es zum Beispiel sein, dass ein Betrieb Stromkosten, aber keine Heizungskosten angibt. Diese Situation tritt im Datensatz immerhin 594-mal auf. Möglicherweise wird dort eine E-Heizung genutzt. Dies erscheint allerdings unwahrscheinlich und dürfte nur in wenigen Fällen zutreffen. Es könnte weiterhin sein, dass Solarthermie, Biomasse, eine Wärmepumpe oder andere erneuerbare Quellen für die Wärmeengewinnung genutzt werden. Diese 173 der 594 Fälle sind also plausibel. Zunächst wurden die 381 Fälle gelöscht, bei denen Informationen zu Stromkosten, aber weder zu Heizungs- noch Kraftstoffkosten vorliegen und welche keine erneuerbaren Wärme-Energiequellen nutzen. Danach wurden 14 Fälle gelöscht, bei denen Stromkosten nur deshalb vorliegen, weil sie in Schritt 1 (siehe oben) geschätzt wurden, aber keine Heizungskosten angegeben wurden, und welche keine EE-Quellen nutzen.

In einem vierten Schritt werden die 175 Fälle, bei denen ausschließlich Kraftstoffkosten vorliegen, untersucht. Nach näherer Betrachtung der Gewerke erscheint diese Kostenstruktur in den meisten Fällen plausibel. Es handelt sich um Dienstleistungen, die beim Kunden vor Ort vorgenommen werden können, wie zum Beispiel Friseure, Elektroinstallateure oder Maler und Fliesenleger. Bis auf 40 Fälle haben diese Unternehmen weniger als 5 Mitarbeiter. Müller und Voigt (2014) zeigen, dass Soloselbstständige in weniger als einem Drittel aller Fälle über einen eigenen Unternehmensstandort verfügen. Viele nutzen Arbeitszimmer zu Hause oder arbeiten beim Kunden.²² Größere Betriebe, welche ausschließlich Kraftstoffkosten angeben, werden in der folgenden Analyse nicht berücksichtigt, da das Fehlen eines Unternehmenssitzes mit Strom- und Heizkosten hier unwahrscheinlich ist.

Bei 542 Beobachtungen liegen keinerlei Energiekosten vor. Diese wurden in der weiteren Analyse ebenfalls nicht berücksichtigt.

Trotz der sorgfältigen Maßnahmen zur Bereinigung der Daten ist es möglich, dass im Unternehmen vorliegende Energiekosten im Fragebogen nicht angegeben wurden. Diese Nullangaben können dazu führen, dass die Energiekosten der Handwerksbetriebe unterschätzt werden. Um die Größenordnung dieses potenziellen Datenproblems zu untersuchen, kann man für einige Gewerke (mit relativ hoher Fallzahl) die durchschnittlichen Energiekosten für die Unternehmen berechnen, bei denen vollständige Angaben vorliegen und diese mit den durchschnittlichen Energiekosten der nicht eingeschränkten Stichprobe vergleichen. Je nach Gewerk liegt die Diskrepanz bei 5 bis 11 %. Hierbei gilt es zu beachten, dass die Durchschnittskosten der Unternehmen mit vollständigen Angaben die tatsächlichen durchschnittlichen Energiekosten der Gesamtpopulation *überschätzen* dürften. Es ist durchaus plausibel, dass z.B. ein Tischler oder Bäcker keine Kraftstoffkosten hat. Diese Beobachtungen sollten deshalb nicht pauschal ausgeschlossen werden. Die 11 % stellen also eine Fehlerobergrenze dar.

Man kann davon ausgehen, dass sich die Daten nach den beschriebenen Bereinigungen in einem guten Zustand befinden und für die aktuelle Fragestellung genutzt werden können.

²² Vgl. Müller, K. und Vogt, N. (2014).

Tabelle 1: Bereinigung der ZDH-Daten

	Problem	Fallzahl	Art der Breinigung
1	Stromverbrauch größer Null, aber keine Stromkosten angegeben	331	Stromkosten geschätzt: Durchschnittspreis x Verbrauch
2	Heizungskosten angegeben, aber keine Stromkosten angegeben	39	Die Beobachtungen wurden gelöscht
3.1	Nur Stromkosten angegeben	173	EE-Wärme wird genutzt Beobachtung wird beibehalten
3.2		381	Keine EE-Wärmenutzung Die Beobachtungen wurden gelöscht
3.2		14	Stromkosten durch Schätzung (1) Die Beobachtungen wurden gelöscht
4	Nur Kraftstoffkosten angegeben	175	40 Beobachtungen (mit mehr als 5 Mitarbeitern) wurden gelöscht
5	Es liegen keine Energiekosten vor	542	Die Beobachtungen wurden gelöscht

ifh Göttingen

Quelle: ZDH-Energieumfrage 2012

4.2 Durchschnittliche Energieverbräuche der Handwerkszweige

Die Analyse der Energiekosten der einzelnen Gewerke basiert auf drei unterschiedlichen Variablen: Die Energiekosten als Anteil an den Gesamtkosten, der Energiekostenanteil am Umsatz und die Energiekosten pro Mitarbeiter. Im Folgenden werden die drei Energiekostenmaße zunächst dargestellt und deren individuelle Aussagekraft ausgewertet.

Nach der Anwendung der beschriebenen Datenbereinigung verbleiben 1737 Unternehmen im Datensatz, für welche der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten verfügbar ist.²³ Tabelle 2 fasst den durchschnittlichen Energiekostenanteil und die Standardabweichung der einzelnen Gewerke zusammen. Es werden nur Gewerke mit mindestens 22 Beobachtungen dargestellt (N=1531).

Die Heterogenität der Gesamtkosten stellt den schwerwiegendsten Nachteil dieser Variable dar. Einige Gewerbebezüge (Friseure, Kosmetiker etc.) haben niedrige Material- und Personalkosten. Moderate Energieverbräuche schlagen so mit einem hohen Anteil an den Gesamtkosten durch. Andere Gewerke zeichnen sich durch hohe Materialkosten aus (Feinwerkmechaniker, Straßenbauer). Bei diesen Unternehmen kann sich ein hoher absoluter Energieverbrauch hinter einem geringeren Gesamtkostenanteil für Energie verbergen.

Wie Tabelle 2 zeigt, zeichnen sich die Raumausstatter, Bäcker, Fleischer und Friseure durch hohe Energiekostenanteile aus.²⁴ Zimmerer, Dachdecker, Elektrotechniker, Metallbauer, Kfz-Techniker sowie Maurer und Betonbauer haben geringe Energiekostenanteile. Insgesamt zeigt sich, dass die Energiekosten nur einen Bruchteil der Gesamtkosten ausmachen. Sie liegen meist

²³ Unternehmen mit einem Anteil von weniger als 2 % und mehr als 50 % wurden nicht in die Berechnungen einbezogen, da hier höchstwahrscheinlich falsche Kosten in den Fragebogen eingetragen wurden.

²⁴ Bei Friseuren und Raumausstattern sind die niedrigen Personalkosten ausschlaggebend für den hohen Kostenanteil.

deutlich unter 10 %. Die Energiekosten im Handwerk sind der Kostenstruktur im KfW-Mittelstandspanel nicht unähnlich. Nur 20 % aller mittelständischen Unternehmen haben einen Energiekostenanteil von mehr als 10 %.²⁵ Die Standardabweichung ist i.d.R. hoch, d.h. die Unternehmen sind sehr heterogen im Hinblick auf die Energiekosten. Es verbergen sich höchstwahrscheinlich sehr unterschiedliche Arten von Unternehmen hinter den Gewerke-Kategorien (z.B. ambulante vs. stationäre Friseure, Bäcker mit viel oder wenig Fertigware etc.).

Tabelle 2: Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten (in %)

Rang	Gewerk	Anteil Energiekosten an Gesamtkosten	Standard Abweichung	N
1	Fliesen- Platten- und Mosaikleger	13,6%	0,02	41
2	Kosmetiker	13,3%	0,02	27
3	Raumausstatter	11,1%	0,03	32
4	Friseure	11,0%	0,01	98
5	Gebäudereiniger	10,2%	0,03	22
6	Bäcker	9,9%	0,01	110
7	Fleischer	9,4%	0,01	72
8	Informationstechniker	9,2%	0,01	30
9	Tischler	9,0%	0,01	128
10	Installateur und Heizungsbauer	8,9%	0,01	96
11	Maler und Lackierer	8,4%	0,01	91
12	Feinwerkmechaniker	8,1%	0,01	53
13	Straßenbauer	8,0%	0,02	43
14	Metallbauer	8,0%	0,01	107
15	Elektrotechniker	7,6%	0,01	138
16	Zahntechniker	7,5%	0,01	22
17	Kraftfahrzeugtechniker	7,5%	0,01	109
18	Maurer und Betonbauer	7,4%	0,01	144
19	Zimmerer	7,0%	0,09	63
20	Glaser	6,9%	0,01	23
21	Klempner	6,6%	0,02	25
22	Dachdecker	5,9%	0,01	57

ifh Göttingen

Quelle: ZDH-Energieumfrage 2012, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigtenrößenklassen

Der Energiekostenanteil am Umsatz stellt die zweite Möglichkeit zur Erfassung der Energieintensität dar (Tabelle 3). Dieses Maß ist dem vorherigen sehr ähnlich. Die Gewerke-Rangfolge der beiden Variablen korreliert mit 0,83. Man kann also davon ausgehen, dass hier sehr ähnliche Sachverhalte gemessen werden.²⁶ Die drei Gewerke mit dem höchsten Energiekostenanteil am Umsatz sind die Friseure, Kosmetiker, Fliesen-, Platten- und Mosaikleger und Raumausstatter - die gleichen Gewerke belegen die ersten vier Plätze beim Energie-Gesamtkostenanteil. Alle vier Gewerke zeichnen sich nicht durch einen hohen Energieverbrauch aus, aber durch niedrige Personal- und Materialkosten. Deswegen müssen sie nur einen

²⁵ Vgl. Schwartz (2014).

²⁶ Auf Unternehmensebene korrelieren der Energiekostenanteil an den Gesamtkosten und der Anteil der Energiekosten am Umsatz mit 0,96.

geringen Umsatz erwirtschaften, um am Markt zu bestehen. Da Umsatzzahlen sensible Information darstellen, werden sie, ähnlich den Gesamtkosten, nur ungern angegeben. Die Fallzahl liegt bei 2.099.

Tabelle 3: Energiekostenanteil am Umsatz (in %)

Rang		Energiekostenanteil	Standard	N
		am Umsatz	Abweichung	
1	Friseure	7,5%	0,01	107
2	Kosmetiker	7,2%	0,01	30
3	Fliesen-, Platten- und Mosaikleger	7,0%	0,01	51
4	Raumausstatter	6,7%	0,01	36
5	Bäcker	6,6%	0,00	112
6	Fleischer	6,4%	0,01	76
7	Straßenbauer	6,1%	0,01	50
8	Karosserie- und Fahrzeugbauer	5,7%	0,01	24
9	Gebäudereiniger	5,7%	0,01	39
10	Informationstechniker	5,5%	0,01	38
11	Feinwerkmechaniker	5,3%	0,01	64
12	Maurer und Betonbauer	5,3%	0,01	209
13	Zimmerer	5,1%	0,01	82
14	Metallbauer	4,9%	0,01	138
15	Elektrotechniker	4,9%	0,01	205
16	Gerüstbauer	4,8%	0,01	25
17	Tischler	4,7%	0,01	156
18	Maler und Lackierer	4,5%	0,01	117
19	Installateur und Heizungsbauer	4,4%	0,00	146
20	Glaser	4,3%	0,01	26
21	Zahntechniker	4,2%	0,01	36
22	Klempner	3,9%	0,01	32
23	Kraftfahrzeugtechniker	3,4%	0,00	184
24	Augenoptiker	3,2%	0,01	24
25	Dachdecker	2,7%	0,00	92

ifh Göttingen

Quelle: ZDH-Energieumfrage 2012, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigtengrößenklassen

Verglichen mit dem Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten ist die Datenbasis bei den Energiekosten pro Mitarbeiter deutlich breiter (N=3979). Viele Unternehmen waren sich ihrer Gesamtkosten und Umsatzzahlen entweder nicht bewusst oder wollten diese nicht angeben. Die Mitarbeiterzahl ist eine weit weniger sensible Variable und liegt bei allen Unternehmen vor. Außerdem sind die Pro-Kopf-Energiekosten der Gewerke und Unternehmen gut vergleichbar. Diese Variable leidet nicht unter dem weiter oben beschriebenen Problem der Kostenheterogenität, welches den „Energiekostenanteil“ und den „Energiekostenanteil am Umsatz“ plagt.

Die Straßenbauer und Gebäudereiniger haben mit Abstand die höchsten Energiekosten pro Mitarbeiter. Danach findet man Fleischer, Feinwerkmechaniker, Kälteanlagenbauer und Bäcker, dicht gefolgt von einer Reihe weiterer Gewerke (Karosserie- und Fahrzeugbauer, KFZ-Techniker, Maurer und Betonbauer). Am unteren Ende der Energiekosten pro Mitarbeiter befinden sich die Friseure, Kosmetiker, Fotografen und Zahntechniker. Es fällt auf, dass Gewerke mit niedrigen Pro-Kopf-Kosten meist dienstleistungsorientiert sind. Außerdem gibt es bei ihnen keinen großen

Platzbedarf (geringe Heiz- und Stromkosten) und wenig Anlagentechnik. Die Gewerke mit hohen Energiekosten sind oft produzierende Gewerbe, welche Anlagentechnik benötigen.

Tabelle 4: Energiekosten pro Mitarbeiter (in Euro)²⁷

Rang	Gewerk	Energiekosten pro Mitarbeiter	Standard Abweichung	N
1	Straßenbauer	4.997	668	78
2	Gebäudereiniger	4.478	532	39
3	Fleischer	3.637	393	129
4	Feinwerkmechaniker	3.558	393	129
5	Kälteanlagenbauer	3.541	741	26
6	Bäcker	3.395	282	168
7	Karosserie und Fahrzeugbauer	3.387	547	48
8	Raumausstatter	3.373	337	72
9	Fliesen-, Platten- und Mosaikleger	3.302	324	104
10	Kraftfahrzeugtechniker	3.168	209	409
11	Landmaschinenmechaniker	3.125	473	37
12	Maurer und Betonbauer	3.117	175	365
13	Informationstechniker	3.110	562	54
14	Installateur und Heizungsbauer	3.103	250	278
15	Gerüstbauer	3.079	540	41
16	Tischler	3.067	217	304
17	Elektrotechniker	2.988	208	375
18	Glaser	2.964	435	48
19	Maler und Lackierer	2.914	299	188
20	Zimmerer	2.746	216	149
21	Dachdecker	2.734	327	139
22	Elektromaschinenbauer	2.587	580	33
23	Metallbauer	2.574	162	236
24	Klempner	2.388	556	49
25	Augenoptiker	2.294	287	43
26	Zahntechniker	2.217	392	54
27	Fotografen	2.064	214	169
28	Kosmetiker	1.634	325	46
29	Friseure	1.409	130	169

ifh Göttingen

Quelle: ZDH-Energieumfrage 2012, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

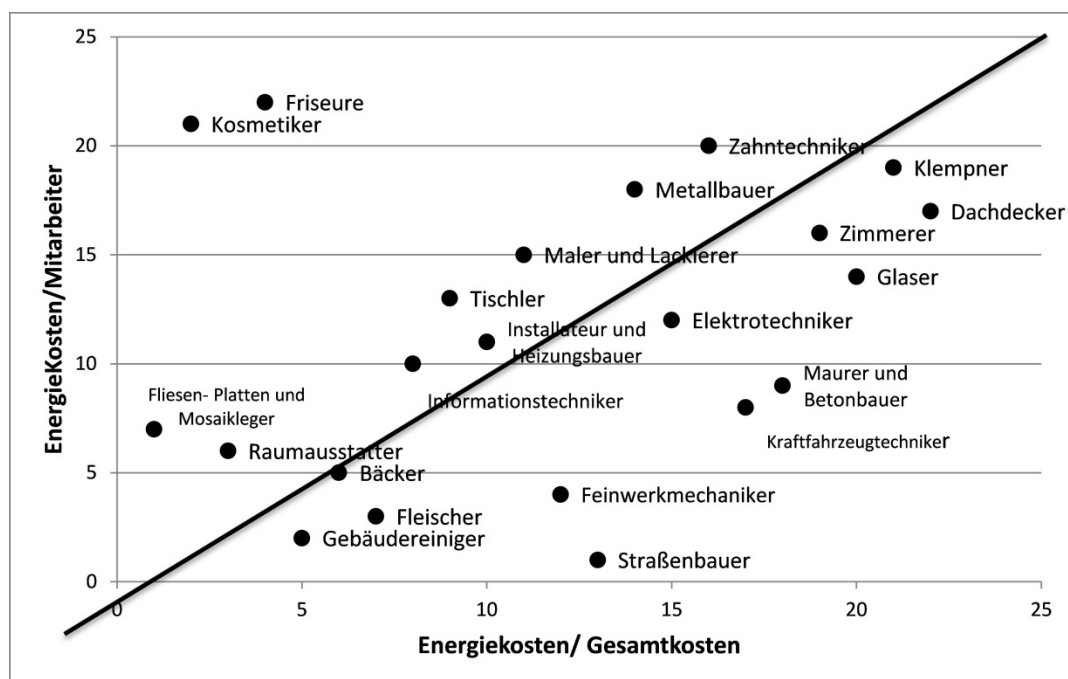
²⁷ Unternehmen mit weniger als 500 und mehr als 20.000 Euro Energiekosten pro Mitarbeiter und Jahr wurden von der Analyse ausgeschlossen (Ausreißer). Eine Ausnahme: Bei Gewerken mit niedrigen Energiekosten pro Mitarbeiter (<2.000 Euro) wurden Unternehmen mit weniger als 200 Euro Energiekosten pro Mitarbeiter nicht berücksichtigt. Diese Änderung hat keine Auswirkung auf das Ranking, und den Bruch/Fehler, der dadurch entsteht, ist minimal (kleiner als 50 Euro). Der Ausschluss der Tiefst- und Höchstwerte ist notwendig, um Fehler beim Ausfüllen des Fragebogens/Eintragen der Daten nicht in die Ergebnisse einfließen zu lassen. Der Tiefstwert (cut-off point) für Gewerke mit geringem Energieverbrauch pro Mitarbeiter muss angepasst werden, damit nicht fälschlicherweise valide Beobachtungen ausgeschlossen werden.

Abbildung 1 stellt abschließend die Variable „Energiekostenanteil“ und „Energiekosten pro Mitarbeiter“ für die einzelnen Gewerke gegenüber, wobei der Rang der Energiekosten pro Mitarbeiter auf der y-Achse und die Energiekosten als Anteil an den Gesamtkosten auf der X-Achse dargestellt ist. Die 45-Gradlinie stellt eine Situation dar, in welcher der Rang der ersten Variable exakt dem Rang der zweiten Variable entspricht. Kurz, die Korrelation der beiden Variablen wäre in diesem Fall gleich eins. Tatsächlich ist sie aber nur 0,28; was dafür spricht, dass die Variablen, trotz Überschneidungen, andere Sachverhalte messen. Friseure und Kosmetiker haben zum Beispiel einen hohen Energiekostenanteil (weil die Gesamtkosten relativ gering sind und es hier viele Ein-Personen-Unternehmen gibt), aber nur sehr geringe Energiekosten pro Mitarbeiter. Feinwerkmechaniker und Straßenbauer weisen dagegen sehr hohe Energie-pro-Mitarbeiter-Kosten, aber nur einen geringen Energiekostenanteil auf, weil Löhne und Materialien relativ stark ins Gewicht fallen.

Einige Gewerke haben einen hohen Energiekostenanteil (bis zu 15 %). Dies liegt aber nicht nur an deren Energieintensität, sondern auch an den niedrigen Gesamtkosten (Friseure, Kosmetiker). Der Energiekostenanteil und der Energiekostenanteil am Umsatz sind vor allem betriebswirtschaftlich relevant. Leider berücksichtigen Ein-Personen-Unternehmen ihre eigenen Personalkosten im Fragebogen nicht. Die fehlende Angabe verzerrt den Energiekostenanteil bei diesen Kleinstbetrieben damit stark nach oben und macht diese Variable zu einem nur bedingt nutzbaren Indikator. Der Energiekostenanteil am Umsatz ist ein überlegener, betriebswirtschaftlich relevanter Indikator. Die Energiekosten pro Mitarbeiter sind hingegen ein gutes Maß für die absolute Energieintensität eines Unternehmens, d.h. eine Statistik mit größerer volkswirtschaftlicher und umweltpolitischer Relevanz. In den nachfolgenden Analyseschritten werden vorwiegend der Energiekostenteil am Umsatz und die Energiekosten pro Mitarbeiter als Maß der Energieintensität verwendet.

Tabelle 5: Übersicht der Energiekostenindikatoren

Variable	Relevanz	Nachteile und Anmerkungen
Energiekostenanteil an Gesamtkosten	betriebswirtschaftlich	Einpersonnenunternehmen berücksichtigen eigene Personalkosten beim Ausfüllen nicht. Niedrige Personal- und Materialkosten beeinflussen dieses Maß stark.
Energiekostenanteil am Umsatz	betriebswirtschaftlich	Niedrige Personal- und Materialkosten beeinflussen dieses Maß stark.
Energiekosten pro Mitarbeiter	volkswirtschaftlich umweltpolitisch	Geringere betriebswirtschaftliche Relevanz.

Abbildung 1: Gegenüberstellung der Energieeffizienz-Variablen²⁸

Ifh Göttingen

Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

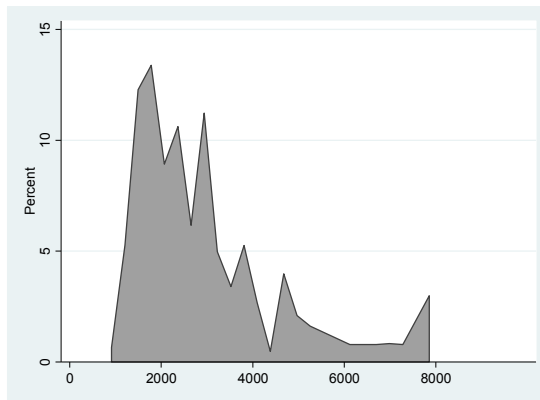
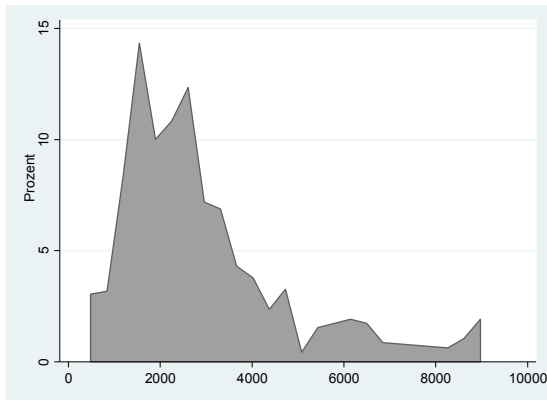
4.3 Verteilung der Energiekosten innerhalb ausgewählter Gewerke

Im letzten Abschnitt wurden Gewerke mit hohen und niedrigeren Energieverbräuchen identifiziert. Diese Ergebnisse sagen aber noch nichts über die erhebliche Heterogenität der Energiekosten der Unternehmen innerhalb der Gewerbebranche aus, die sich anhand der hohen Standardabweichungen in Tabelle 4 bereits erahnen lässt.

Die Verteilung der Energiekosten pro Mitarbeiter ausgewählter Gewerke ist in den Histogrammen in Abbildung 2 dargestellt. Die Verteilungen sind deutlich nach links verzerrt und flachen nach rechts ab. Besonders auffallend sind die Energiekosten der Friseure, deren Verteilung deutlich schmaler ist, und die der Straßenbauer (aber auch Bäcker), deren Verteilung relativ breiter ist. Friseure sind in ihrer Ausstattung und ihrem Dienstleistungsprofil relativ homogen. Die einzelnen Unternehmen unterscheiden sich kaum im Hinblick auf ihre Energieintensität. Bei Bäckern ist das Geschäftsprofil deutlich variabler. Die Art und Weise der Mehlherstellung, die Nutzung von Fertigware und Auslastung der Geschäftsräume sind unterschiedlich. Auch spielt es eine Rolle, ob die Backwaren vor Ort produziert werden oder ein zentraler Produktionsort mehrere Filialen mit Backwaren versorgt. In letzterem Falle dürften die Skaleneffekte in der Herstellung die Energiekosten pro Mitarbeiter senken.

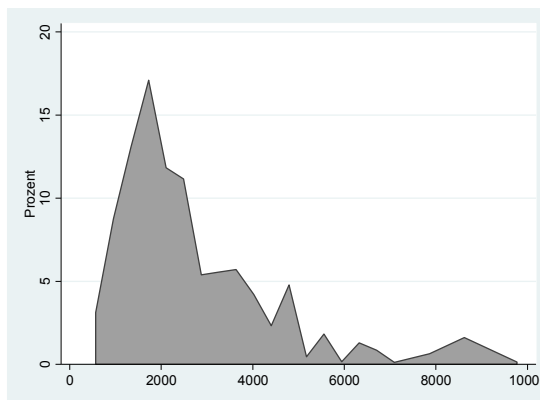
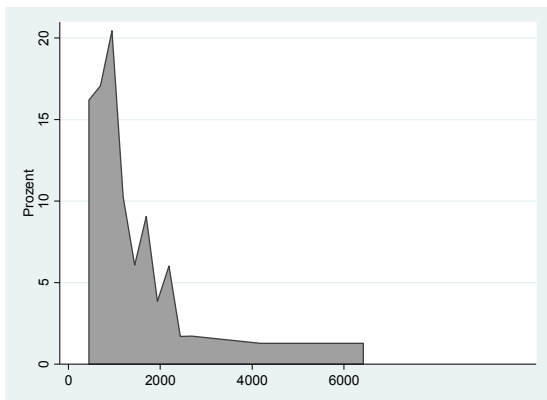
²⁸ Eine höhere Rangnummer entspricht dabei niedrigeren Energiekosten. Rangnummer 1 - höchster Energieverbrauch; Rangnummer 22 - niedrigster Energieverbrauch.

Abbildung 2: Verteilung der Energiekosten pro Mitarbeiter für ausgewählte Gewerke (in Euro pro Jahr)



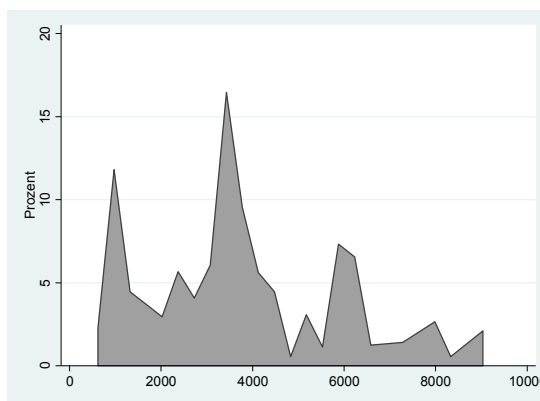
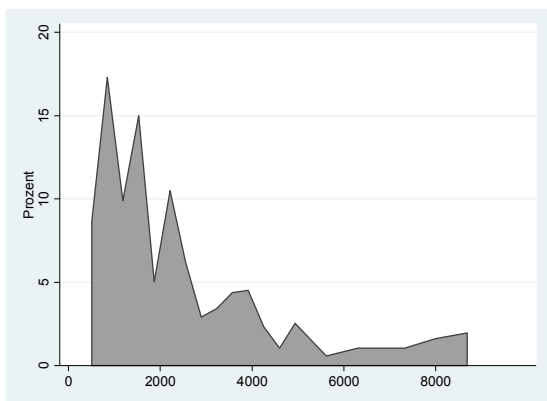
Bäcker

Fleischer



Friseur

Kraftfahrzeugtechniker



Maler und Lackierer

Straßenbauer

ifh Göttingen

Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

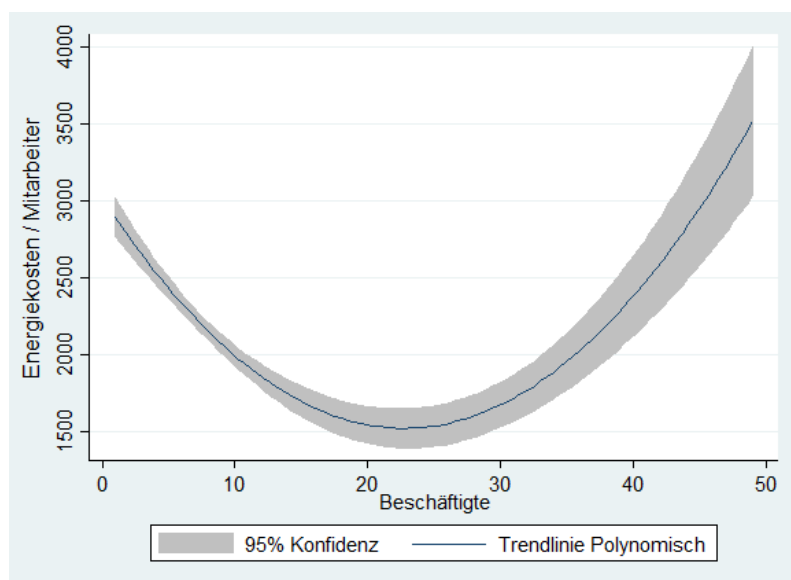
Die heterogene Energiekostenverteilung kann ein Symptom von unterschiedlicher Energieeffizienz sein, d.h. Unternehmen, welche sich aktiv an der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen beteiligen, wären weiter links in der Verteilung zu finden als Gewerke, welche z.B. mit alter Anlagentechnik arbeiten oder die Gebäudehülle nicht saniert haben. Wie

bereits erwähnt, besteht aber ein gewisser marktseitiger Anpassungsdruck auf nicht-effiziente Betriebe, sodass größere Abweichungen vom „rationalen Unternehmerverhalten“ im Markt zumindest theoretisch nicht mehr vorkommen dürften.

Die Heterogenität kann das Ergebnis von unterschiedlichen Produkt- und Dienstleistungsprofilen sein. Während Bäcker A z.B. Mehl und Teig selbst zubereitet, weil Allergene strikt getrennt werden sollen, kauft Bäcker B diese intermediären Güter beim Müller ein. Wenn Friseure zusätzlich zum normalen Betrieb mobile Dienstleistungen anbieten, addieren sich die Fahrtkosten zu den Kosten der Raumwärme, wenn die halb ausgelasteten Salons weiterhin parallel betrieben werden.

Man kann auch vermuten, dass größere Unternehmen geringere Energiekosten pro Mitarbeiter aufweisen als kleinere Unternehmen. Großunternehmen haben die personellen Möglichkeiten, einen Mitarbeiter für die Suche nach und Umsetzung von Einsparpotenzialen zeitweise abzustellen. Weiterhin kann es Skaleneffekte geben. Eine große Produktionsanlage hat möglicherweise einen geringeren durchschnittlichen Energieverbrauch als eine kleinere Produktionsanlage. Ein großes Gebäude für 20 Mitarbeiter verbraucht möglicherweise nicht doppelt so viel wie ein Gebäude für 10 Mitarbeiter. Abbildung 3 stellt den Zusammenhang zwischen Energiekosten pro Mitarbeiter und Anzahl der Beschäftigten dar. Es zeigt sich, dass die Energiekosten bis zu einer Größe von 23 Mitarbeitern fallen und danach ansteigen. Obwohl sich die Probleme der kleinen Unternehmen bei der Suche nach Einsparpotenzialen in der Abbildung wiederfinden, sollte man bei der Interpretation Vorsicht walten lassen. Die Unterschiede der Unternehmensgröße können verschleiern, dass man hier möglicherweise unterschiedliche Gewerke miteinander vergleicht. Diesem statistischen Einwand wird im Abschnitt zu den Determinanten von Effizienzmaßnahmen genüge getan, in dem eine fixed-effects Regression angewendet wird (siehe Anhang).

Abbildung 3: Einfluss der Unternehmensgröße auf die Energiekosten pro Mitarbeiter (in Euro)



ifh Göttingen

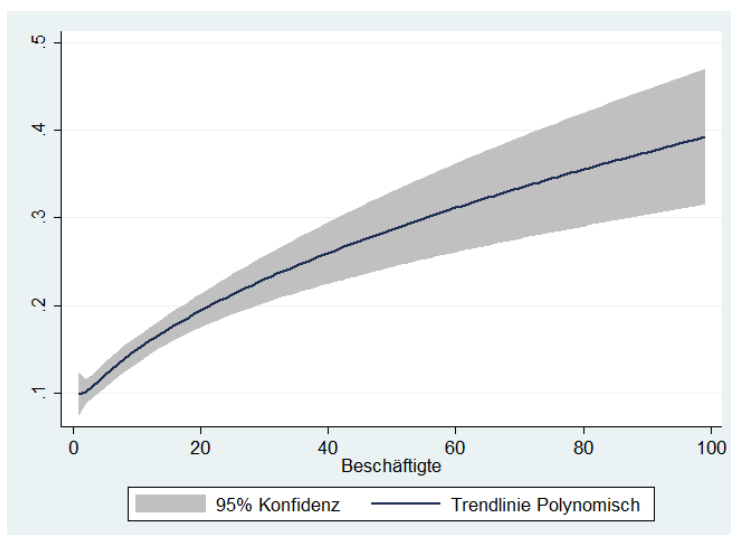
Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

4.4 Inanspruchnahme von Effizienz-Beratungen

Von 4.259 Unternehmen im Datensatz haben 619 (14,5 %) eine Energieberatung in Auftrag gegeben. Energieberatungen haben demzufolge noch ein hohes Ausweitungspotenzial. In einigen Gewerken werden deutlich häufiger Beratungen in Anspruch genommen als in anderen. Die Galvaniseure, Brauer und Mälzer, Textilreiniger, Fleischer und Bäcker haben einen Beratungsanteil von über 20 %. Bei den Gebäudereinigern, KFZ-Technikern, Karosserie- und Fahrzeugbauern und den Elektromaschinenbauern haben immerhin noch mehr als 15 % eine Beratung durchführen lassen. Es fällt wiederum auf, dass Gewerke mit hohen Energiekosten aktiver sind als diejenigen mit niedrigen Energiekosten (Abbildung 4). Nur 10 % der Ein-Personen-Unternehmen haben an einer Beratung teilgenommen. Der Anteil steigt auf 20 % in Unternehmen mit 20 Beschäftigten. Bei Großunternehmen mit mehr als 100 Mitarbeitern liegt der Anteil der Beratungen bereits bei 40 %.

Leider kann im Datensatz nicht festgestellt werden, wann die Beratungen in Anspruch genommen worden sind. Speziell im Hinblick auf den Zusammenhang mit der Durchführung von Effizienzmaßnahmen ist dies ein Nachteil der Daten, weil man keine Rückschlüsse darauf ziehen kann, ob die Maßnahmendurchführung von der zuvor erhaltenen Beratung ausgelöst wurde.

Abbildung 4: Anteil der Unternehmen mit Effizienzberatung und Unternehmensgröße



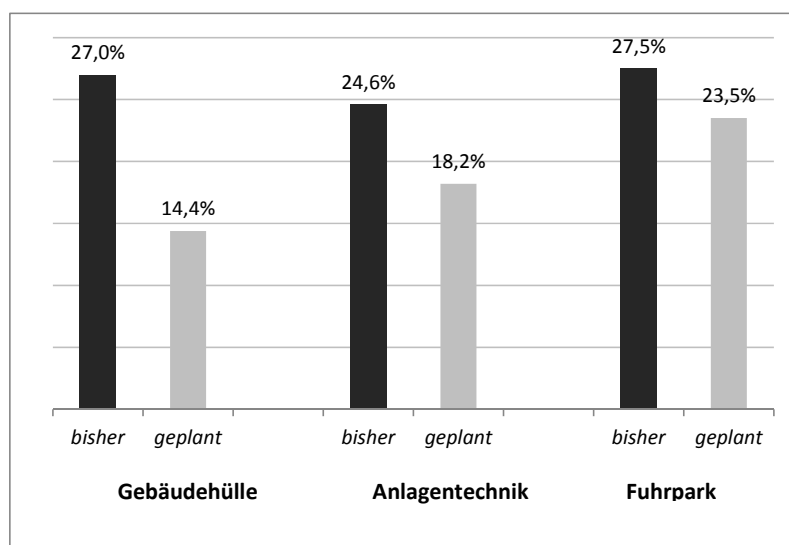
ifh Göttingen

Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

4.5 Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen

Der ZDH-Datensatz beinhaltet eine Variable, die misst, ob in den letzten fünf Jahren eine Energieeffizienzmaßnahme im Bereich Gebäudehülle, Anlagentechnik oder Fuhrpark umgesetzt wurde. Ungefähr ein Viertel aller Unternehmen hat in den letzten fünf Jahren Effizienzmaßnahmen in den drei Bereichen durchgeführt (siehe Abbildung 5). Bei den geplanten Maßnahmen zeigen sich dagegen größere Unterschiede. Nur 14,4 % der Unternehmen planen eine Sanierung der Gebäudehülle, während 18,2 % eine Modernisierung der Anlagentechnik beabsichtigen. Ein Viertel der beteiligten Gewerke plant Effizienzmaßnahmen im Fuhrpark.

Abbildung 5: Anteil der Unternehmen, die Effizienzmaßnahmen durchführen



ifh Göttingen

Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

Die Korrelation der drei Maßnahmen-Kategorien auf Gewerke-Ebene ist hoch. Sie liegt bei 0,58 bis 0,69. Dies bedeutet, dass die Gewerke, in der viele Unternehmen eine Maßnahme umgesetzt haben, auch mit großer Wahrscheinlichkeit andere Maßnahmen realisiert haben. Dieser Zusammenhang spiegelt die Ähnlichkeit der technologischen Ausstattung und der Marktstrukturen innerhalb der Gewerke wider. In anderen Worten, Unternehmen in energieintensiven Gewerken bemühen sich um eine höhere Energieeffizienz. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Unternehmen in einem energieintensiven Gewerk Maßnahmen in mehr als einer Kategorie vornimmt, ist hoch.²⁹

Abbildung 6 zeigt eine Gesamtübersicht aller 17 Einzelmaßnahmen und den Prozentsatz der Unternehmen, welche eine bestimmte Maßnahme umgesetzt haben. Des Weiteren wird in dieser Grafik zwischen den Unternehmen unterschieden, die eine Verringerung ihres Energieverbrauchs verzeichneten, und denen mit gleichbleibendem oder steigendem Energieverbrauch.³⁰ Zunächst fällt auf, dass Maßnahmen in bestimmten Bereichen deutlich häufiger umgesetzt wurden als in anderen. Hier sind vor allem die Fahrzeugerneuerung, effiziente Tourenplanung, die Beleuchtung und Heizung/Warmwasser zu nennen. Investitionen in diesen Bereichen fallen entweder regelmäßig an (Fahrzeugerneuerung), sind leicht durchzuführen (Beleuchtung) oder amortisieren sich oft schnell (Heizung). Interessanterweise gehören die Dachdämmung, Wanddämmung und der Fensteraustausch ebenfalls zu den häufiger umgesetzten Maßnahmen. Die häufigen Effizienzmaßnahmen an der Gebäudehülle sind besonders hervorzuheben, da Investitionen in diesem Bereich eher selten und in großen Abständen nötig werden.

Maßnahmen im Bereich Druckluft, Kühlung, Blockheizkraftwerk, Abwärme und Eigenstromerzeugung sind weniger zahlreich. Dies könnte zum einen daran liegen, dass

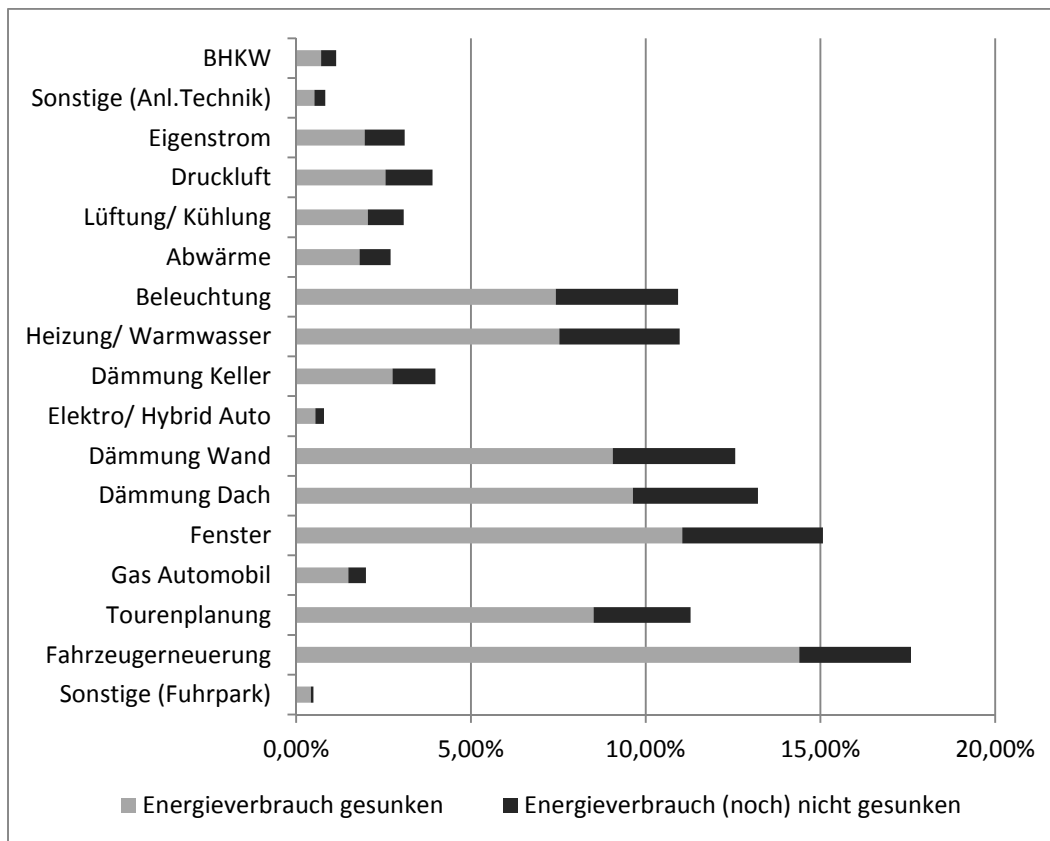
²⁹ Die Korrelation der drei Variablen auf Unternehmensebene - unter Nichtberücksichtigung der Gewerke-Struktur - ist weitaus geringer. Sie liegt bei 0,18 bis 0,31. Das heißt, dass ein Unternehmen, welches eine Maßnahme umgesetzt hat, nicht unbedingt auch eine Maßnahme in einem zweiten Bereich vorgenommen hat. Dieses Ergebnis spiegelt die hohe Heterogenität der einzelnen Unternehmen im Handwerk wider.

³⁰ Siehe Beschreibung unterhalb von Abbildung 6.

Anlagen-Technologien, welche direkt mit der Produktion verbunden sind, eher ungern verändert werden, da hier das Risiko eines Produktionsausfalls größer ist. Zum anderen finden sich diese Technologien nur in einem Teil der Gewerke und die Wahrscheinlichkeit einer Maßnahme in diesem Bereich ist daher von vorn herein geringer als beispielsweise im Bereich Beleuchtung, über die jedes Unternehmen verfügt.

Das Verhältnis der Unternehmen mit gesunkenem Energieverbrauch zu den Unternehmen mit nicht gesunkenem Verbrauch kann als grobes Maß für die Höhe des Energieeinsparpotenzials eines Bereichs verstanden werden. Die Maßnahmenbereiche in Abbildung 6 sind nach diesem Verhältnis geordnet (von groß nach klein). Es zeigt sich, dass das Energieeinsparpotenzial der häufig umgesetzten Maßnahmen höher ist als das Einsparpotenzial der weniger häufig umgesetzten Maßnahmen. Anders ausgedrückt, Unternehmen setzen Maßnahmen mit Einsparpotenzialen eher um als Maßnahmen ohne Einsparpotenzial. Diese Ergebnisse zeigen, dass in Handwerksunternehmen bei der Durchführung von Effizienzmaßnahmen durchaus planvoll vorgegangen wird.

Abbildung 6: Umsetzung aller Maßnahmen im Detail (Prozent der Unternehmen, die Maßnahme durchführten)



ifh Göttingen

Die Länge des Balkens verdeutlicht den Anteil aller Unternehmen die eine Einzelmaßnahme durchgeführt haben.

Die Maßnahmenbereiche sind geordnet nach dem Verhältnis der Unternehmen mit gesunkenem zu den Unternehmen mit nicht gesunkenem Energieverbrauch. Die unteren Maßnahmenbereiche (Fahrzeugerneuerung, Tourenplanung, Fenster etc.) amortisieren sich daher eher als die Maßnahmenbereiche weiter oben (BHKW, Eigenstrom etc.).

Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

Man könnte vermuten, dass bestimmte Einzelmaßnahmen häufig in Verbindung mit anderen Maßnahmen durchgeführt werden (gleichzeitig oder nacheinander). Die Dämmung der Wand ließe sich beispielsweise mit dem Austausch der alten Fenster kombinieren. In anderen Worten, es stellt sich die Frage, welche Maßnahmenpakete die Unternehmen umsetzen. Der ZDH-Fragebogen teilt die 17 Einzelmaßnahmen in die drei Bereiche Gebäudehülle, Anlagentechnik und Fuhrpark ein (siehe Abbildung 5). Diese Einteilung ist plausibel. Ein stationäres Gewerk wird zum Beispiel mehr auf Energieeinsparungen am Gebäude achten, während ein weniger räumlich fokussiertes Gewerk mehr Wert auf Maßnahmen im Bereich des Fuhrparks legt.

Es stellt sich allerdings die Frage, ob andere Einteilungen der Maßnahmenpakete sinnvoller sind als die in Abbildung 5 benutzte Dreiteilung in Gebäudehülle, Anlagentechnik und Fuhrpark. Um aus der Vielzahl der Einzelmaßnahmen Maßnahmenpakete, also Einzelmaßnahmen die häufig zusammen ausgeführt werden, statistisch zu ermitteln, wird eine Faktorenanalyse durchgeführt (siehe Anhang, Kapitel 6 für nähere Erläuterungen zur Methodik).

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Einteilung in vier Maßnahmenpakete (oder Faktoren) gerechtfertigt ist, welche in Tabelle 6 dargestellt sind. Eine nähere Erklärung der statistischen Methodik befindet sich im Anhang. Zunächst zeigt sich, dass Maßnahmen am Gebäude nicht nur die Dämmung betreffen, sondern die Erneuerung der Heizungsanlage ebenfalls in diese Kategorie fällt. Die Maßnahmen, die im Fragebogen zum Bereich Anlagentechnik gezählt werden, sollten in zwei Maßnahmenpakete unterteilt werden. Zum einen gibt es die Querschnittstechnologien im Bereich der Anlagentechnik (Druckluft, Beleuchtung, Lüftung/Kühlung und Abwärme), zum anderen den Bereich Strom- und Wärmeerzeugung. Letzterer besteht aus den Einzelmaßnahmen BHKW³¹, Eigenstromerzeugung und Andere Anlagentechnik. Die Beschreibung der Einzelmaßnahme „Andere Anlagentechnik“ deutet darauf hin, dass hier primär Strom und Wärme erzeugt wird (Wärmepumpe, andere Öfen, Biostrom etc) und diesem Maßnahmenpaket deshalb zugerechnet werden darf. Das Maßnahmenpaket Fuhrpark bleibt weitestgehend bestehen. Die beiden wichtigsten Einzelmaßnahmen in diesem Bereich sind die Fahrzeugerneuerung und die effiziente Tourenplanung.

Tabelle 6: Maßnahmenpakete, Einzelmaßnahmen, die häufig zusammen umgesetzt werden

Faktor	Bezeichnung	Einzelmaßnahmen
1	Gebäude	Dämmung Wand, Dach und Keller, Austausch der Fenster, Heizung/ Warmwasser
2	Querschnittstechnologien	Druckluft, Lüftung/ Kühlung, Beleuchtung, Abwärme
3	Strom- und Wärmeerzeugung	BHKW, Eigenstrom, Andere
4	Fuhrpark	Fahrzeugerneuerung, effiziente Tourenplanung

ifh Göttingen

Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

Tabelle 7 listet alle Gewerke mit mindestens 20 Unternehmen im Datensatz und zeigt den nach Beschäftigungsgrößenklassen gewichteten durchschnittlichen Anteil der Unternehmen, die eine Effizienzmaßnahme in den über die Faktorenanalysen ermittelten Investitionsbereichen durchgeführt haben. Es zeigt sich deutlich, dass die Gewerke im oberen Teil der Tabelle, welche

³¹ Blockheizkraftwerk

durch aktive Maßnahmenumsetzungen gekennzeichnet sind, zum größten Teil auch hohe Energiekosten haben (siehe Energiekosten in Kapitel 4.2). Die häufigsten Maßnahmen werden am Gebäude durchgeführt. Die Querschnittstechnologien der Anlagentechnik und der Fuhrpark werden am zweit häufigsten durchgeführt. Maßnahmen im Bereich Strom- und Wärmeerzeugung kommen eher selten vor.

Tabelle 7: Anteil der Unternehmen, die Effizienzmaßnahmen durchführten

	Gebäude	Querschnittstechnologien	Strom- und Wärmeerzeugung	Fuhrpark	Beobachtungen
Bäcker	51,3%	38,1%	4,5%	31,6%	172
Fleischer	44,4%	32,8%	14,2%	26,4%	132
Konditoren	40,9%	27,3%	-	13,6%	22
Klempner	38,5%	8,6%	0,4%	29,0%	51
Tischler	38,2%	19,0%	2,0%	32,8%	311
Installateure und Heizungsbauer	35,6%	15,5%	7,2%	31,9%	297
Kraftfahrzeugtechniker	35,2%	20,4%	3,5%	17,2%	415
Landmaschinenmechaniker	34,9%	5,6%	5,2%	20,9%	38
Metallbauer	32,4%	12,5%	3,8%	28,2%	250
Stukkateure	32,0%	12,0%	-	20,0%	25
Kälteanlagenbauer	31,4%	27,9%	5,6%	43,0%	29
Dachdecker	31,3%	6,7%	3,9%	26,4%	156
Maler und Lackierer	31,2%	9,5%	3,6%	28,5%	202
Elektrotechniker	30,4%	16,0%	7,2%	30,3%	405
Elektromaschinenbauer	30,4%	19,0%	-	23,0%	34
Feinwerkmechaniker	29,7%	18,1%	4,6%	22,1%	131
Karosserie- und Fahrzeugbauer	29,4%	14,6%	1,4%	12,5%	49
Raumausstatter	29,2%	19,6%	2,1%	28,8%	74
Informationstechniker	28,1%	17,7%	6,1%	29,8%	56
Gebäudereiniger	27,4%	2,6%	0,4%	10,2%	60
Friseure	27,0%	10,4%	0,8%	6,4%	170
Zimmerer	25,5%	9,8%	6,4%	25,0%	158
Maurer und Betonbauer	24,5%	5,9%	3,8%	26,0%	387
Glaser	24,0%	12,7%	2,0%	21,2%	48
Damen und Herrenschneider	23,8%	4,8%	-	-	21
Uhrmacher	22,7%	13,6%	13,6%	9,1%	22
Kosmetiker	20,8%	4,2%	4,2%	10,4%	48
Fotografen	19,2%	8,7%	-	5,2%	37
Gerüstbauer	18,6%	8,3%	4,9%	19,1%	44
Fliesen-, Platten- und Mosaikleger	16,7%	11,3%	0,6%	21,7%	109
Augenoptiker	15,9%	22,0%	2,0%	7,3%	45
Zahntechniker	15,0%	11,3%	8,2%	26,9%	56
Straßenbauer	14,5%	1,6%	5,4%	21,5%	88

ifh Göttingen

Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

4.6 Determinanten von Energieeffizienz-Maßnahmen

Wie in den theoretischen Überlegungen bereits angedeutet wurde (Gliederungspunkt 2), muss man vermuten, dass hohe Energiekosten innerhalb eines Gewerkes keinen großen positiven Einfluss auf die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen haben dürften. Solange Unternehmen miteinander im Wettbewerb stehen, werden die nicht-rentablen unter ihnen vom Markt ausgefiltert. Hohe Energiekosten sind in diesem Wettbewerbs-Szenario kein Symptom für übersehene Einsparpotenziale, sondern reflektieren reale Kostenunterschiede, d.h. es werden unterschiedliche Dienstleistungen oder Produkte angeboten bzw. unterschiedliche Märkte bedient (z.B. Bäcker mit oder ohne eigene Mühle). Da Wettbewerb nie den perfekten Bedingungen entspricht, ist es in wenigen Einzelfällen möglich, dass Unternehmen mit ungenutzten Einsparpotenzialen weiterhin am Markt überleben. In diesem Falle werden sich

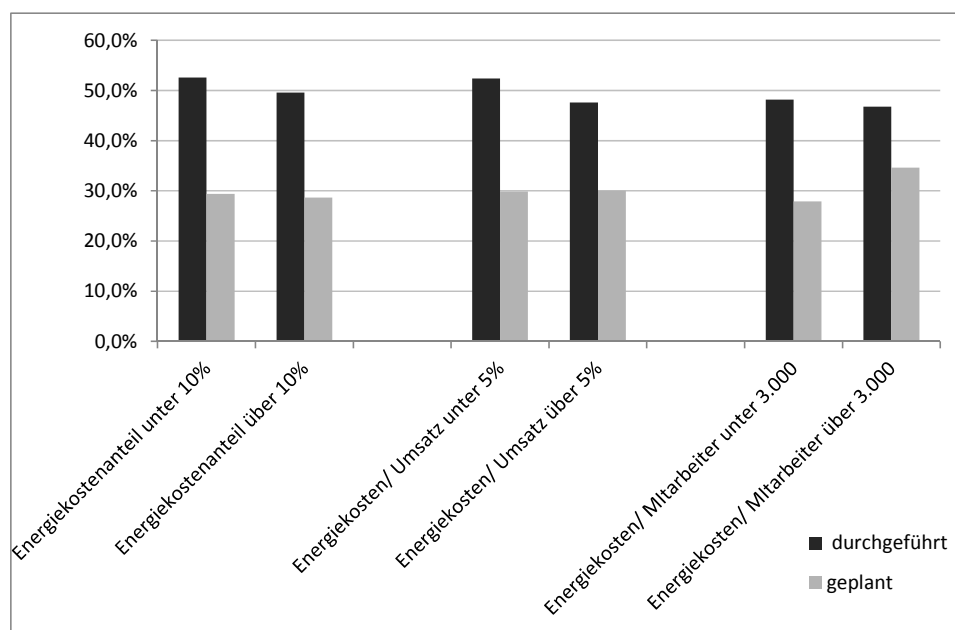
Unternehmen diesen Potenzialen eher widmen, wenn die Energiekosten im Unternehmen hoch sind. **Hypothese 1** lautet also: Es gibt keinen oder nur einen unbedeutenden Zusammenhang zwischen der Höhe der Energiekosten und der Durchführung von Effizienzmaßnahmen, da angenommen wird, dass der Wettbewerb sehr ineffiziente Unternehmen weitestgehend aussortiert hat.

Größere Unternehmen haben geringere Such- und Transaktionskosten und werden deshalb häufiger Effizienzmaßnahmen umsetzen. Zudem betreiben große Unternehmen mehr Öffentlichkeitsarbeit und achten stärker darauf, wie sie von ihren Kunden wahrgenommen werden. Außerdem ist die statistische Wahrscheinlichkeit, mindestens eine Maßnahme umzusetzen, höher, wenn es mehr Gebäude, Maschinen etc. gibt, in die investiert werden kann. **Hypothese 2** lautet somit: Es gibt einen positiven Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße und der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen.

Hypothese 3 geht davon aus, dass die Suchkosten für Unternehmen relevant sind. Eine staatlich subventionierte Energieberatung kann deshalb Impulse für Effizienzmaßnahmen setzen. Dieser Effekt dürfte in kleinen Unternehmen stärker ausgeprägt sein als in großen, da letztere ihre Einsparpotenziale auch ohne Beratung häufiger aufgespürt haben dürften.

Zunächst zeigt eine einfache deskriptive Analyse (Abbildung 7), dass kein positiver Zusammenhang zwischen den Energiekosten und der Umsetzung von Maßnahmen besteht. Unternehmen im Handwerk mit mehr als 10% Energiekostenanteil haben bisher nicht mehr Effizienzmaßnahmen umgesetzt als Unternehmen mit Energiekosten unter 10%. Nur bei den geplanten Maßnahmen zeigt sich ein äußerst schwacher Zusammenhang zwischen hohen Energiekosten und Effizienzanstrengungen.

Abbildung 7: Energiekosten und Anteil der Unternehmen, welche Effizienzmaßnahmen durchführen



ifh Göttingen

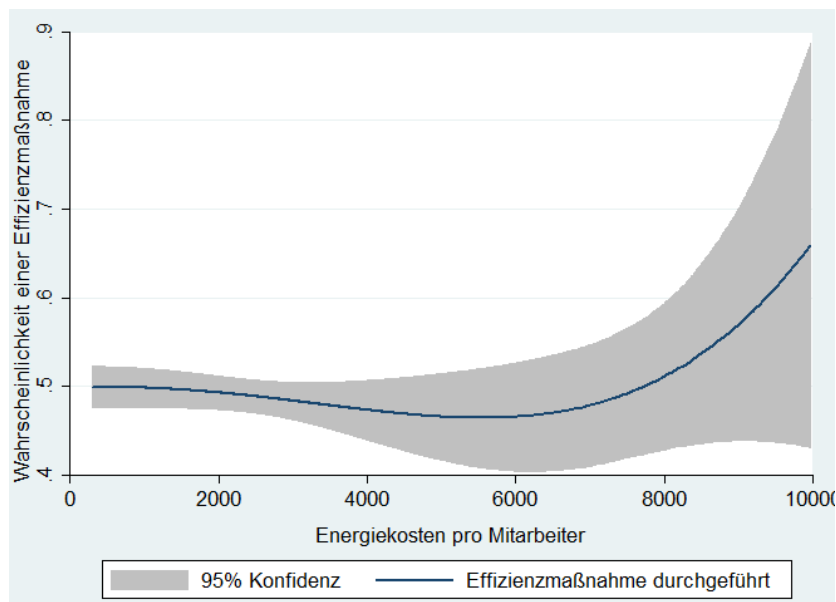
Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

In einigen Gewerken sind Energiekosten selbst bei effizientester technologischer Ausstattung höher als in anderen. Innerhalb eines Gewerkes führt laut Hypothese 1 der Wettbewerb zwischen den Unternehmen dazu, dass es keine großen Unterschiede bei der Nutzung oder Nicht-Nutzung

effizienter Technik geben dürfte. Es ist demzufolge wichtig, beide Effekte - den Einfluss der Gewerke selbst und den Effekt der Energiekosten innerhalb der Gewerke - mit Hilfe einer linearen Regression (fixed-effects) getrennt zu analysieren. Nähere Erläuterungen zur empirischen Strategie befinden sich im Anhang (siehe auch Tabelle 9 und Tabelle 10).

Bei den Unternehmen innerhalb eines Handwerkzweiges steht der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten nur in einem unbedeutenden Zusammenhang mit der bisherigen oder geplanten Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen. Dies steht im Einklang mit Hypothese 1. Eine Erhöhung der Energiekosten pro Mitarbeiter um 1.000 Euro erhöht die Wahrscheinlichkeit einer bisherigen und geplanten Effizienzmaßnahme um knapp ein %. Abbildung 8 verdeutlicht den nicht-linearen Zusammenhang grafisch. Nur oberhalb von 8.000 Euro Energiekosten pro Mitarbeiter steigt die Wahrscheinlichkeit einer Effizienzmaßnahme möglicherweise an. Dies betrifft aber nur einen kleinen Teil der Unternehmen im Datensatz (4 %) und kann deshalb nicht abschließend untersucht werden.

Abbildung 8: Einfluss der Betriebsgröße auf die Durchführung von Effizienzmaßnahmen



ifh Göttingen

Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

Man könnte vermuten, dass die Variable „Anteil der Energie- an den Gesamtkosten“ einen größeren Einfluss auf die Umsetzung der Maßnahmen hat als „Energiekosten pro Mitarbeiter“. Dies ist jedoch nicht der Fall: Der „Anteil der Energie- an den Gesamtkosten“ steht in keinem Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen innerhalb eines Gewerkes. Schließlich wurde auch der Einfluss der dritten Energieintensitätsvariable (Energiekostenanteil am Umsatz) berechnet (Siehe Spalte drei in Tabelle 9). Auch in diesem Fall gibt es keinen Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit einer Effizienzmaßnahme.³²

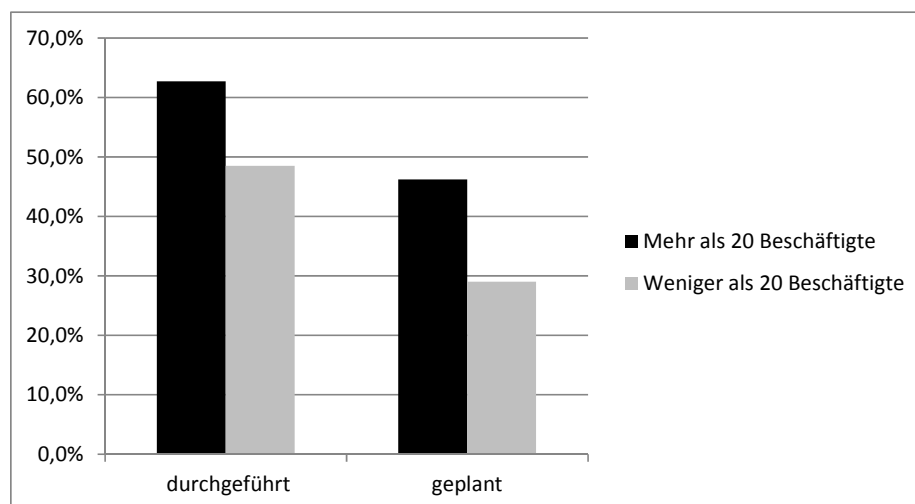
³² Es wurden unterschiedliche Spezifikationen verwendet (logit, probit, OLS mit metrischer Energiekostenvariable und OLS mit Energiekostenkategorien), um die Robustheit der Ergebnisse zu überprüfen. Die Ergebnisse und Hauptaussagen bleiben im Lichte der verschiedenen Methoden sehr ähnlich.

Die Unternehmensgröße auf der anderen Seite hat einen stärkeren positiven Effekt auf die Durchführung von Effizienzmaßnahmen. Ein Unternehmen mit einer Mitarbeiterzahl von 110 besitzt eine fast 31 % höhere Wahrscheinlichkeit, in den letzten 5 Jahren Energieeffizienzmaßnahmen durchgeführt zu haben als ein Unternehmen des gleichen Handwerkzweiges mit nur 10 Mitarbeitern (siehe Tabelle 9). Die Gründe für die erhöhte Aktivität der großen Unternehmen sind vielfältig: Zum einen ist es diesen Betrieben möglich, einen Mitarbeiter für die Suche nach Einsparpotenzialen zu beauftragen. Zum anderen haben sie weniger Probleme bei der Kreditaufnahme. Schließlich ist der Zusammenhang auch auf die Wahl der abhängigen Variablen zurückzuführen. Die Wahrscheinlichkeit, mindestens eine Maßnahme umzusetzen, ist höher, wenn es mehrere Maschinen, Gebäude und Fahrzeuge gibt.

Anders ausgedrückt: 63 % aller Unternehmen mit mehr als 20 Mitarbeitern, aber nur 48,5 % der Unternehmen mit weniger als 20 Mitarbeitern haben bisher Maßnahmen umgesetzt. Hypothese 2 wird also durch die empirischen Ergebnisse gestützt. Wenn kleine Unternehmen wegen ihrer höheren Such- und Transaktionskosten weniger aktiv in der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen sind, erscheint eine informationelle Unterstützung dieser Betriebe sinnvoll. Beratungen, Informationsmaterial und andere Maßnahmen könnten hier also mehr Wirkung entfalten als bei Großunternehmen.

Die statistische Signifikanz der quadrierten Beschäftigtenvariable zeigt, dass es einen nicht-linearen Zusammenhang zwischen der Mitarbeiteranzahl und der Wahrscheinlichkeit einer Effizienzmaßnahme gibt. Zwischen einem und 172 Beschäftigten steigt die Wahrscheinlichkeit eine Maßnahmendurchführung an, wobei die Steigung mit zunehmender Beschäftigtenzahl kleiner wird.³³ Die Skalenvorteile bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen nehmen also mit zunehmender Unternehmensgröße ab.

Abbildung 9: Mitarbeiterzahl und Energieeffizienzmaßnahmen



ifh Göttingen

Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

³³ Gleichung zur Berechnung des Wendepunkts: $X = \frac{b_1}{2 \times b_2} = \frac{0,0031}{2 \times 5,41 \times 10^{-6}}$

Die Durchführung einer Energieeffizienzberatung erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Effizienzmaßnahme um 23 bis 27 %. Die Interpretation des kausalen Zusammenhangs ist hier aber nicht einfach. Es kann durchaus sein, dass Unternehmen, die bereits motiviert waren, nach Einsparpotenzialen zu suchen und Maßnahmen durchzuführen, auch häufiger Beratungen in Anspruch nehmen. In diesem Fall würde eine Beratung die Effizienzmaßnahme nicht kausal verursachen, sondern wäre nur ein (möglicherweise wichtiger) Schritt für Unternehmen, die sich ohnehin bereits für die Durchführung von Maßnahmen entschieden haben. Ein Beispiel für diese Situation ist die verpflichtende Gebäudeenergieberatung bei der Nutzung von Fördermitteln.

Selbst wenn die Beratung nicht der primäre Auslöser von Maßnahmendurchführungen ist, kann sie dennoch einen wichtigen Schritt bei der Suche nach Einsparpotenzialen darstellen. 73 % aller Unternehmen, welche eine Beratung wahrnehmen, setzen auch eine Effizienzmaßnahme um. Von allen Unternehmen, die keine Beratung wahrnehmen, setzen nur knapp die Hälfte Maßnahmen um.

Ein weiteres interessantes Ergebnis ist, dass einige Gewerke deutlich aktiver bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen sind als andere. Tabelle 9 ordnet die einzelnen Gewerke nach ihrer Maßnahmenaktivität. Sehr aktiv sind demnach die Elektromaschinenbauer, Orthopädieschuhmacher, Bäcker, Brauer und Mälzer, Fleischer, Tischler, Klempner Installateure und Heizungsbauer und die Konditoren. Eine sehr niedrige Effizienzmaßnahmenaktivität weisen die Zahntechniker, Orthopädietechniker, Zimmerer, Glaser, Uhrmacher, Stuckateure, Fliesen-, Platten- und Mosaikleger, Straßenbauer, Friseure, Gerüstbauer, Fotografen, Kosmetiker, Schilder- und Lichtreklamehersteller und Damen- und Herrenschneider auf. Gewerke, welche mit hoher Wahrscheinlichkeit Effizienzmaßnahmen umsetzen oder dies planen, sind Gewerke mit hohen Energieverbräuchen.

Es gibt keine erkennbaren Unterschiede bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen zwischen Unternehmen in den neuen und alten Bundesländern.

4.7 Determinanten von Effizienzmaßnahmen im Detail

Analyse der Maßnahmenpakete

Zusätzliche Erkenntnisse lassen sich gewinnen, wenn man die Durchführung der vier Effizienzmaßnahmenpakete (Gebäude, Querschnittstechnologien Anlagentechnik, Strom- und Wärmeerzeugung und Fuhrpark) getrennt analysiert (siehe Tabelle 11). Zunächst bestätigt sich der sehr geringe Einfluss der Energiekostenvariablen. Erhöhen sich die Energiekosten pro Mitarbeiter um 1.000 Euro, steigt die Wahrscheinlichkeit der Durchführung einer Effizienzmaßnahme am Gebäude um gerade einmal 1 %. Der Effekt auf die drei anderen Kategorien liegt bei unter einem %.

Der positive Einfluss der Unternehmensgröße bestätigt sich ebenfalls, ist aber in den vier Bereichen unterschiedlich stark ausgeprägt: Es gibt einen kleineren Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße und Effizienzmaßnahmen in den Bereichen Strom- und Wärmeerzeugung und Gebäude. Kleine Unternehmen sind bei der Modernisierung des Gebäudes und der Strom- und Wärmeerzeugung nur geringfügig weniger aktiv als große Unternehmen. In den Bereichen Querschnittstechnologien Anlagentechnik und Fuhrpark sind die größeren Unternehmen wesentlich aktiver in der Umsetzung von Maßnahmen als die kleineren. Größere Unternehmen können wahrscheinlich leichter mit dem Produktions-Ausfall-Risiko, das mit einer Veränderung der Anlagentechnik verbunden ist, umgehen.

Die Beratung hat, wie auch Tabelle 9 zeigt, einen durchweg positiven Einfluss auf Effizienzmaßnahmen in allen vier Bereichen, wobei die Wahrscheinlichkeit einer Maßnahme sich im Bereich Gebäude um 19 % erhöht, im Falle der Technologie um 10 %, bei der Strom- und Wärmeerzeugung um nur 3 % und beim Fuhrpark um 14 %. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass der Mangel an Information im Bereich Gebäude, Technologie und Fuhrpark größer ist als bei der Strom- und Wärmeerzeugung. Außerdem müssen Gebäudeenergieberatungen in Anspruch genommen werden, wenn Fördergelder für die Sanierung genutzt werden, d.h. der Wunsch, eine Sanierung durchzuführen, verursacht die Inanspruchnahme der Beratung und nicht anders herum.

Der Interaktionseffekt (Beratung*Beschäftigte) ist nur im Falle des Gebäudes signifikant und negativ. Das heißt, kleinere Unternehmen profitieren von einer Beratung zum Thema Gebäudemodernisierung deutlich mehr als große Unternehmen. Beim Thema Technologie, Strom- und Wärme und Fuhrpark profitieren alle Unternehmen gleich stark von einer Beratung.

Es zeigt sich, dass ostdeutsche Unternehmen im Bereich der Strom- und Wärmeerzeugung eine drei % niedrigere Wahrscheinlichkeit haben, Modernisierungen durchzuführen. Im Bereich Fuhrpark hingegen haben ostdeutsche Unternehmen eine vier % höhere Wahrscheinlichkeit, eine Maßnahme umzusetzen. Die Stärke dieses Effekts ist relativ klein und sollte deshalb nicht überinterpretiert werden. Es könnte sein, dass die jüngere Unternehmensstruktur (Gründungswelle in den 1990ern) und die damit verbundene jüngere Technik eine Modernisierung im Bereich Strom und Wärme weniger dringlich erscheinen lässt.

Gewerke mit hohen Energiekosten (z. B. Bäcker, Brauer, Fleischer), sind aktiver bei der Modernisierung des Gebäudes, nicht aber bei der Umsetzung im Bereich Querschnittstechnologie und Strom- und Wärmeerzeugung. Gewerke, welche über einen größeren Fuhrpark verfügen (z.B. Bäcker, Maler und Lackierer, Dachdecker), sind aktiver bei dessen Modernisierung.

Analyse einzelner Gewerke

Um auf die unterschiedlichen Gewerke individuell einzugehen, kann man die Regressionen für die Gewerke mit hoher Fallzahl (Elektrotechniker, Installateur und Heizungsbauer, KFZ-Techniker, Maurer und Betonbauer, Tischler, Metallbauer, Maler und Lackierer, Bäcker) getrennt untersuchen (Tabelle 12).

Zunächst bestätigt sich eines der oben genannten Ergebnisse. Der Zusammenhang zwischen Energiekosten pro Mitarbeiter und der Wahrscheinlichkeit der Umsetzung mindestens einer Maßnahme ist in allen untersuchten Gewerken gleich Null oder unbedeutend klein.³⁴

Die anderen Zusammenhänge sind jedoch gewerkespezifisch und sollten deshalb in Zukunft getrennt untersucht werden. Die Unternehmensgröße hat bei den Installateuren und Heizungsbauern, den Tischlern sowie den Malern und Lackierern einen starken positiven Einfluss auf die Umsetzung einer Effizienzmaßnahme. Ein weniger starker Zusammenhang besteht bei den Elektrotechnikern und KFZ-Technikern. Kein Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und Maßnahmendurchführung wurde bei den Maurern und Betonbauern sowie den Bäckern gefunden.

³⁴ Der betriebswirtschaftlich relevantere „Energiekostenanteil am Umsatz“ beeinflusst die Wahrscheinlichkeit einer Effizienzmaßnahme ebenfalls nicht oder in einer zu vernachlässigenden Größenordnung.

Eine Beratung steht bei allen Gewerken außer den Tischlern in einem positiven und starken Zusammenhang mit der Durchführung von Maßnahmen. Jedoch zeigen sich deutliche Unterschiede in der Effektstärke. Die Elektrotechniker, Maurer und Betonbauer, Maler und Lackierer und die Bäcker profitieren am stärksten von einer Beratung.³⁵ In jedem Fall ist davon auszugehen, dass die Beratung in diesen Gewerken gut funktioniert. Bei den Tischlern sollte hingegen geprüft werden, ob und warum die Beratung hier möglicherweise weniger erfolgreich ist.

Für die Installateure und Heizungsbauer und die Maurer und Betonbauer gilt, dass größere Unternehmen weniger stark von der Effizienzberatung profitieren. Hier sollten also vorrangig kleinere Unternehmen angesprochen werden. Bei den anderen Gewerken profitieren alle Größenklassen in ähnlichem Ausmaß von einer Beratung.

³⁵ Wie bereits weiter oben erwähnt, kann die Richtung des kausalen Effektes hier auch in die andere Richtung gehen. Vielleicht sind die Elektrotechniker, Maurer und Betonbauer, Maler und Lackierer und die Bäcker am stärksten motiviert, Maßnahmen durchzuführen und nutzen deshalb häufiger Effizienzberatungen.

5. Zusammenfassung und Fazit

Energieeffizienzmaßnahmen in Unternehmen ermöglichen nicht nur betriebswirtschaftliche Kosteneinsparungen. Sie sind auch ein Bestandteil der deutschen Energiewende und dem Versuch, eine langfristig nachhaltige Ökonomie zu gestalten. Die vorliegende Studie untersucht die Antworten von über 4.000 kleinen und mittelgroßen Handwerksunternehmen der ZDH-Energieumfrage. Die Teilaspekte der Untersuchung lassen sich durch drei Fragestellungen zusammenfassen. Erstens: Lässt sich die Energiekostenbelastung einzelner Gewerke quantitativ verdeutlichen? Zweitens: Welche Einzelmaßnahmen führen Handwerks-Unternehmen durch? Welche Maßnahmenkombinationen treten häufig auf? Drittens: Welche Faktoren bestimmen, ob ein Unternehmen Energieeffizienzmaßnahmen durchführt oder nicht?

Die Energieintensität eines Gewerks ist abhängig von der konkret benutzten Messgröße. Die Energiekosten als Anteil am Umsatz und die Energiekosten als Anteil an den Gesamtkosten sind ein betriebswirtschaftlich interessantes Maß. Leider werden diese Messgrößen stark von den Personal- und Materialkosten beeinflusst. Ein Gewerk mit niedrigen Löhnen (Friseur, Kosmetiker) erscheint in diesem Lichte als sehr energieintensiv. Dies ist aber nicht zutreffend, wenn man den absoluten Verbrauch betrachtet. Die Variable Energiekosten pro Mitarbeiter wird daher in dieser Studie vorrangig verwendet. Es ist ein gutes Maß für den absoluten Energieverbrauch eines Unternehmens und von hoher volkswirtschaftlicher und umweltpolitischer Relevanz. Straßenbauer, Gebäudereiniger, Fleischer, Feinwerkmechaniker, Kälteanlagenbauer und Bäcker sind die Gewerke mit den höchsten Energieverbräuchen pro Mitarbeiter.

Unternehmen führen am häufigsten solche Effizienz-Einzelmaßnahmen durch, welche mit einer Kostenersparnis verbunden sind oder sich relativ leicht umsetzen lassen (z.B. Fensteraustausch, Fahrzeugerneuerung, Tourenplanung etc.). Jede Einzelmaßnahme wurde durchschnittlich von weniger als 15 % der Unternehmen durchgeführt. Einzelmaßnahmen werden oft in Verbindung mit anderen Maßnahmen ausgeführt, die sich zu Maßnahmenpaketen zusammenfassen lassen. Die vier identifizierten Maßnahmenpakete sind Gebäude, Querschnittstechnologien der Anlagentechnik, Strom- und Wärmeerzeugung und Fuhrpark.

Die Energiekosten eines Unternehmens innerhalb eines bestimmten Gewerkes³⁶ haben nur einen sehr geringen Einfluss auf die Durchführung von Effizienzmaßnahmen. Es lässt sich vermuten, dass der marktwirtschaftliche Wettbewerb sehr ineffiziente Unternehmen bereits ausgefiltert hat und die Möglichkeiten zur Durchführung von betriebswirtschaftlich rentablen Effizienzmaßnahmen nicht mehr allzu groß sind.³⁷ Auf der Gewerke-Ebene jedoch besteht ein relativ starker Zusammenhang zwischen diesen Variablen. Unternehmen in Gewerken mit hohen Energiekosten (Brauer und Mälzer, Bäcker etc.) führen häufiger Effizienzmaßnahmen durch als Unternehmen in Gewerken mit geringen Energiekosten (Friseur). Die Wichtigkeit der Trennung zwischen der Ebene der Branche und der Ebene der Unternehmen innerhalb einer Branche stellt ein zentrales Ergebnis der Studie dar.

³⁶ Gemessen als Anteil der Energie- an den Gesamtkosten, den Energiekosten als Anteil am Umsatz oder den Energiekosten pro Mitarbeiter.

³⁷ Dieser Befund steht im Widerspruch zu vielen Ergebnissen in der Literatur zum Thema. Dabei sollte beachtet werden, dass viele Autoren nur darauf achten, ob ein statistisch messbarer Zusammenhang besteht, aber keine Effektgröße angeben. Die Ergebnisse der vorliegenden Studien finden ebenfalls einen statistischen Zusammenhang. Die Effektgröße ist aber sehr klein.

Diese Erklärung wird von den Ergebnissen der Mittelstandsinitiative Energieeffizienz (2014) gestützt - Die Hauptgründe der Nichtdurchführung von Effizienzmaßnahmen sind fehlende Wirtschaftlichkeit oder die Priorität anderer Handlungsfelder.

Der positive Einfluss der Betriebsgröße auf die Durchführung von Effizienzmaßnahmen ist nicht überraschend. Der Zusammenhang ist jedoch besonders stark im Bereich der Querschnittstechnologien Anlagentechnik ausgeprägt. Kleinere Unternehmen scheuen möglicherweise das Risiko eines Produktionsausfalls, welches mit einer Veränderung der Technik einhergeht, mehr als große Unternehmen. Innerhalb der Gewerke der KFZ-Techniker, Maurer und Betonbauer, Metallbauer und Bäcker hat die Betriebsgröße jedoch keinen merklichen Einfluss auf die Durchführung von Effizienzmaßnahmen. Dies unterstreicht die Heterogenität der Gewerke.

Schließlich haben Effizienzberatungen einen durchweg positiven, aber nur moderat starken Einfluss auf die Durchführung einer Maßnahme. Im Bereich des Gebäudes und des Fuhrparks hat eine Beratung den stärksten positiven Effekt. Die Interpretation des kausalen Zusammenhangs gestaltet sich aber nicht einfach. Es ist durchaus möglich, dass die Beratung nicht eine Maßnahme auslöst, sondern Beratungen durchgeführt werden, weil der Wunsch einer Maßnahmendurchführung zuvor bereits bestand. Im Falle der finanziellen Förderung einer Gebäudesanierung beispielsweise, besteht die Pflicht auf die Inanspruchnahme einer qualifizierten Beratung. Innerhalb der Gewerke Maurer und Betonbauer, Maler und Lackierer, Elektrotechniker und der Bäcker löst die Beratung einen vergleichsweise stärkeren Impuls aus. Für Tischlereiunternehmen löst die Beratung keine Maßnahmen-Impulse aus. Es sollte in diesem Falle geprüft werden, ob die gegenwärtige Effizienzberatung überhaupt einen Mehrwert bringt. Beratungen sollten im Allgemeinen stärker auf die einzelnen Branchen zugeschnitten sein.³⁸

³⁸ Siehe auch das Ergebnis der Mittelstandsinitiative Energieeffizienz (2014), in der Pauschalität der Beratung von den Unternehmen häufig kritisiert wurde.

6. Anhang - Erläuterung zur empirischen Vorgehensweise

Faktorenanalyse

Die Faktorenanalyse wurde auf Basis der binären Einzelmaßnahmenvariablen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 aufgeführt. Die Pearson-Korrelation konnte aufgrund der binären Variablen nicht für die Erstellung der Korrelationsmatrix benutzt werden. Stattdessen wurden polychorische Korrelationen verwendet. Die Faktorenanalyse (Prinzipal Komponenten Analyse mit Varimax-Rotation) ergab fünf Faktoren mit einem Eigenwert größer eins, von denen nur vier genutzt werden konnten (die Factor Loadings des fünften Faktors wurden nur von einer Variable gespeist). Die vier verbleibenden Faktoren erklären über 62 % der Gesamtvariation. Der Kaiser-Meyer-Olkin-Test ergab einen Wert von 0,55; die Prinzipal-Komponenten-Methode kann also genutzt werden.

Tabelle 8: Ergebnisse der Faktorenanalyse

Faktor	Bezeichnung	Erläute Varianz	Factor-Loadings der Einzelmaßnahmen
1	Gebäude	21,20%	Dämmung Wand (0,85), Dach (0,81) und Keller (0,84), Austausch der Fenster (0,79), Heizung/ Warmwasser (0,48)
2	Querschnittstechnologien	17,50%	Druckluft (0,79), Lüftung/ Kühlung (0,74), Beleuchtung (0,6), Abwärme (0,78)
3	Strom- und Wärmeerzeugung	13,60%	BHKW (0,9), Eigenstrom (0,76), Andere (0,61)
4	Fuhrpark	10,26%	Fahrzeugerneuerung (0,8), effiziente Tourenplanung (0,73)

ifh Göttingen

Quelle: Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung

Regressionen

Es wurde eine einfache lineare Regression (lineare Wahrscheinlichkeitsmodell) genutzt, um die Determinanten der Umsetzung von Energiemaßnahmen zu ermitteln. Die Abhängige Variable ist ein Dummy. Die Variable ist gleich eins, wenn mindestens eine Energieeffizienzmaßnahme im Bereich Gebäudehülle, Anlagentechnik oder Fuhrpark durchgeführt wurde.

In einer zweiten Spezifikation wird die Variable „Anzahl der Effizienzmaßnahmen“ verwendet (Tabelle 10). Die beiden abhängigen Variablen beantworten unterschiedliche Fragestellungen. Während die erste darauf abzielt, welche Determinanten beeinflussen, ob man im Bereich von Energieeffizienzmaßnahmen überhaupt tätig wird, ist die zweite Variable eher ein Maß für die Intensität der Maßnahmen. Im zweiten Fall ist allerdings zu beachten, dass die Maßnahmen nicht gleichwertig sind. Wir wissen zum einen nicht, ob z.B. eine Maßnahme im Bereich Beleuchtung in Unternehmen A die gleiche Intensität hatte wie in Unternehmen B. Außerdem bewirkt eine Maßnahme im Bereich Gebäudehüllendämmung wahrscheinlich eine höhere Energieeinsparung als eine Maßnahme im Bereich Beleuchtung. Dies könnte ein Problem für die Interpretation darstellen, wenn ein Unternehmen, welches zwei Maßnahmen durchführt - z.B. Beleuchtung und Tourenplanung - dennoch eine viel geringere Einsparung erzielt als ein zweites Unternehmen, welches nur eine Maßnahme durchführt, welche aber eine hohe Einsparung mit sich bringt (z.B. Dämmung der Außenwand). Das Problem relativiert sich etwas, wenn man annimmt, dass die Unternehmen alle in einer ähnlichen Reihenfolge vorgehen, d.h. leicht umzusetzende

Maßnahmen vor größeren durchführen. Trifft dies zu, kann man die Anzahl der Effizienzmaßnahmen als ordinale Variable verstehen. Schließlich bietet der Datensatz keine Informationen darüber, ob in einem Bereich zwei Maßnahmen durchgeführt wurden (z.B. Dämmung von zwei Betriebsgebäuden).

Die erklärende Variable Energiekosten ist entweder durch den Energiekostenanteil oder die Kosten pro Mitarbeiter vertreten. Weiterhin gibt es die Anzahl der Beschäftigten, das Quadrat der Beschäftigtenanzahl, einen Dummy für zulassungsbeschränkte A-Gewerke, einen Dummy Beratung, welcher gleich eins ist, wenn eine Effizienzberatung in Anspruch genommen wurde, eine Interaktionsvariable Beratung*Beschäftigung und einen Ost-Dummy.

$$EMaßnahme = \alpha + \beta * Determinanten + \gamma * G_i + \varepsilon$$

Der Zusammenhang zwischen Energiekosten und der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen hat zwei Dimensionen. Zum einen haben Gewerke höhere oder niedrigere Energiekosten aufgrund der ähnlichen technologischen Bedingungen. Zum anderen gibt es eine Heterogenität der Energiekosten und Maßnahmenumsetzung der Unternehmen innerhalb eines Gewerkes. Um diese beiden Dimensionen auseinanderhalten zu können, werden Gewerke-Dummies (G_i) genutzt. In anderen Worten, die Methode entspricht einer fixed-effects Regression. Die Kategorie „Augenoptiker“ (mit einer niedrigen Effizienzmaßnahmen-Intensität) wird dabei, als Vergleichskategorie, ausgelassen.

Die Koeffizienten und p-Werte können in den nachfolgenden Tabellen eingesehen werden. Die Beschreibung aller Ergebnisse befindet sich in Abschnitt 4.6 und 4.7. Alle Regressionsergebnisse sind nach Beschäftigungsgrößenklassen gewichtet (Wahrscheinlichkeitsgewichtung).

Tabelle 9: Lineares Wahrscheinlichkeitsmodell - Durchführung von mindestens einer Effizienzmaßnahme³⁹

Abh. Variable: Eine oder mehr Effizienzmaßnahmen durchgeführt	...umgesetzt		...umgesetzt		...umgesetzt		...geplant	
	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p
Energiekosten/ Mitarbeiter (pro 1,000 Euro)	0,01	0,00	0,01	0,01	-	-	0,01	0,00
Energiekosten / Umsatz (je 10%)	-	-	-	-	-0,03	0,17	-	-
Beschäftigte (pro 100)	0,36	0,00	0,31	0,00	0,06	0,22	0,37	0,00
Beschäftigte ²	6,05E-06	0,00	5,41E-06	0,00	2,13E-07	0,10	5,86E-06	0,00
Beratung	0,24	0,00	0,23	0,00	0,27	0,00	0,20	0,00
Beratung * Beschäftigte (pro 100)	-0,12	0,08	-0,11	0,10	0,01	0,86	-0,02	0,81
Anlage_A	0,09	0,01	-0,10	0,43	-0,27	0,17	-0,97	0,36
Ostdeutschland	0,00	0,85	0,00	0,85	-0,02	0,46	0,00	0,76
Gewerke								
Augenoptiker			-	-	-	-	-	-
Elektromaschinenbauer			0,41	0,00	0,48	0,00	0,03	0,73
Orthopädienschuhmacher			0,34	0,01	0,35	0,04	0,24	0,05
Bäcker			0,31	0,00	0,35	0,00	0,14	0,04
Brauer und Mälzer			0,29	0,03	0,21	0,28	0,41	0,00
Fleischer			0,29	0,00	0,33	0,01	0,17	0,02
Tischler			0,24	0,00	0,34	0,00	0,11	0,07
Klempner			0,23	0,03	0,31	0,03	0,13	0,13
Installateur und Heizungsbauer			0,22	0,01	0,22	0,06	0,18	0,00
Konditoren			0,21	0,10	0,30	0,06	-0,03	0,80
Hörgeräteakustiker			0,19	0,38	0,29	0,23	-0,14	0,02
Maler und Lackierer			0,18	0,02	0,23	0,05	0,11	0,09
Metallbauer			0,17	0,04	0,23	0,05	0,14	0,04
Feinwerkmechaniker			0,17	0,07	0,19	0,14	0,13	0,08
Vulkaniseure			0,16	0,36	0,03	0,91	0,08	0,51
Kälteanlagenbauer			0,15	0,25	0,51	0,00	0,14	0,21
Elektrotechniker			0,15	0,06	0,10	0,36	0,19	0,00
Kraftfahrzeugtechniker			0,14	0,06	0,21	0,07	0,13	0,04
Landmaschinenmechaniker			0,13	0,28	0,21	0,32	0,32	0,01
Dachdecker			0,13	0,12	0,16	0,18	0,09	0,18
Informationstechniker			0,13	0,24	0,21	0,14	0,10	0,27
Schuhmacher			0,13	0,49	-0,02	0,92	-0,05	0,70
Maurer und Betonbauer			0,11	0,17	0,13	0,25	0,11	0,08
R2	4,22%		7,17%		9,13%		6,38%	
N	4.181		4.181		2.087		4.181	

ifh Göttingen

Quelle: Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

³⁹ Folgende Gewerke weisen die niedrigste Effizienzmaßnahmenaktivität auf und sind statistisch nicht von den Augenoptikern zu unterscheiden: Orthopädietechniker, Textilreiniger, Zimmerer, Raumausstatter, Glaser, Karosserie- und Fahrzeugbauer, Zahntechniker, Galvaniseure, Gerüstbauer, Stuckateure, Friseure, Straßenbauer, Gebäudereiniger, Fliesen-, Platten- und Mosaikleger, Fotografen, Kosmetiker, Schilder- und Lichtreklamehersteller, Damen- und Herrenschneider, Uhrmacher.

Tabelle 10: Lineare Regression - Die Anzahl der durchgeführten Effizienzmaßnahmen

<i>Abh. Variable: Anzahl der umgesetzten Effizienzmaßnahmen</i>	Koeff.	p	Koeff.	p
Energiekosten/ Mitarbeiter (pro 1,000 Euro)	0,02	0,05	-	-
Energiekosten / Umsatz (je 10%)	-	-	0,03	0,72
Beschäftigte (pro 10)	0,14	0,00	0,05	0,04
Beschäftigte ²	0,00	0,00	0,00	0,02
Beratung	0,77	0,00	0,86	0,00
Beratung * Beschäftigte (pro 100)	-0,28	0,26	0,11	0,60
Anlage_A	-0,24	0,40	-0,17	0,71
Ostdeutschland	0,03	0,58	0,02	0,79
<i>Gewerke</i>				
Augenoptiker	-	-	-	-
Brauer und Mälzer	2,43	0,00	2,22	0,01
Bäcker	1,17	0,00	0,96	0,01
Fleischer	0,98	0,00	0,91	0,02
Orthopädieschuhmacher	0,88	0,02	0,75	0,17
Textilreiniger	0,86	0,28	0,65	0,32
Kälteanlagenbauer	0,85	0,08	1,87	0,03
Hörgeräteakustiker	0,77	0,31	0,93	0,30
Installateur und Heizungsbauer	0,75	0,00	0,57	0,13
Tischler	0,67	0,00	0,72	0,04
Maler und Lackierer	0,61	0,01	0,54	0,15
Klempner	0,55	0,03	0,68	0,09
Informationstechniker	0,53	0,09	0,54	0,25
Elektrotechniker	0,49	0,02	0,05	0,88
Raumausstatter	0,47	0,24	0,80	0,19
Feinwerkmechaniker	0,45	0,06	0,16	0,67
Dachdecker	0,41	0,08	0,30	0,42
Kraftfahrzeugtechniker	0,37	0,06	0,40	0,26
Konditoren	0,37	0,28	0,40	0,36
Metallbauer	0,36	0,08	0,28	0,42
Elektromaschinenbauer	0,27	0,44	0,09	0,85
Zimmerer	0,27	0,21	0,25	0,48
Maurer und Betonbauer	0,26	0,20	0,25	0,48
Galvaniseure	0,24	0,64	-0,16	0,72
Schuhmacher	0,20	0,66	0,48	0,45
Landmaschinenmechaniker	0,15	0,59	0,26	0,60
Glaser	0,14	0,59	0,24	0,57
Zahntechniker	0,12	0,68	0,30	0,56
R2	4,22%		10,85%	
N	4.181		2.087	

ifh Göttingen

Quelle: Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

Tabelle 11: Lineares Wahrscheinlichkeitsmodell - Effizienzmaßnahmen im Detail

Abh. Variable: Eine oder mehr Effizienzmaßnahmen durchgeführt	Gebäude		Querschnitts- technologie		Strom- und Wärme		Fuhrpark	
	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p
Energiekosten/ Mitarbeiter (pro 1,000 Euro)	0,01	0,12	0,00	0,06	0,00	0,98	0,00	0,27
Beschäftigte (pro 100)	0,17	0,00	0,33	0,00	0,11	0,00	0,25	0,00
Beschäftigte ²	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Beratung	0,19	0,00	0,10	0,00	0,03	0,02	0,14	0,00
Beratung * Beschäftigte (pro 100)	-0,14	0,01	0,02	0,76	0,02	0,58	-0,05	0,42
Anlage_A	-0,08	0,44	0,07	0,46	-0,12	0,12	-0,04	0,63
Ostdeutschland	0,01	0,57	0,00	0,87	-0,03	0,00	0,04	0,02
Gewerke								
Augenoptiker	-	-	-	-	-	-	-	-
Bäcker	0,31	0,00	0,10	0,16	0,01	0,66	0,19	0,00
Brauer und Mälzer	0,30	0,04	0,38	0,01	0,01	0,96	0,38	0,00
Fleischer	0,24	0,00	0,06	0,45	0,11	0,00	0,15	0,01
Orthopädienschuhmacher	0,23	0,06	0,05	0,66	-0,01	0,53	0,19	0,09
Klempner	0,22	0,02	-0,14	0,06	-0,01	0,81	0,20	0,01
Tischler	0,22	0,00	-0,03	0,61	0,00	0,84	0,25	0,00
Konditoren	0,21	0,08	0,02	0,89	-0,02	0,27	0,02	0,78
Landmaschinenmechaniker	0,18	0,12	-0,18	0,01	0,03	0,41	0,12	0,19
Installateur und Heizungsbauer	0,18	0,01	-0,08	0,25	0,05	0,04	0,23	0,00
Kraftfahrzeugtechniker	0,17	0,01	-0,04	0,52	0,01	0,55	0,07	0,15
Maler und Lackierer	0,15	0,03	-0,13	0,05	0,02	0,35	0,20	0,00
Kälteanlagenbauer	0,14	0,22	0,04	0,71	0,04	0,42	0,32	0,01
Metallbauer	0,14	0,04	-0,12	0,08	0,02	0,40	0,19	0,00
Dachdecker	0,13	0,05	-0,17	0,01	0,03	0,30	0,18	0,00
Stukkateure	0,13	0,21	-0,14	0,10	-0,04	0,06	0,10	0,24
Elektrotechniker	0,13	0,04	-0,07	0,26	0,05	0,03	0,21	0,00
Feinwerkmechaniker	0,12	0,10	-0,07	0,34	0,02	0,38	0,13	0,04
Informationstechniker	0,12	0,19	-0,05	0,59	0,05	0,29	0,22	0,01
Karosserie- und Fahrzeugbauer	0,11	0,21	-0,10	0,20	0,00	0,85	0,03	0,69
Elektromaschinenbauer	0,11	0,31	-0,06	0,56	-0,03	0,19	0,14	0,14
Textilreiniger	0,11	0,55	0,19	0,23	-0,06	0,62	0,14	0,35
Friseure	0,11	0,11	-0,11	0,09	-0,01	0,70	-0,01	0,87
Orthopädietechniker	0,10	0,46	-0,18	0,11	0,05	0,57	0,08	0,51
Zimmerer	0,08	0,23	-0,14	0,04	0,05	0,10	0,17	0,00
Glaser	0,07	0,41	-0,10	0,21	0,00	0,89	0,13	0,09
Maurer und Betonbauer	0,07	0,29	-0,18	0,01	0,02	0,31	0,16	0,00
Galvaniseure	0,06	0,68	0,12	0,35	-0,01	0,96	0,03	0,82
Raumausstatter	0,05	0,64	0,05	0,56	-0,11	0,16	0,18	0,05
R2	5,15%		8,75%		3,9%		5,06%	
N	4.181		4.181		4.181		4.181	

ifh Göttingen

Quelle: Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

Tabelle 12: Lineares Wahrscheinlichkeitsmodell - Einzelne Gewerke

Abh. Variable: Eine oder mehr Effizienzmaßnahmen durchgeführt	Elektrotechniker		Installateur und Heizungsbauer		KFZ-Techniker		Maurer und Betonbauer		Tischler		Metallbauer		Maler und Lackierer		Bäcker	
	Koeff.	p.	Koeff.	p.	Koeff.	p.	Koeff.	p.	Koeff.	p.	Koeff.	p.	Koeff.	p.	Koeff.	p.
Energiekosten/ Mitarbeiter (pro 1.000 Euro)	0,01	0,46	0,01	0,21	0,00	0,59	0,02	0,04	0,01	0,70	0,01	0,33	0,01	0,48	0,00	0,49
Beschäftigte (pro 10)	0,07	0,00	0,17	0,01	0,05	0,01	0,02	0,30	0,11	0,04	0,04	0,10	0,16	0,14	0,00	0,80
Beschäftigte ²	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,95	0,00	0,14	0,00	0,32	0,00	0,19	0,00	0,92
Beratung	0,25	0,00	0,18	0,13	0,16	0,05	0,42	0,00	0,03	0,86	0,23	0,02	0,28	0,11	0,25	0,00
Beratung * Beschäftigte (pro 10)	0,01	0,77	-0,14	0,02	0,00	0,91	-0,04	0,00	-0,01	0,83	-0,03	0,20	-0,03	0,87	0,00	0,79
Ostdeutschland	-0,05	0,39	0,06	0,36	0,18	0,00	-0,01	0,82	-0,01	0,91	0,12	0,10	0,01	0,95	-0,10	0,18
R ²	5,67%		6,99%		6,47%		8,30%		1,58%		4,72%		4,36%		7,55%	
N	397		292		413		375		310		248		201		172	

ifh Göttingen

Quelle: Quelle: ZDH-Energieumfrage, eigene Berechnung, Gewichtung nach Beschäftigungsgrößenklassen

7. Literatur

- Achtnicht, Martin und Koesler, Simon (2014): Energieeffizienz: größte Energiequelle oder Quell zusätzlicher Nachfrage?, Wirtschaftsdienst, Nr. 07, S. 515-519.
- Agora Energiewende (2014): Positive Effekte von Energieeffizienz auf den deutschen Stromsektor. 032/01-S-2014/DE, Berlin.
- Alchian, Armen (1950): Uncertainty, Evolution and Economic Theory. *The Journal of Political Economy*, 58(3), S. 211-211.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie [BMWi] (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Berlin.
- Fleiter, T.; Schleich, J. und Ravivanpong, P. (2012): Adoption of energy-efficiency measures in SMEs - An empirical analysis based on energy audit data from Germany. *Energy Policy*, 51, S. 863-875.
- Galvin, Ray; Sunikka-Blank, Minna (2013): Economic viability in thermal retrofit policies: Learning from ten years of experience in Germany. *Energy Policy*, 54, S. 343-351.
- Kahneman, Daniel und Tversky Amos (1974): Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, 27(185), S. 1124-1131.
- Mittelstandsinitiative Energieeffizienz und Klimaschutz (2014): Energieeffizienz. Unternehmen besser informieren und beraten. Berlin.
- Müller, Klaus und Vogt, Nora (2014): Soloselbstständigkeit im Handwerk - Anzahl, Bedeutung und Merkmale der Ein-Personen-Unternehmen. Göttinger Handwerkswirtschaftliche Studien, Nr. 95, Duderstadt.
- Thamling, N.; Seefeldt, F. und Glöckner, U. (2010): Endbericht. Rolle und Bedeutung von Energieeffizienz und Energiedienstleistungen in KMU. Berlin.
- Schleich, Joachim (2009): Barriers to energy efficiency: A comparison across the German commercial and service sector. *Ecological Economics*, 68, S. 2150-2159.
- Schwartz, M. (2014): Das Handwerk in Deutschland: Meisterlich bei Energieeffizienz? KfW Research, Frankfurt am Main.
- Schwartz, M. und Braun, M. (2013): Energiekosten und Energieeffizienz im Mittelstand. Sonderausgabe zum KfW-Mittelstandspanel. Nr.40, Heft 20, Frankfurt am Main.
- Simon, Herbert (1996): *The Sciences of the Artificial*. MIT Press.
- Stigler, G. J. (1961): The Economics of Information. *The Journal of Political Economy*, 69(3), S. 213-225.
- Sunikka-Blank, Minna und Galvin, Ray (2012): Introducing the prebound effect: the gap between performance and actual energy consumption. *Building Research and Information*, 40(3), S. 260-273.
- Zimmermann, V. (2014). Unternehmensbefragung. Kreditanstalt für Wiederaufbau, Frankfurt am Main.

Veröffentlichungsverzeichnis

(Auswahl)*

Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung

- Heft 7: **Energiekosten, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit im Handwerk - Eine Auswertung der ZDH-Energieumfrage**, von Petrik Runst, Göttingen 2016, 42 Seiten
- Heft 6: **Innovationshemmnisse in KMU - Eine empirische Analyse unter Berücksichtigung des Handwerks**, von Jörg Thomä und Volker Zimmermann, Göttingen 2016, 44 Seiten
- Heft 5: **Der Kommissionsvorschlag zur Deregulierung des Handwerks - Eine kritische Einschätzung der ökonomischen Literatur**, von Matthias Lankau und Klaus Müller, Göttingen 2015, 67 Seiten
- Heft 4: **Bedeutung der qualifikationsgebundenen Zugangsberechtigung im Handwerk für die Funktionsfähigkeit des dualen Ausbildungssystems**, von Klaus Müller und Jörg Thomä, Göttingen 2015, 24 Seiten
- Heft 3: **Strukturentwicklungen im Handwerk - Kurzfassung -**, von Klaus Müller, Göttingen 2015, 28 Seiten
- Heft 2: **Frauen im Handwerk. Status Quo und Herausforderungen - Kurzfassung -**, von Katarzyna Haverkamp, Klaus Müller, Petrik Runst und Anja Gelzer, Göttingen 2015, 24 Seiten
- Heft 1: **Die Rolle des Handwerks auf dem Weg zu einem klimaneutralen Gebäudebestand**, von Petrik Runst und Jana Ohlendorf, Göttingen 2015, 27 Seiten

ifh Working Papers

- No. 2: A replication of 'Entry regulation and entrepreneurship: a natural experiment in German craftsmanship', von Petrik Runst, Jörg Thomä, Katarzyna Haverkamp und Klaus Müller, Göttingen 2016, 17 Seiten
- No. 1: Energy efficiency consultants as change agents? Examining the reasons for EECs' limited success, von Daniel Feser und Petrik Runst, Göttingen 2015, 24 Seiten

Bezug dieser Publikationen:

Download unter:

<http://www.ifh.wiwi.uni-goettingen.de/de/content/veroeffentlichungen>

Göttinger Handwerkswirtschaftliche Studien

- Band 98: **Strukturentwicklungen im Handwerk**, von Klaus Müller, 228 Seiten, Duderstadt 2015, 25 EUR
ISBN: 978-3-86944-159-7
- Band 97: **Frauen im Handwerk - Status Quo und Herausforderungen**, von Katarzyna Haverkamp, Klaus Müller, Petrik Runst und Anja Gelzer unter Mitarbeit von Katharina Dundler und Sören Brandt, 192 Seiten, Duderstadt 2015, 24 EUR
ISBN: 978-3-86944-158-0
- Band 96: **Geschichte des Handwerks - Handwerk im Geschichtsbild**, von Titus Kockel und Klaus Müller (Hrsg.), Duderstadt 2014, 120 Seiten, kart., € 18,-
ISBN: 978-3-86944-135-1
- Band 95: **Soloselbstständigkeit im Handwerk – Anzahl, Bedeutung und Merkmale der Ein-Personen-Unternehmen**, von Klaus Müller und Nora Vogt, Duderstadt 2014, 194 Seiten, kart., € 24,-
ISBN: 978-3-86944-134-4
- Band 94: **Stabilität und Ausbildungsbereitschaft von Existenzgründungen im Handwerk**, von Klaus Müller, Duderstadt 2014, 194 Seiten, kart., € 24,-
ISBN: 978-3-86944-131-3

Bezug der Studien:

Mecke Druck und Verlag, Christian-Blank-Straße 3, 37115 Duderstadt,

Fon: 05527- 98 19 22, Fax: 05527- 98 19 39, E-Mail: verlag@meckedruck.de

* Das Gesamtverzeichnis der Veröffentlichungen findet sich unter „www.ifh.wiwi.uni-goettingen.de“
Das aktuelle Buchprogramm des ifh im Internet: „www.meckedruck.de/ifh“