

Ostbayern

KONKRET

Klimaschutz

Handlungsfelder und Empfehlungen
für Unternehmen



04	Kurzfassung
05	1. Hintergrundwissen: Klima und Klimaschutz
05	1.1 Was muß man über das Klima und den Klimawandel wissen?
09	1.2 Welcher Zusammenhang besteht zwischen den Treibhausgasen und unserem Klima?
10	1.3 Warum sollte das Thema Klimawandel interessieren?
11	2. CO₂-Bilanz eingesetzter Energieträger, Rohstoffe oder Produkte
14	3. Klimaschutzmaßnahmen
15	3.1 Energieeffizienz im Bereich von Querschnittstechnologien
25	3.2 Energieeffizienz in ausgewählten Branchen
33	3.3 Klimaschutz durch nachhaltige und effiziente Mobilität sowie Recycling
36	4. Weiterführende Hilfestellung
36	4.1 Effizienzprojekte angehen
37	4.2 CO ₂ -Fußabdruck als Basis für die Emissionseinsparung im Produkt/Unternehmen
40	4.3 Förderkontakte und Netzwerke
43	4.4 Umsetzungsbeispiele
45	5. Zusammenfassung

Impressum

Herausgeber

IHK Regensburg für Oberpfalz / Kelheim
D.-Martin-Luther-Straße 12 | 93047 Regensburg
Telefon 0941 5694-0 | Fax -279
info@regensburg.ihk.de
www.ihk-regensburg.de

Redaktion und Inhalte

Bayern Innovativ
Bayerische Gesellschaft für Innovation und
Wissenstransfer mbH
Cindy Hesi, Christopher Ziegler, Oliver Mayer
Telefon 0911 20671-233
o.mayer@bayern-innovativ.de

IHK Regensburg für Oberpfalz / Kelheim
Dr. Robert Baumhof
Telefon 0941 5694-245 | Fax -5245
baumhof@regensburg.ihk.de



Gestaltung

Burckhardt Design GmbH
Hermann-Geib-Straße 18 | 93053 Regensburg
Telefon 0941 784934-0 | Fax -20
kontakt@burckhardt-design.de
www.king-of-design.de

Druck

Schmidl & Rotaplan Druck GmbH
Hofer Straße 1
93057 Regensburg
Telefon 0941 69695-0
info@schmidl-rotaplan.de
www.schmidl-rotaplan.de

Haftung für Inhalte

Als Diensteanbieter ist die Bayern Innovativ GmbH gemäß § 7 Abs.1 TMG für eigene Inhalte im Rahmen dieses Leitfadens nach den allgemeinen Gesetzen verantwortlich.

Haftung für Links

Der Leitfaden enthält auch Internet-Links zu anderen Informationsquellen oder Auftritte anderer Akteure. In diesen Fällen hat die Bayern Innovativ GmbH keinen Einfluss auf die jeweiligen Inhalte. Daher kann Bayern Innovativ für diese Inhalte auch keine Gewähr und Haftung übernehmen. Für die Inhalte dieser Seiten ist stets der jeweilige Anbieter oder Betreiber der Seiten verantwortlich.

Fotos

fotolia.com (© vovan S.10, JRP Studio S.16, S.21, Witthake S.25, Romolo Tavani S.46), TR PLAST GmbH (19), Hanke (23, 34), Irlbacher Blickpunkt Glas GmbH (27), INSYS MICROELECTRONICS GmbH (38), Energieagentur Regensburg e.V. (41)

Der Klimawandel und seine Folgen stellen für Politik und Gesellschaft eine der drängendsten Herausforderung unserer Zeit dar. Auch bei unseren Unternehmen steht das Thema ganz oben auf der Agenda und sie reagieren auf vielfältige Weise, so etwa durch eine Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz. Mit diesem Leitfaden möchten wir dieses Engagement in unserem Wirtschaftsraum noch weiter vorantreiben. Darum orientiert sich der vorgestellte Maßnahmenkatalog auch an den vertretenen Wirtschaftsbereichen der Region. Zudem dienen die Ausführungen auch der Vermittlung von weiterführendem Wissen zu den Themen Klima und Klimaschutz oder etwa zum Corporate Carbon Footprint.

Mein Appell an Sie: Sehen Sie Investitionen in den Klimaschutz als Investitionen in die Zukunft Ihres Unternehmens! Auch wenn bestimmte Maßnahmen keine branchenüblichen Amortisationszeiten aufweisen, machen sie sich dennoch oft schnell bezahlt.

Unser Service für Sie: Gerne unterstützen wir Sie dabei, geeignete Klimaschutzmaßnahmen aber auch etwaige Fördermöglichkeiten und Kontakte zu identifizieren. Sprechen Sie uns hierzu einfach an!



A handwritten signature in black ink that reads "Jürgen Helmes". The signature is written in a cursive, flowing style.

Dr. Jürgen Helmes
Hauptgeschäftsführer

Kurzfassung

Die aktuellen gesellschaftlichen Diskussionen zum Thema Klimaschutz, aber auch das umweltpolitische Engagement vieler Unternehmen und Unternehmer, werfen vermehrt die Frage auf, welche Maßnahmen am potenzialreichsten für einen verstärkten Schutz des Klimas sind. Diese Handreichung soll ein Leitfaden für Unternehmen sein, die einen Einstieg zum Thema Klimaschutz suchen. Der Inhalt der Handreichung setzt sich unter anderem aus Hintergrundwissen zum Klima und Klimaschutz auseinander: Was muss man über das Klima und den Klimawandel wissen? Welche Effekte beeinflussen das Klima? Warum sollte das Thema Klimawandel Unternehmen interessieren?

Im weiteren Verlauf der Handreichung werden grundsätzliche Möglichkeiten zum Klimaschutz im Unternehmen dargestellt,

dabei wird unterschieden zwischen Maßnahmen in Querschnittsbereichen und branchenspezifischen Bereichen. Unter „Branchenspezifische Bereiche“ werden Maßnahmen für Branchen dargestellt, die für die IHK Regensburg für Oberpfalz / Kelheim aufgrund ihres Lokalisationsgrades ein höheres Gewicht aufweisen als im Rest von Deutschland.

In der Handreichung wird grundsätzlich dargestellt, welche Schritte Unternehmen ohne viel Zeit- oder Kostenaufwand gehen können, um sich einen Überblick über das Potenzial von Klimaschutzmaßnahmen im Unternehmen zu verschaffen. Zusätzlich wird auf mögliche Förderprogramme und eine Teilnahme an Energieeffizienznetzwerken hingewiesen, die das Ziel haben, Energiekosten zu senken und gleichzeitig das Unternehmen nachhaltig und zukunftssicher aufzustellen.

Hinweis: In dieser Handreichung werden teilweise Näherungswerte verwendet und Relationen vereinfacht dargestellt. Dies soll die kausalen Zusammenhänge auch Nichtexperten verständlicher machen.

1. Hintergrundwissen: Klima und Klimaschutz

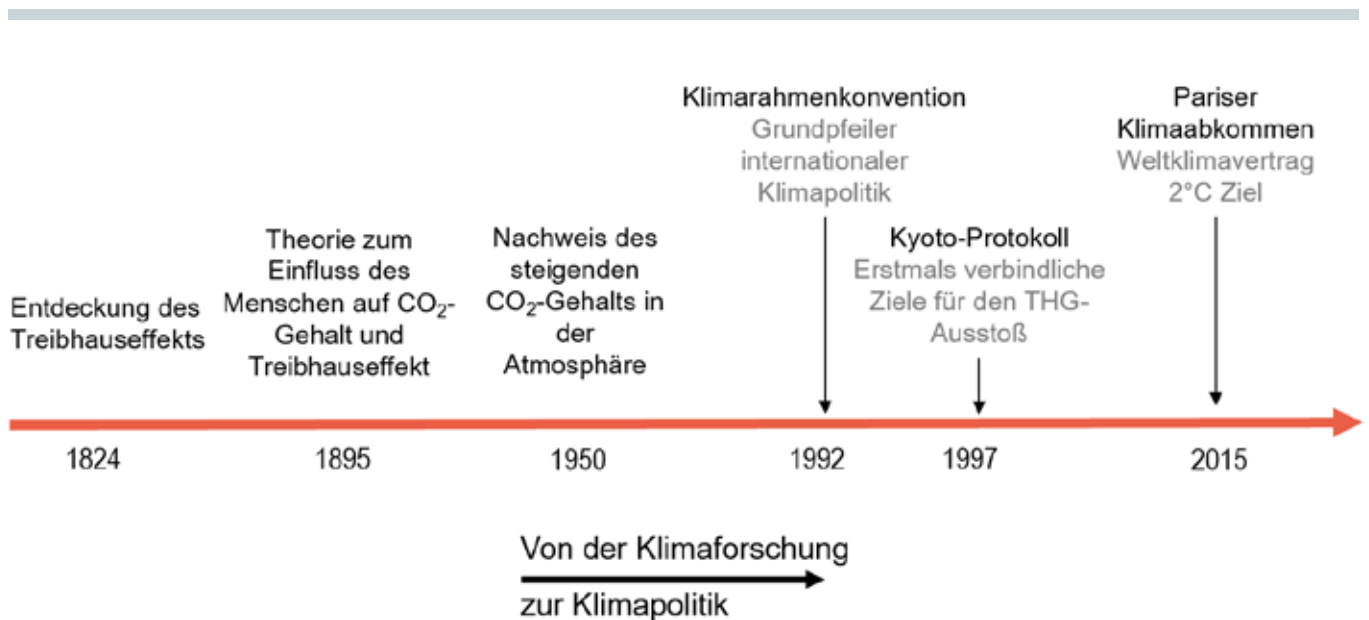
1.1. Was muss man über das Klima und den Klimawandel wissen?

Klimaziele und Verpflichtungen

Im Dezember 2015 wurde auf der UN-Klimakonferenz in Paris das völkerrechtlich bindende Abkommen zur Begrenzung der globalen Erwärmung von den 197 Vertragsparteien der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) geschlossen. Das Ziel des Abkommens ist die Begrenzung der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2 °C, möglichst auf 1,5 °C, über vorindustriellem Niveau. Laut IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) muss der Ausstoß an Treibhausgasen massiv reduziert werden, um dieses Ziel zu erreichen.

Abbildung 1

Meilensteine in der Klimapolitik



Quelle: Darstellung Bayern Innovativ GmbH

Wirkungsweise von Treibhausgasen

Treibhausgase sorgen durch ihre Eigenschaften dafür, dass sich die Erde wie in einem Treibhaus erwärmt, indem die reflektierte und von der Erde abgestrahlte Wärme nicht ins Weltall entweichen kann, sondern auf die Erdoberfläche zurück reflektiert wird. Das hat zur Folge, dass sich die Erde kontinuierlich erwärmt.

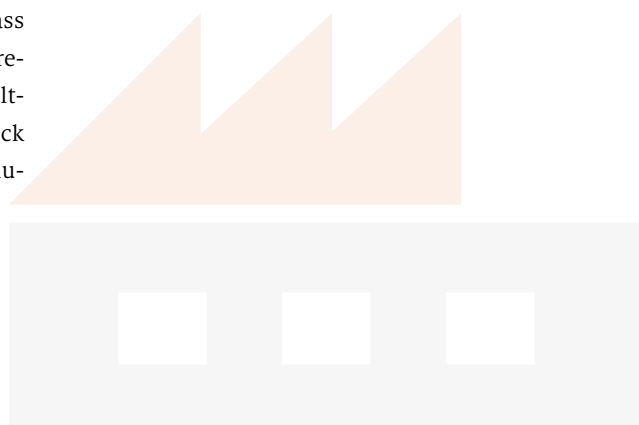
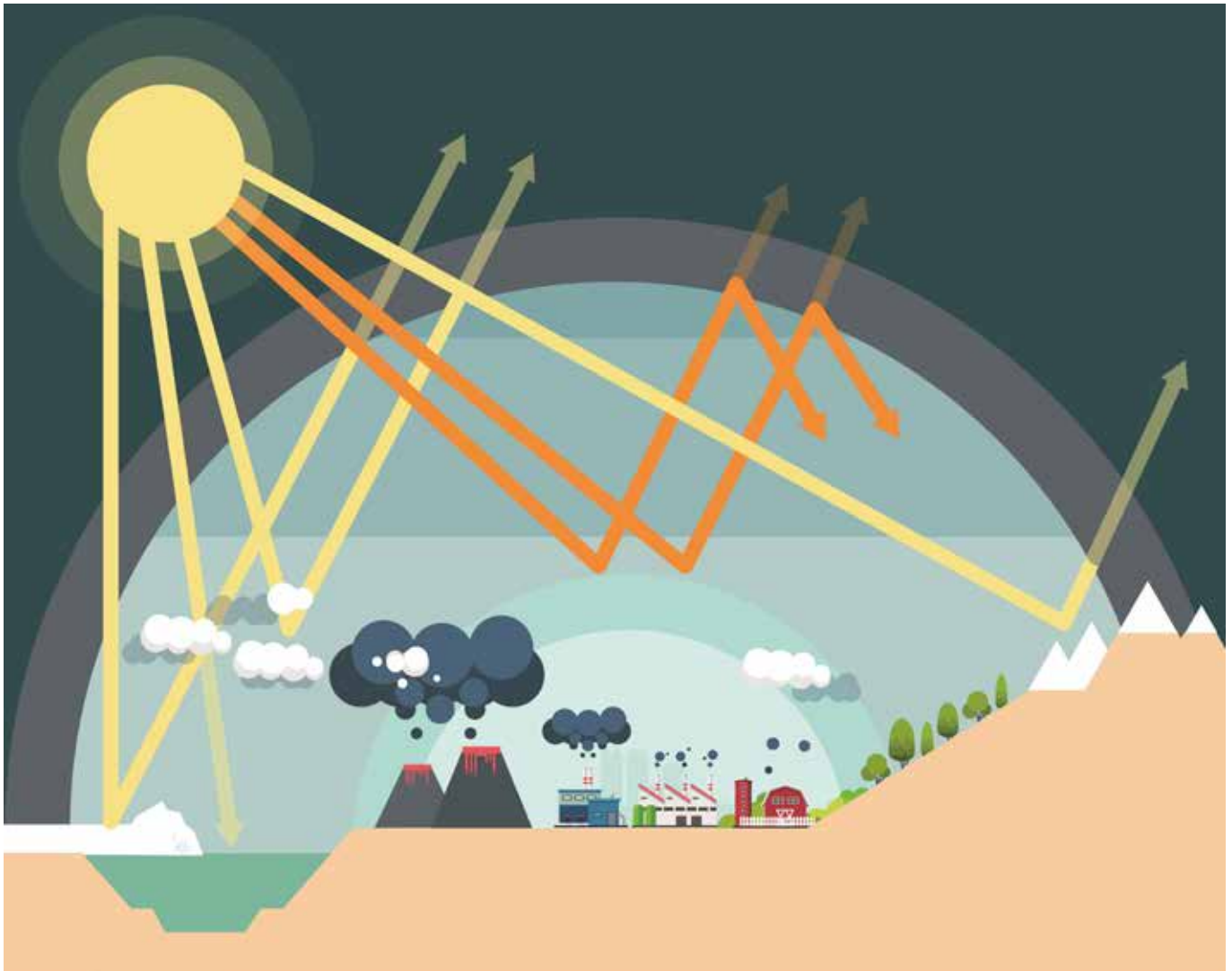


Abbildung 2
Prinzip des natürlichen Treibhauseffektes auf der Erde



Quelle: Grafik Bayern Innovativ GmbH

Was bedeutet nun „Treibhausgase massiv reduzieren“? Weltweit werden ca. 37 Gt (= 37.000.000.000 Tonnen)¹ CO₂-Äquivalente emittiert. CO₂-Äquivalente sind neben dem CO₂ existierende weitere Treibhausgase (THG), wie zum Beispiel Methan oder Lachgas. Allerdings sind diese Treibhausgase, bedingt durch ihre Eigenschaften, unterschiedlich stark zu gewichten. Einer dieser Gründe ist die unterschiedliche Verweildauer in der Atmosphäre. Um eine Vereinheitlichung der Klimawirkung zu erreichen, werden die THG-Emissionen auf CO₂ genormt. Dieser Wert wird als Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP) oder CO₂-Äquivalent (kurz: CO₂e) bezeichnet und gibt an, wie viel klimaschädlicher ein solches Gas im Vergleich zu CO₂ ist.

Die wesentlichen THG und deren Wirkung auf das globale Erwärmungspotenzial (GWP) bezogen auf CO₂ wird nachfolgend dargestellt.

Tabelle 1

Wesentliche Treibhausgase und deren Wirkung auf das globale Erwärmungspotenzial ²

Name	Vorkommen	Verweildauer in der Atmosphäre (Jahre)	Treibhauspotenzial (Wirkungen bezogen auf 100 Jahre)
Kohlendioxid CO ₂	Verbrennung fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas)	bis 1.000	1
Methan CH ₄	Massentierhaltung, Erdgas- und Erdölproduktion, Klärwerke, Mülldeponien, Kohlebergbau, (Grubengas), Reisanbau	ca. 12	25
Distickstoffoxid (Lachgas) N ₂ O	Stickstoffhaltiger Dünger in der Landwirtschaft, Kunststoffindustrie, Verbrennung von Biomasse, Massentierhaltung	ca. 121	298
Fluorierte Kohlenwasserstoffverbindungen (F-Gase)	Kein natürliches Vorkommen, werden produziert zur Verwendung als Treibgas, Kühl- und Löschmittel oder als Bestandteil von Schallschutzscheiben (letzteres vor allem bei SF ₆)	k.A.	100 - 24.000 (abhängig von Substanz)

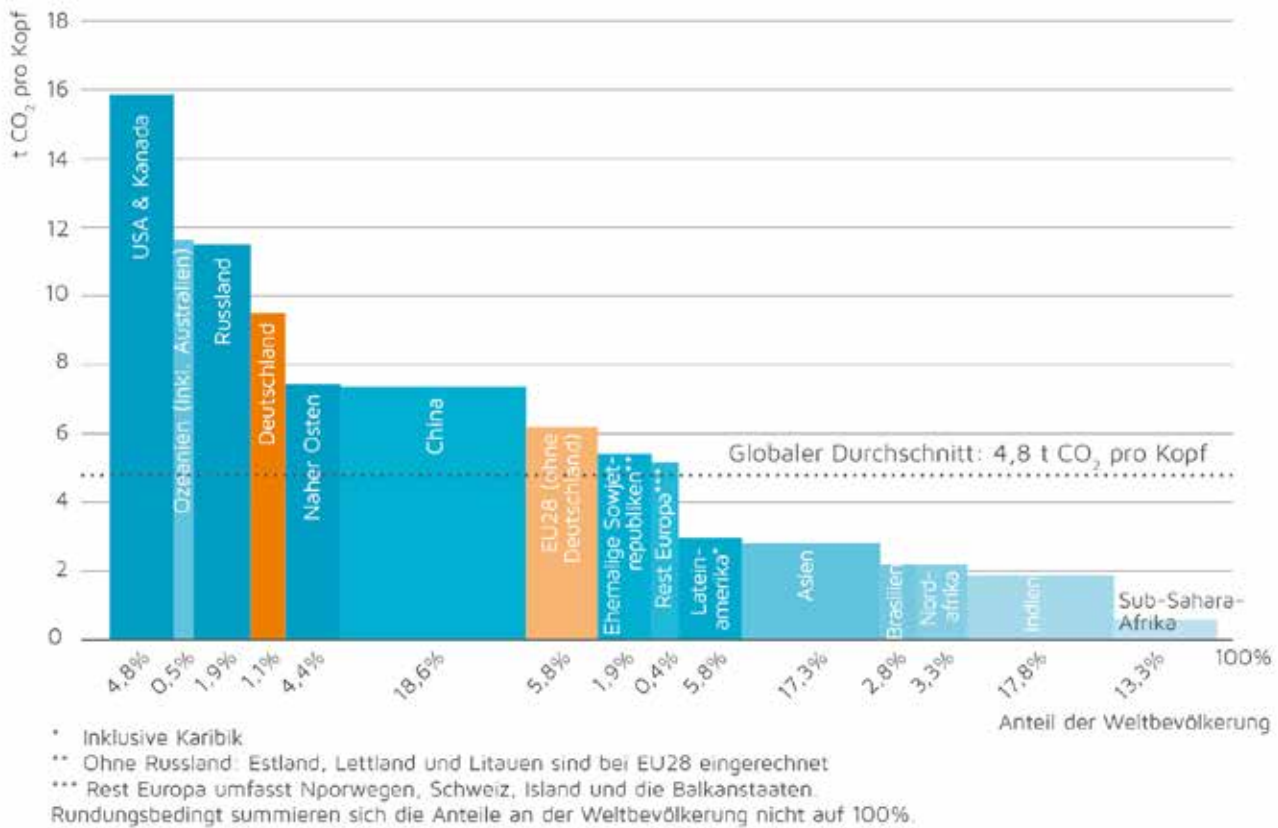
Das Ausstoßen von 1 kg Methan entspricht einer Emission von rund 25 kg CO₂e. Das bedeutet, dass ein Kilogramm Methan betrachtet auf einen Zeitraum von 100 Jahren 25-mal stärker zum Treibhauseffekt beiträgt als die gleiche Menge an CO₂. Bei 1 kg Lachgas erhöht sich dieser Wert sogar auf 298 kg CO₂e. Bei F-Gasen liegt das Treibhauspotenzial abhängig von der genauen Substanz zwischen 100 und 24.000-mal ³ höher als bei Kohlendioxid.

In Deutschland werden derzeit in Summe ca. 866 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente ausgestoßen, was einer Pro-Kopf-CO₂-Emission von rund 9,6 Tonnen entspricht. Damit liegt Deutschland doppelt so hoch wie der internationale Durchschnitt der jährlichen Pro-Kopf-CO₂-Emission mit 4,8 Tonnen (Stand 2016, siehe Abbildung 3). Obwohl China in Summe mehr als elf Mrd. Tonnen CO₂-Äquivalente ausstößt, liegt dort der Pro-Kopf-Emissionsausstoß bei 7,6 Tonnen CO₂-Äquivalente

und somit deutlich hinter Deutschland. Spitzenreiter stellen die USA und Kanada mit insgesamt knapp 16 Tonnen CO₂ pro Kopf dar. Um die völkerrechtlich verbindliche 2°C-Obergrenze der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen bis Ende des 21. Jahrhunderts einhalten zu können, müsste der Pro-Kopf-CO₂-Äquivalentausstoß weltweit (durch Strom, Heizen, Mobilität, etc.) deutlich unter zwei Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr liegen.⁴

Abbildung 3

Pro-Kopf-CO₂-Emissionen international nach Anteilen an der Weltbevölkerung, 2016 ⁴



Quelle: Statista

Beispielrechnung: CO₂-Emission eines Ein-Personen-Haushalts

Das folgende Beispiel soll einen kurzen Überblick über die CO₂-Emissionen eines Ein-Personen-Haushalts geben. Bei veränderten Parametern (z.B. Kraftstoffart oder Anzahl Pkw im Haushalt) können diese Werte variieren.^{5, 6}

Strom: Für jede kWh Strom werden im deutschen Energiemix ca. 0,5 kg CO₂e emittiert. Bei einem Stromverbrauch eines Ein-Personen-Haushalts von 2.229 kWh im Jahr ergeben sich gesamt etwa 1.159 kg CO₂e.

Heizung: Die Gasheizung eines Ein-Personen-Haushalts (125 kWh/m², 60 m²) benötigt rund 7.500 kWh im Jahr. Bei einer CO₂-Emission von 0,22 kg CO₂/kWh ergeben sich 1.650 kg CO₂e.

Fahrzeug: Pro Liter Diesel werden bei der Verbrennung in etwa 2,6 kg CO₂e freigesetzt. Unter der Annahme eines durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs von 7 l pro gefahrenen 100 km werden somit rund 18,4 kg CO₂e ausgestoßen. Bei einer Laufleistung von 12.000 km im Jahr ergibt das in etwa 2.209 kg CO₂e pro Fahrzeug.

Flugreise: In diesem Beispiel wird von einer Flugreise (Hin- und Rückflug) in den Urlaub mit einer Strecke von etwa 13.000 km ausgegangen (z.B. von München nach New York). Dabei werden rund 3.856 kg CO₂e ausgestoßen.

Der CO₂e-Ausstoß der privaten Haushalte ist zum größten Teil auf das Wohnen zurückzuführen. Vor allem durch das Heizen mit Brennstoffen wie Heizöl oder Erdgas bedingt. Auch der Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs hat einen großen Anteil an den Emissionen.

Zu allen CO₂-Äquivalent-Emissionen kommen zusätzlich die Emissionen von Industrie, Gewerbe, Dienstleistung und Handel. Allein in diesem Beispiel werden durch eine Einzelperson rund 9 t CO₂e emittiert. Man erinnere sich: Der Pro-Kopf-Emissionsanteil in Deutschland liegt im Durchschnitt bei 9,6 t CO₂e, während der globale Durchschnitt bei 4,8 t CO₂e liegt.

Wie man anhand dieser Zahlen sieht, ist Handlungsbedarf angesagt.

1.2. Welcher Zusammenhang besteht zwischen Treibhausgasen und unserem Klima?

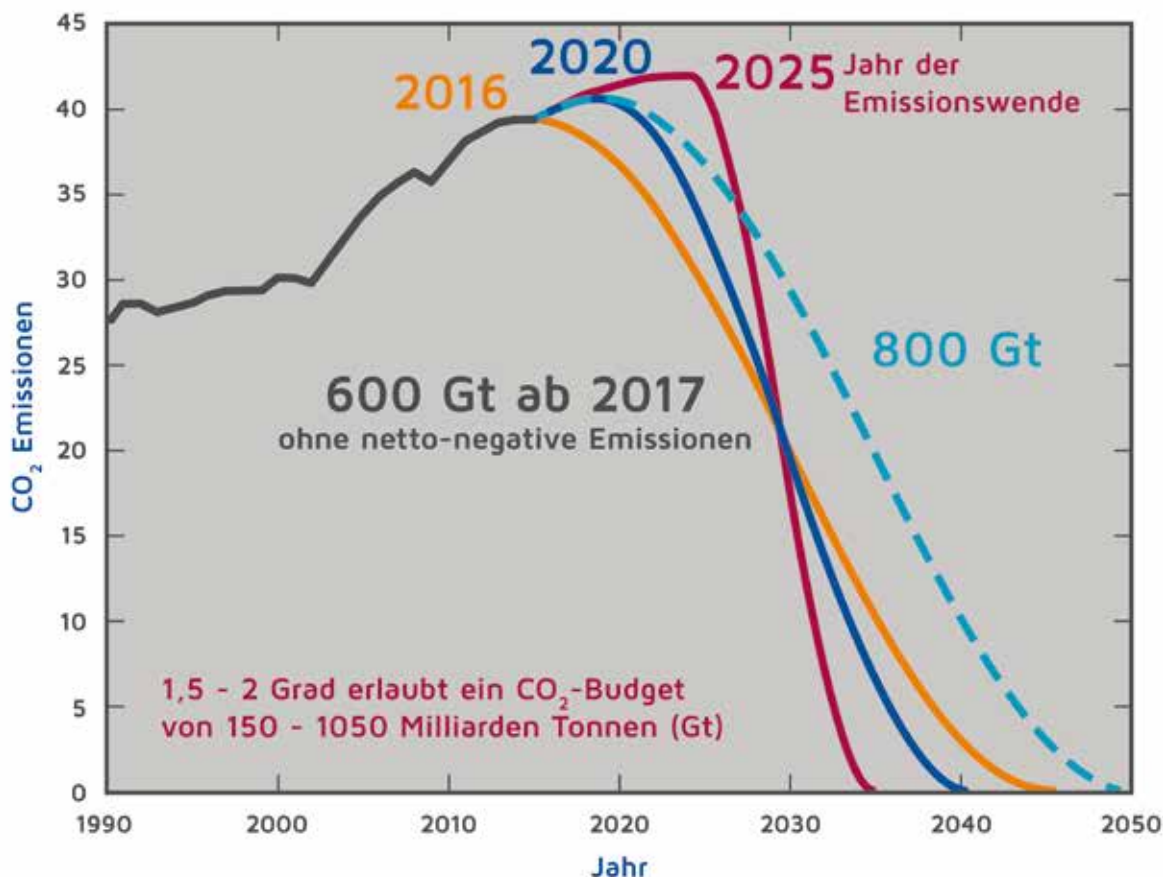
Treibhausgas-Emissionen und der weltweite mittlere Temperaturanstieg stehen miteinander in Zusammenhang. Das ist Konsens unter der überwiegenden Mehrheit der Wissenschaftler. Soll das 1,5 °C Ziel eingehalten werden, bedeutet das, dass sich nur eine begrenzte Menge an Treibhausgasen in der Atmosphäre befinden darf. Das ist vergleichbar mit einem Wasserfass. Statt dem Wasser kippen wir kontinuierlich CO₂-Äquivalente in die Atmosphäre. Wenn das Fass voll ist

(und damit die Temperaturerhöhung von 1,5 °C erreicht), kann kein weiteres CO₂ emittiert werden, da das Fass sonst überlaufen würde (die mittlere Temperatur erhöht sich weiter). Je früher mit einer Emissionsreduktion begonnen würde, desto mehr Zeit verbliebe, um Reduktionsoptionen zu erforschen, zu etablieren und so das Fass vor dem Überlaufen zu bewahren. Die folgende Grafik mit den unterschiedlichen Emissionspfaden und Wendepunkten veranschaulicht diesen Effekt.

Hinzu kommt, dass der Effekt des CO₂ nicht unmittelbar ist. Wenn Treibhausgase emittiert sind, bleiben und wirken sie für eine lange Zeit in der Atmosphäre. Das heißt, trotz keiner weiteren CO₂-Emissionen wären die Auswirkungen weiterhin spürbar.

Abbildung 4

Exemplarische Emissionspfade mit einem Gesamtausstoß von jeweils 600 Gt CO₂, aber unterschiedlichen Jahren, in denen der Wendepunkt erreicht wird. Gestrichelt: ein Beispiel mit 800 Gt CO₂-Ausstoß⁷



Quelle: Darstellung Bayern Innovativ GmbH

Die Grafik zeigt die CO₂-Emissionen über die Jahre ab 1990. An den Scheitelpunkten 2016, 2020 und 2025 ist die Emission dargestellt, die dann noch erlaubt wäre, um das 1,5 °C Ziel zu erreichen. Ab 2016 hätten die Emissionen reduziert und bis auf Null CO₂-Emissionen im Jahre 2045 gesenkt werden müssen (technische Emissionen aus Strom, Verkehr, Haushalt, Industrie, etc.), um das 1,5 °C Ziel 2050 zu erreichen.

Wenn 2020 gestartet wird, muss die Einsparung drastischer sein und schneller erfolgen, was eine Null CO₂-Emission im Jahr 2040 bedeutet. Je später entsprechende Maßnahmen initiiert werden, desto einschneidender ist die notwendige Verringerung (d.h. der Gradient steigt). Eine überproportionale Steigerung des Kosten- und Ressourcenaufwandes wäre jeweils die Folge.

1.3 Warum sollte das Thema Klimawandel interessieren?

Die Reduktion der CO₂-Emissionen liegt im Interesse aller Menschen. Die Herausforderung besteht darin, dass lokale Emissionen einen globalen Effekt haben. Stellte beispielsweise ganz Deutschland die CO₂-Emissionen durch hohe Investitionen und fortschrittliche Technologie ein, die Nachbarländer aber nicht, würden wir in unserem Land trotzdem den etwas reduzierten Klimawandel spüren und die Nachbarländer von der Reduktion ohne Investitionen etwas haben. Warum also den Vorreiter spielen?

Weltweit wird in den Gesellschaften das Bewusstsein für die notwendige Änderung immer stärker und damit der Druck größer, die Marktwirtschaft in ein nicht nur CO₂-freies System, sondern auch nachhaltiges System zu wandeln. Mit Nachhaltigkeit ist dabei nicht nur die persönliche Nachhaltigkeit, sondern auch die gesellschaftliche Nachhaltigkeit gemeint, die dafür sorgt, dass wir mit all unseren Ressourcen wie Energie, Lebensmitteln, Rohstoffen, Erde, Wasser, Luft und Ozeane sorgsam, sparsam und respektvoll umgehen. Wir können es uns nicht mehr leisten, jedes Jahr mehrere Erden zu verbrauchen.

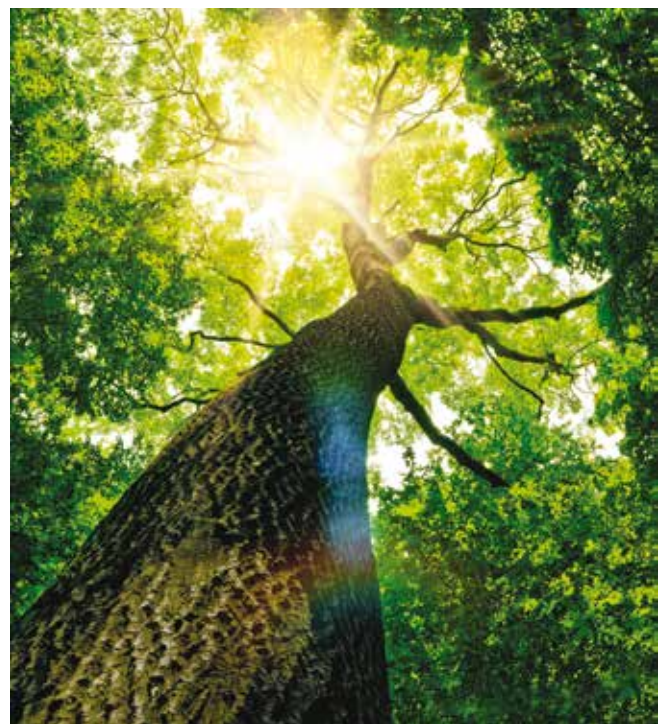
Das hat zur Folge, dass sich Branchen anpassen müssen, um weiterhin erfolgreich am Marktgeschehen teilnehmen zu können. Gleichzeitig eröffnet diese notwendige Entwicklung hin zu mehr Nachhaltigkeit eine Chance für Deutschland und den Rest der Welt. Mit dem hohen technischen Wissen können neue fortschrittliche Produkte und Prozesse entwickelt werden, die sich weltweit erfolgreich auf den Markt bringen lassen und Wettbewerbsvorteile sichern.

Andererseits hängt das Image von Branchen und Unternehmen und damit der Erfolg der Produkte immer mehr davon ab, dass man als Unternehmen verantwortungsvoll und CO₂-neutral agiert. Diese Handreichung soll Informationen bereitstellen und helfen, wie Unternehmen die CO₂-Emissionen reduzieren und auf Null bringen können, um nachhaltig zu sein.

Zu guter Letzt muss man sich gewahr sein, dass in Zukunft CO₂-Emissionen mehr und mehr mit Kosten (z.B. CO₂-Steuer, Strafzahlungen) belegt werden. Sollten die einzelnen EU-Mitgliedsländer ihre Klimaziele nicht erreichen, müssen Umweltzertifikate aus Ländern nachgekauft werden, die einen Überschuss an Zertifikaten besitzen. Dadurch entstehen neben den Umweltschäden hohe Kosten für die Volkswirtschaft. Unternehmen, die sich bereits jetzt aktiv mit dem Thema Klimawandel beschäftigen, werden sich in Zukunft einen Vorsprung gegenüber nicht handelnden Unternehmen verschaffen können.

Denn Fakt ist: Klimaschutz wird auch in Zukunft eine aktive Rolle spielen, zumal strengere gesetzliche Regularien zu erwarten sind und der öffentliche Druck zunehmen wird. Bei einer neuen Geschäftsstrategie lautet die Kernfrage immer: „Wann ist der richtige Zeitpunkt dafür, die Gesamtkosten zu minimieren, mit dem Wissen, dass Änderungen/Maßnahmen erst nach einer gewissen Zeit greifen und sich Effekte auswirken?“

Da gerade eine Reform des EU-Emissionshandels eingeführt wurde und auf der Agenda der neuen EU-Kommission der „Green Deal“ steht, lautet die Antwort: JETZT. (Stand: 2020)



2. CO₂-Bilanz eingesetzter Energieträger, Rohstoffe oder Produkte

Neben Energieträgern sind auch Rohstoffe mit CO₂-Emissionen verbunden – ebenso wie daraus hergestellte Produkte. Die nachfolgenden Ausführungen schaffen eine Grundlage für Unternehmen, um sich auf Basis von Verbrauchswerten selbst besser in Sachen Klimawirkung einschätzen zu können. Darüber hinaus eröffnen die Emissionsfaktoren eine erste Grundlage, um Produkte, Materialien oder Energieträger durch klimafreundlichere Alternativen zu ersetzen.

Energieträger

Speziell für Energieträger stellt bspw. das Bayerische Landesamt für Umwelt ein Excel-Tool ⁵ zur Verfügung, in dem Treibhausgasemissionen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Energieträgern dargestellt werden können. Einige Beispiele von Emissionsfaktoren sind in der folgenden Tabelle aufgelistet.

Tabelle 2

Beispiele an Emissionsfaktoren von erneuerbaren und fossilen Energieträgern ⁵

	Gesamte Emissionsfaktoren	Direkte Emissionsfaktoren	Indirekte Emissionsfaktoren
Braunkohle	1,059 kg/kWh	1,032 kg/kWh	0,027 kg/kWh
Steinkohle	0,953 kg/kWh	0,824 kg/kWh	0,129 kg/kWh
Erdgas	0,428 kg/kWh	0,367 kg/kWh	0,061 kg/kWh
Öl	0,830 kg/kWh	0,707 kg/kWh	0,123 kg/kWh
Kernenergie	0,068 kg/kWh	0,000 kg/kWh	0,068 kg/kWh
Photovoltaik	0,068 kg/kWh	0,000 kg/kWh	0,068 kg/kWh
Wind (onshore)	0,011 kg/kWh	0,000 kg/kWh	0,011 kg/kWh

Als direkte Emissionen werden Emissionen bezeichnet, die am Ort der Energieumwandlung anfallen, z.B. am Heizkessel bei der Verbrennung von Heizöl. Indirekte Emissionen stellen die Vorkette dar, worunter die Erdölgewinnung und -verarbeitung zu Heizöl fällt. Die Gesamtemissionen setzen sich dabei aus den direkten und indirekten Emissionen zusammen.

Rohstoffe

Einen Überblick über die Umweltwirkung zentraler bayerischer Industrierohstoffe erlaubt die nachfolgende Tabelle.

Tabelle 3

Zentrale Industrierohstoffe im Überblick ⁸

Element	Umweltaufwand		Anwendungsbereiche
	Kumulierter Rohstoffaufwand (t/t)	Kumulierter Energieaufwand (GJ/t)	
Aluminium	10	141	Kraftfahr- und Flugzeugbau, Maschinenbau, Elektrotechnik
Antimon			Batterien, Halbleiter, Legierungselement
Baryt	9	3	BA-Chemikalien
Bentonit	1	0,4	Gießerei-Industrie, Pelletisierung von Eisenerzen, Katalysator und Füllstoff in der chemischen Industrie
Beryllium			Elektronik- und IT-Produkte, Elektromobilität, metallverarbeitende Industrie
Blei	10	21	Akkumulatoren, Legierungen, Elektrotechnik
Cadmium			Solarzellen, Halbleiter
Chrom	22	484	Edelstahl u. Superlegierungen, Chromchemikalien u. -farbstoffe, Gießereisande
Dysprosium			Magnete, E-PKW, Windkraft
Eisen / Stahl	4	21	Fahrzeugbau, Maschinen- und Anlagenbau
Feldspat			Seifen- und Scheuermittel, Emaille, Lacke, Farben, Klebstoffe, Gummi, Kunststoffe, Seifen- und Reinigungspasten
Fluorit	1	1	Fritten, Emailen, Glasuren für Gläser für Linsen und Prismen, Beschichtungsmaterialien
Gallium	1.667	2.707	Elektrokleingeräte, Dünnschicht-Photovoltaik, Legierungen, Displays
Germanium			Glasfaser, IR-Technologien, Halbleiter, Katalysator für Polymererzeugung
Gips / Anhydrit	1	0,03	Bindemittel für Innenausbau und Tiefbau, Abbindeverzögerer für Zement, Chemierohstoff
Glimmer	1	0,4	Farb- und Putzzusatz, Isoliermaterial, Korrosionsschutzgrundierung, Kosmetikartikel
Gold	740.318	261.210	Elektroindustrie, (Kontakte)
Graphit	1	0,4	Brennstoffzellen, Kunststoffe, Schmelzriegel, Elektrodenmaterial in Batterien, Bremsbeläge, (Schmiermittel)
Indium	25.744	1.982	Optik, Elektronik, Photovoltaik, Flachbildschirme, Niedrigtemperaturlegierungen, Halbleiter
Kalisalz	8	5	Infusions- und Dialyselösungen, Hilfsstoff in der Glas- und Aluminiumindustrie
Kaolin	5	3	Adsorptionsmittel, zur Synthese von Aluminium, Herstellung von Spezialzementen
Kobalt	57	103	Batterien, Superlegierungen, Magnete, Hartmetalle, Pigmente, Katalysatoren in der Petrochemie, E-Mobilität
Kupfer	128	50	Elektroindustrie, RFID, Windkraft, Elektromobilität, Maschinenanlagensbau, Schienenverkehr, Legierungen
Lithium	13	307	Akkumulatoren, Batterien, Metallurgie, E-Mobilität, Hochleistungsschmierstoffe, Legierungen
Magnesium	5	146	Metallurgie, chemische Industrie, Dosenverpackungen, Karosseriebau, Unterhaltungselektronik, Maschinenbauteile
Mangan	8	48	Batterien, Stahlveredler, Widerstandslegierungen, Magnetwerkstoffe
Molybdän	989	149	Edelstahlindustrie, Werkzeug- und Schnelldrehstahl, C-Stahl, Superlegierungen, Flugzeug- und Fahrzeuge
Neodymium			Magnete, Lasertechnik, Glas- und Porzellanfärbung, E-PKW, Windkraft
Nickel	133	158	Stahlveredler, Superlegierungen, Gasturbinen, Metallüberzüge, Katalysatoren, Batterien

Element	Umweltaufwand		Anwendungsbereiche
	Kumulierter Rohstoffaufwand (t/t)	Kumulierter Energieaufwand (GJ/t)	
Niob	14	4	Superlegierungen, Edelstahl, Elektronik, Turbinen, Stahlveredelung
Palladium	22.438	143.552	Autoindustrie, Brennstoffzellen, Autokatalysatoren, Elektrotechnik
Phosphorit / Phosphate	28	4	Düngemittel, Phosphorsäure
Platin	190.053	251.888	Katalysatoren, Elektroniksektor, Brennstoffzellen
Quarzsand	1	0,3	Gießerei-Industrie, Glasfasern
Rhodium	485.206	551.719	Katalysatoren, Elektrotechnik
Scandium			Flugzeugbau, SOFC-Brennstoffzellen
Schwefel	0,1	5	Schwefelsäure, Farbstoffe, Insektizide
Selen	4	35	Chemikalien und Pigmente, Elektronik, Metallurgie, Dünnschichtsolarzellen
Seltene Erden			Elektronik, Automatisierungs- und Energietechnik, Permanentmagnete, Superlegierungen, Katalysatoren, Luftfahrt
Silber	6.835	1.668	Legierungen, Elwektronik, RFID
Silizium	38	1.417	Halbleiterindustrie, Mikroelektronik, Dioden, Transistoren, Dichtungsmaterialien, Lacke, Farben, Legierung
Tantal	9.180	3.356	Walzprodukte, Superlegierungen, Chemikalien, Hartmetalle
Titan	40	418	Farbe, Kunststoffe, Katalysatoren, Luft- und Raumfahrt, Anlagenbau, chemischer Apparatebau
Vanadium			Stahlveredler, Katalysatoren, Vanadium-Elektrolytlösung in Redox-Flow Elektrizitätsspeichern
Wolfram	343	52	Walzprodukte, Chemikalien, Superlegierungen, Hartmetall, Schneidwerkzeuge, Bohrkronen, elektrische Kontakte
Yttrium			Magnete, Metallurgie, Röhrentechnik, Leuchtstoffe
Zink	14	42	Galvanik, NE-Legierungen, Pharmazie, Batterie, Pigmente, Maschinenbau
Zinn	1.179	264	Elektronik, Weißblech, LCD-Chemie, Legierungen
Zirkon			Schmelztiegel, Chemikalien, Formgrundstoff im Gießereibereich

Der in der Tabelle dargestellte kumulierte Rohstoffaufwand ist ein Indikator für den stofflichen Aufwand, der mit der Rohstoffherzeugung und -bereitstellung einhergeht. Konkret beziffert er die Summe aller Rohstoffaufwendungen, die zur Bereitstellung des betrachteten Rohstoffes benötigt wird. Die Angabe erfolgt in Tonnen aufgewendete Rohstoffe je Tonne bereitgestellter Rohstoff.

Der kumulierte Energieaufwand hingegen ist die Summe aller Primärenergieaufwendungen zur Bereitstellung eines Rohstoffes in Gigajoule (ca. 278 kWh) je bereitgestellte Tonne.

Prozesse und Produkte

Emissionsfaktoren für ganze Prozesse oder Produkte können über das frei zugängliche Webportal ProBas (Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagementsysteme unter www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php) des Umweltbundesamts eingesehen werden. In dieser Datenbank werden Lebenszyklusdaten von öffentlich verfügbaren Datenquellen dargelegt. Dabei kann zwischen den Prozesskategorien Energie, Materialien und Produkte, Transport, Entsorgung und Sonstige Dienstleistungen

unterschieden werden. Hieraus können Unternehmen entnehmen, wie die CO₂-Bilanz der im Unternehmen benötigten Werkstoffe ist. Neben einer allgemeinen Beschreibung zum Prozess, können die In- und Outputs als Prozessdetails dargestellt werden. Unter dem Punkt Umweltaspekte werden, bezogen auf eine funktionelle Einheit, die Ressourcen, Luftemissionen, Gewässereinleitung und Abfall (alles inklusive Vorkette) gezeigt.⁹

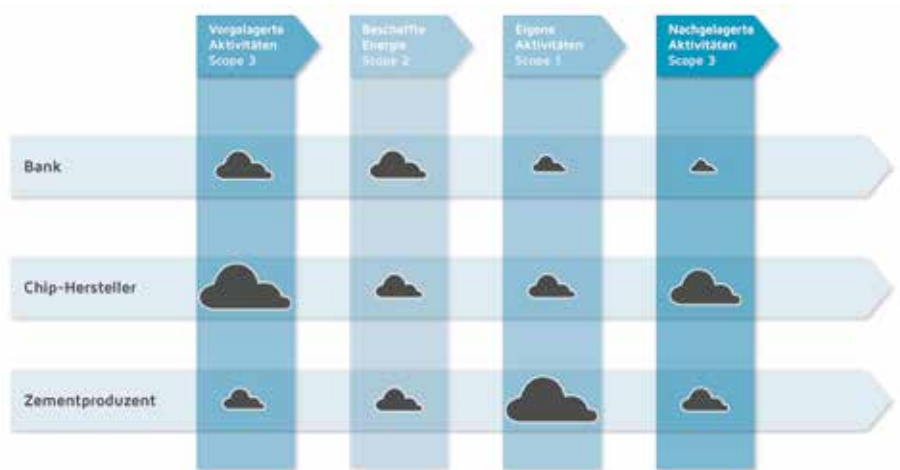
3. Klimaschutzmaßnahmen

Unternehmen wie auch Haushalte tragen sowohl durch den Bezug von Energie als auch durch den Einkauf von Produkten und Rohstoffen zum anthropogenen, also vom Menschen verursachten Klimawandel bei.

Während die bezogenen Rohstoffe und Produkte maßgeblich von der Art und Branche eines Unternehmens bestimmt sind, finden sich im Zusammenhang mit dem Thema Energie deutlich mehr Übereinstimmungen. Der Grund hierfür: Nahezu alle Unternehmen benötigen Strom, Wärme oder bspw. Kraftstoff. Eine Veranschaulichung dieses Sachverhalts soll durch die nachfolgende Grafik erreicht werden, die realistische Emissionsschwerpunkte bzw. deren Verhältnisse in drei unterschiedlichen Branchen darstellt.¹⁰

Abbildung 5

Emissionsschwerpunkte innerhalb der Wertschöpfungskette (generisch)¹⁰



Quelle: Darstellung Bayern Innovativ GmbH

Die Größe der Wolken zeigt die geschätzte Größenordnung der THG-Emissionen in der entsprechenden Wertschöpfungsstufe an. Bei einem Dienstleister liegen die wesentlichen THG-Emissionsquellen häufig in den vorgelagerten Aktivitäten, die z.B. mit der Herstellung von eingekauften Gütern, ausgelagerten Aktivitäten wie IT-Rechenzentren, Geschäftsreisen oder ähnlichen Prozessen zusammenhängen. Ein Technikkonzern, der in der eigenen Produktion we-

sentliche Mengen an Rohstoffen und Zwischenprodukten verarbeitet, hat sehr wahrscheinlich einen deutlichen THG-Beitrag in der Vorkette. Darüber hinaus können auch bei nachgelagerten Aktivitäten, etwa bei Produktnutzung und Entsorgung, THG-Emissionen anfallen. Bei Unternehmen mit emissions- und energieintensiven Produktionsprozessen, beispielsweise einem Zementhersteller, fallen die meisten THG-Emissionen meist direkt bei den eigenen Aktivitäten an.

Bedingt durch die branchenübergreifende Bedeutung der Energie widmen sich die nachfolgenden Ausführungen schwerpunktmäßig diesem Thema. Dabei liegt das Augenmerk auf den Energieverbräuchen in Form von Strom, Wärme und Kälte bzw. möglichen Maßnahmen, um diese Energieverbräuche zu reduzieren.

Neben energetischen Klimaschutzmaßnahmen, die in allen Branchen Anwendung finden können, werden darüber hinaus auch Maßnahmen für ausgewählte, im Bezirk Oberpfalz-Kelheim ansässige, Branchen vorgestellt.

Ergänzend dazu werden die Themen Mobilität und Recycling in den Ausführungen berücksichtigt. All diese Maßnahmen können

als Grundlage für die abschließenden Erläuterungen zu den Themen Corporate und Product Carbon Footprint gesehen werden.

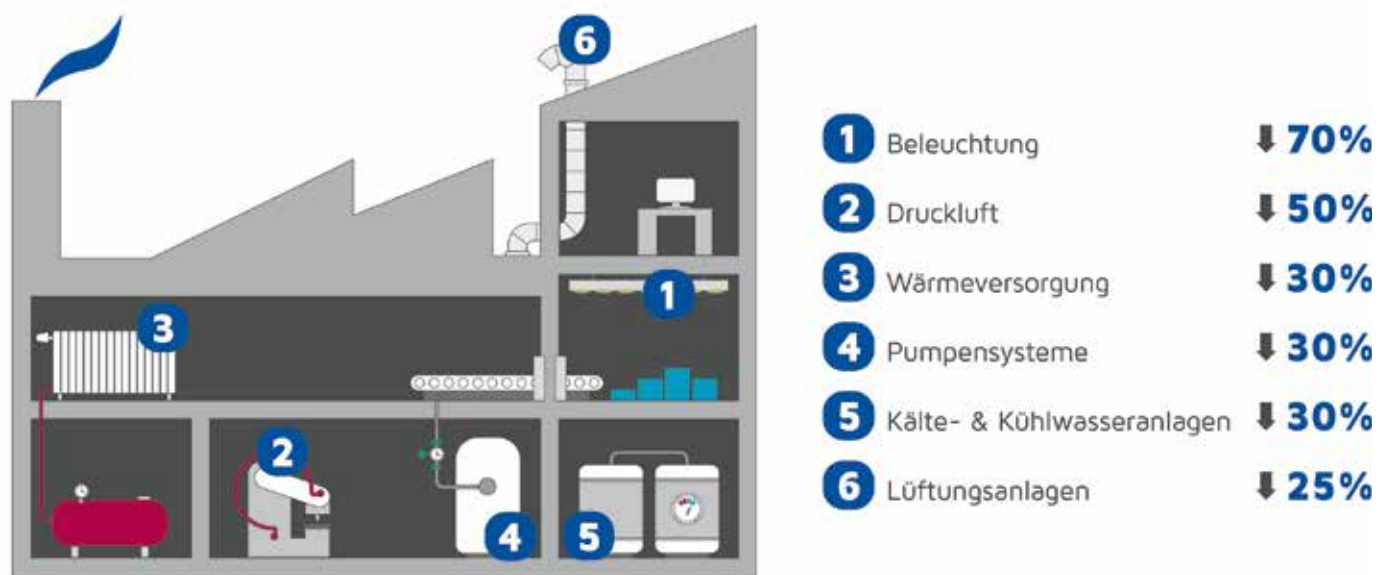
Weitere Branchen können der Homepage des Umweltbundesamts entnommen werden. Dort gibt es regelmäßig erneuerte branchenspezifische Richtlinien zu den „Besten Verfügbaren Techniken (BVT)“. Hier wird unter anderem auch die Energie- und Ressourceneffizienz mit angesprochen. Zusätzlich können Unternehmen über den Abwärmerechner des Energie Atlas Bayern das Potenzial für unterschiedlichste Abwärmequellen im Unternehmen ermitteln.

(www.energieatlas.bayern.de/thema_abwaerme/rechner.html)

3.1. Energieeffizienz im Bereich von Querschnittstechnologien

Querschnittstechnologien sind in so gut wie allen Unternehmensarten zu finden und können je nach Bereich ein Einsparpotenzial von bis zu 70 %¹¹ aufweisen. Die wesentlichen Querschnittstechnologien, auf die im Laufe des Leitfadens näher eingegangen wird, stellen Beleuchtung, Druckluft, Pumpensysteme, Kälte- und Kühlwasseranlagen, Wärmeversorgung und Lüftung dar.

Abbildung 6
Mögliche Einsparpotenziale in Querschnittsbereichen¹¹



Quelle: Grafik Bayern Innovativ GmbH

Beleuchtung

In Unternehmen sind Beleuchtungsanlagen in den unterschiedlichsten Bereichen im Einsatz. Neben der Beleuchtung im Büro werden Lichtsysteme unter anderem auch in Produktionshallen, Lagerhallen, auf Handelsflächen oder im Außenbereich benötigt. Der deutsche Stromverbrauch für die Beleuchtung lag im Jahr 2018 bei rund 71 TWh.¹² Je nach IST-Situation in den Unternehmen sind bei der Beleuchtung **durch Optimierungsmaßnahmen Effizienzsteigerungen der Beleuchtung von bis zu 70 %**¹¹ möglich.

Optimierungspotenziale

Hohe Energieeinsparpotenziale lassen sich unter anderem durch den Austausch konventioneller Leuchtmittel auf LEDs (Light-Emitting Diode) realisieren. Obwohl LED-Lampen in der Anschaffung meist wesentlich teurer sind als herkömmliche Glühlampen, liegt ihr Vorteil darin, dass sie während ihres Gebrauches bis zu 90 % weniger Strom verbrauchen und somit auch die Stromkosten sinken. Des Weiteren besitzen sie mit 20.000 bis 50.000 Stunden eine weitaus längere Lebensdauer als herkömmliche Glühlampen mit rund 1.000 Stunden.¹³

Eine weitere Maßnahme stellt die bedarfsgerechte Beleuchtung über Steuerungselemente dar. Eine Möglichkeit bietet die tageslichtabhängige Lichtsteuerung in Bereichen mit einer hohen Tageslichtausbeute. In nur zeitweise genutzten Bereichen sollten Präsenzmelder oder Zeitschaltuhren integriert werden, um sicherzustellen, dass nicht benötigtes Licht auch wirklich ausgeschaltet ist, z.B. wenn kein Mitarbeiter mehr im Büro ist. Das könnte auch mit einer Tageslichtsteuerung kombiniert werden.

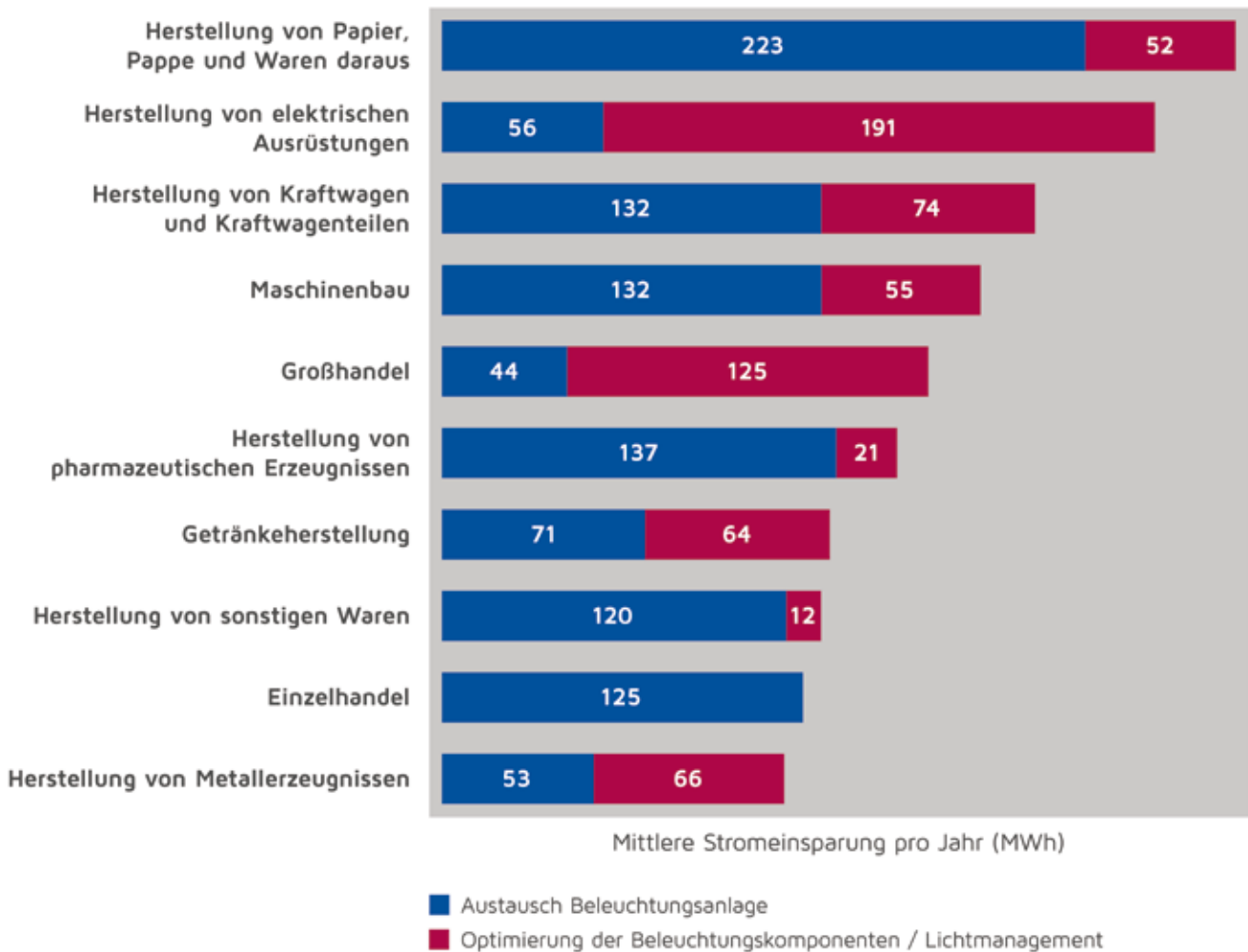
Zu Beginn der Maßnahme sollten sich Gedanken über den Lichtbedarf an den jeweiligen Stellen gemacht werden, denn an Büroarbeitsplätzen werden andere Beleuchtungsstärken benötigt, wie zum Beispiel in Lagerstätten oder an Maschinenbereichen. Ein besonderes Augenmerk sollte auf die Wahl des richtigen Leuchtmittels für spezielle Anwendungsfälle gelegt werden, da die Lebensdauer von einigen Leuchtmitteln bei zu hohen Umgebungstemperaturen stark abnehmen kann (z.B. bei LEDs).

Aus den Energieaudits im Rahmen der Energieeffizienznetzwerke kann für einige Branchen das mittlere jährliche Stromesparpotenzial entnommen werden, welches entweder durch einen Austausch oder einer Optimierung der Beleuchtungsanlage besteht. Dabei wurden in der Auswertung nur Branchen berücksichtigt, für die Daten aus mehr als fünf Unternehmen vorlagen. In der folgenden Abbildung zeigt sich, dass bei der Mehrheit der dargestellten Industriebranchen und im Maschinenbau das Einsparpotenzial durch einen kompletten Austausch der Beleuchtungsanlage am höchsten ist. Im Großhandel und der Herstellung von elektrischen Ausrüstungen hingegen sollte eine Optimierung der Beleuchtungsanlage in Betracht gezogen werden. Im Einzelhandel liegt das Einsparpotenzial bei allen Unternehmen eindeutig im Austausch der gesamten Beleuchtungsanlage.¹⁴



Abbildung 7

Mittlere jährliche Stromeinsparung durch effiziente Beleuchtungssysteme der TOP 10 Branchen aus den Energieaudits im Rahmen der Energieeffizienznetzwerke¹⁴



Quelle: Darstellung Bayern Innovativ GmbH

Nachhaltigkeit und Umweltschutz bei LEDs

LED-Lampen gelten aufgrund ihrer hohen Energieeffizienz als umweltfreundlich. Für die Bewertung der Nachhaltigkeit muss jedoch die Gesamtökobilanz (vom Abbau der Rohstoffe bis hin zur Entsorgung der Lampen) betrachtet werden, denn bei der Herstellung werden neben Aluminium auch seltene Erden (Import zum Großteil aus China) verwendet. Eine „sachgerechte Entsorgung für die ökologische Wirksamkeit gegenüber herkömmlichen Leuchtmitteln“ ist hierbei entscheidend.¹⁴ Nachteilig ist, dass bei vielen LED-Leuchten die Lampen nicht einzeln entsorgt werden können, sondern die gesamte Leuchte im Abfall landet. Hier kann auf LED-Leuchten zurückgegriffen werden deren LED-Lampen austauschbar sind. Diese kosten zwar etwas mehr, verursachen in Summe aber weniger Abfall.

Mögliche Optimierungsmaßnahmen bei der Beleuchtung

- Erstellung Lichtkonzept → Beleuchtung bei Veränderungen immer mit anpassen!
- Einsatz energieeffizienter Leuchten mit guter Lichtlenkung (z.B. Ersetzen konventioneller Leuchtmittel durch LEDs)
- Bedarfsgeführte Steuerung statt Dauerbeleuchtung (über Steuerungselemente, wie z.B. Präsenzmelder, Zeitschaltuhren und/oder tageslichtabhängige Steuerung)
- Elektronische Vorschaltgeräte (EVG) anbringen
- Lampenhöhe reduzieren
- Wände und Decke in hellen Farben streichen (optimalerweise in der Farbe Weiß)

Druckluft

Etwa 7 % des industriellen Strombedarfs in Deutschland werden für die Erzeugung von Druckluft benötigt, dennoch wird Druckluft irrtümlicherweise häufig als kostenloses Medium in Unternehmen angesehen und eine Optimierung der Druckluftanlagen vernachlässigt. Die Kosten einer Druckluftanlage werden jedoch über ihre Lebensdauer zu mehr als 75 % durch die Energiekosten bestimmt. Durch eine **effiziente Nutzung von Druckluft lassen sich bis zu 30 % an Energie einsparen, in Ausnahmefällen sogar bis zu 50 %.**¹¹

Ein übermäßiger Energieverbrauch tritt an dieser Stelle vor allem durch undichte Leitungen, Aggregate und Anlagenteile auf, wie Verschraubungen und Steckanschlüsse. Durch Leckagen im Druckluftnetz verbraucht der Kompressor mehr Strom als nötig und daraus resultieren steigende und vor allem ungewollt hohe Energiekosten im Unternehmen. Neben Leckagen im Druckluftnetz können auch die falsche Wahl des Druckniveaus oder eine falsche Dimensionierung des Kompressors unnötig Ener-

gie verbrauchen. Grundsätzlich sollte nach einem Austausch der alten Anlagen immer überprüft werden, ob der Ausgangsdruck optimiert werden kann, denn durch jedes Bar weniger können rund 7 %¹⁵ an Energie eingespart werden. Auch die Anpassung von Regelung und Steuerung im Druckluftnetz bietet hohe Einsparpotenziale. Mithilfe einer Steuerung der Kompressoren können diese besser ausgelastet werden und der Anteil der Energie den sie im Stillstand verbrauchen, sinkt. Eine ordnungsgemäße Wartung der Anlage sollte grundsätzlich immer erfolgen.

Eine weitere Möglichkeit zur Energieeinsparung stellt die Abwärmenutzung bei großen Kompressoranlagen dar, die vor allem in der Industrie und auch im Handwerk eine beachtliche Menge an Wärme erzeugen. Die entstehende Wärme kann für die Heizung oder das Warmwasser verwendet werden oder je nach Art des Unternehmens als Prozesswärme.

Mögliche Optimierungsmaßnahmen der Druckluft ¹¹

- Leitungen und Anlagenteile ggf. Aggregate abdichten (Leckageminimierung)
- Druckniveau und Dimensionierung des Kompressors im Druckluftsystem überprüfen und an tatsächlichen Bedarf anpassen
- Möglichkeit auf Regelung und Steuerung der Kompressoren überprüfen (z.B. übergeordnete Kompressorsteuerung zur Kombination mehrerer Druckluftherzeuger)
- Regelmäßige Wartung der Anlage
- Wärmerückgewinnung

Patrick Peter, Auszubildender zum Industriemechaniker im 3. Lehrjahr bei der TR PLAST GmbH, Neumarkt



„Wir als TR PLAST GROUP sind als Hersteller von Kunststoffspritzgussbauteilen und Systemen in Kunststoff tätig und unterstützen unsere Kunden von der Entwicklung über die Projektbetreuung vom Werkzeug bis zum Serienteil. Wir sind an drei Standorten mit Schwerpunkt Automobilindustrie tätig. Als Auszubildender im technischen Bereich mit kaufmännischem Hintergrund, habe ich ein breites Sichtfeld auf Produktionsabläufe und Prozesse. „Luft selbst kostet doch nichts“. Diese Denkweise verhinderte bisher die Auseinandersetzung mit dem Thema Druckluftleckagen im Unternehmen.“

Die Energiekosten für den Mehrverbrauch der Luft mithilfe Leckagen aufzuzeigen, war mein Ziel der Projektarbeit im Rahmen des Energiescout Programms der IHK. Ich habe ein auf TR PLAST abgestimmtes Energiekonzept mit mehreren Stufen entwickelt, um fortlaufend Druckluftleckagen nicht nur zu erkennen und zu reduzieren, sondern auch das komplette Druckluftsystem energieeffizienter zu nutzen.

Mit den aufgezeigten Ersparnissen bei Kosten und Zeitaufwand konnte ich mich selbst und nicht zuletzt die Geschäftsführung begeistern und für eine Investition in weitere Energieprojekte überzeugen.

Die Teilnahme am Programm Energiescout hat bei mir ein bewusstes und offenes Auge für Energiesparmöglichkeiten entwickelt. Durch das Ausarbeiten des Projekts, das Darstellen und Präsentieren der Ergebnisse, sammelte ich viel Erfahrung im Bereich Projektplanung, Projektumsetzung und Sicherheit im Präsentieren vor einem größeren Gremium.“

Pumpensysteme

Elektromotorische Pumpensysteme gehören ebenfalls zu den Querschnittstechnologien, da sie nicht nur in Wohn- und Bürogebäuden (z.B. als Umwälzpumpe in Heizungsanlagen) eingesetzt werden, sondern auch branchenübergreifend in den unterschiedlichsten Betrieben (z.B. als Speisewasserpumpe). Aufgrund der Anzahl und hohen Leistungsstärke der Pumpen tragen Pumpensysteme wesentlich zu einem hohen Energiebedarf im industriellen Bereich bei. Sie besitzen einen Anteil von rund 11 % am industriellen Stromverbrauch in Deutschland, was einen jährlichen Stromverbrauch von etwa 23 TWh entspricht. Aus Ergebnissen von Unternehmensberatungen geht hervor, dass **durch die Optimierung des Pumpensystems Energieeinsparungen von bis zu 30 %** möglich sind. Die Optimierung von Pumpensystemen bietet daher nicht nur ein enormes Energieeinsparpotenzial, sondern damit lassen sich auch Treibhausgasemissionen und Kosten einsparen, wenn man bedenkt, dass die Energiekosten zwischen 40 % und 90 % der Gesamtkosten über den gesamten Lebenszyklus betragen.¹⁶

Es gibt mehrere Gründe, die für einen hohen Energieverbrauch der Pumpensysteme verantwortlich sein können. Einer dieser Gründe ist, dass Pumpensysteme in einigen Fällen durch Sicherheitszuschläge (Förderhöhe höher als benötigt) überdimensioniert werden. Ist das Pumpensystem nicht optimal auf den Einsatzzweck abgestimmt, wird allerdings unnötig Strom verbraucht und zusätzlich kann sich bei „ungünstigen Belastungszuständen“ der Verschleiß und der Wartungsaufwand erhöhen, was schließlich zu einer sinkenden Zuverlässigkeit der Anlage führt. Ein Ausfall des Pumpensystems kann nicht nur schwerwiegende Schäden an weiteren Systemen verursachen,

sondern durch Produktionsstillstände können unter Umständen Lieferverzögerungen und daraus resultierende hohe Kosten für das Unternehmen entstehen. Der Energiebedarf von Pumpen hängt in der Regel von der benötigten Förderaufgabe ab, die aus dem Zusammenspiel von Förderhöhe der Anlage und dem Fördervolumenstrom des Mediums besteht. Je höher die einzelnen Parameter sind, desto mehr steigen die Energiekosten, da diese für gewöhnlich durch den Energieeinsatz zur Förderung eines Mediums benötigt werden. Um eine maximal mögliche Energieeinsparung zu erzielen, sollten nicht nur einzelne Anlagenteile optimiert werden, da die Energieeinsparung eines Pumpensystems von allen Komponenten sowie deren Zusammenspiel untereinander abhängig ist.

Überdimensionierte und unregelmäßige Pumpen sollten durch drehzahlgeregelte Pumpen ersetzt werden, die die Leistungsaufnahmen dem tatsächlichen Bedarf anpassen. Bei drehzahlgeregelten Pumpen spielen hydraulische und elektrische Antriebstechnik perfekt zusammen, da die ideale Drehzahl des Motors kontinuierlich ermittelt wird, um so die nötige Motorleistung abzurufen.

Weiteres Potenzial liegt zudem in der Optimierung des Leitungsnetzes. Durch vergrößerte Rohrdurchmesser der Leitungen, dem Einsatz von Rohrbögen statt Rohrwinkeln und Vermeidung langer Rohrleitungsstrecken kann der Rohrleitungswiderstand im System gesenkt werden. Des Weiteren sollten die Instandhaltung und Wartung nicht vernachlässigt werden. Bei nicht regelmäßiger Wartung können Pumpen bis zu 15 %¹⁷ an Wirkungsgrad verlieren.

Mögliche Optimierungsmaßnahmen bei Pumpensystemen^{16, 17}

- Pumpenleistung und Förderaufgabe (Förderhöhe und Fördermenge) an den tatsächlichen Bedarf anpassen (Überprüfen nach Umbauten im Pumpensystem)
- Austausch von überdimensionierten Pumpen und Entfernen von Pumpen-Bypässen
- Einsatz von hocheffizienten Pumpenantrieben (Elektromotoren mit höherer Effizienzklasse) und drehzahlgeregelten Pumpen zur optimalen Bedarfsabdeckung
- Instandhaltung und regelmäßige Wartung der Anlage
- Hohe Druckverluste im Rohrleitungsnetz vermeiden (regelmäßiges Entlüften und Reinigen der Schmutzfänger, Vergrößerung des Rohrleitungsdurchmesser, verwenden von Rohrbögen statt Rohrwinkeln, kurze Rohrleitungen)

Lüftungstechnik

Die Lüftungstechnik wird überall dort benötigt, wo die natürliche Versorgung mit Luft nicht ausreicht. Der Begriff Lüftungstechnik kann zudem unterschieden werden in die Raumlufttechnik (RLT) und Prozesslufttechnik (PLT). Während die RLT, wie der Name sagt, zur Belüftung von Räumen dient, finden in der PLT prozesslufttechnische Anlagen (z.B. für Absaugung, Abscheidung, Trocknung und Förderung) ihren Einsatz. **Bei der Optimierung lufttechnischer Anlagen können Energieeinsparpotenziale von bis zu 25 %¹⁶ erreicht werden.**

Das größte Energieeinsparpotenzial und somit die Basis in der Lüftungstechnik liegt in der **Anpassung des Luftvolumenstroms an den tatsächlich benötigten Bedarf**, z.B. über motorische Volumenstromregler oder drehzahlgeregelte Ventilatoren. Dafür ist es notwendig die tatsächlichen Nutzungsbedingungen von einzelnen Räumen und Prozessen zu überprüfen, da sich im Laufe der Zeit einige Nutzungsänderungen ergeben haben könnten. Als Beispiel kann hierfür das Rauchverbot in Büro- und Arbeitsbereichen genannt werden, welches zu einer Reduzierung der Luftwechselrate geführt hat. Zusätzlich sollte die **Platzierung der Luftein- und Auslässe** überprüft werden, da

- Lange und verzweigte Luftkanäle
- Zu geringe Querschnitte in den Luftkanälen (führt zu erhöhter Geschwindigkeit)
- Zu geringe Filterflächen
- Verschmutzte Filter
- Leckagen im Luftkanalnetz
- Einbauteile (z.B. Heiz- und Kühlregister)

Vor allem in kalten Jahreszeiten bietet sich die **Wärmerückgewinnung** in der Lüftungstechnik an. Bei RLT-Anlagen kann die Wärmeenergie über einen Wärmetauscher der Abluft entzogen werden, um sie dann wieder der Zuluft zuzuführen. Durch dieses Vorgehen können Lüftungswärmeverluste und der Heizwärmebedarf erheblich reduziert werden. Auch für PLT-Anlagen bietet sich die Wärmerückgewinnung an. Neben der Wärmerückgewinnung kann zudem Kälte rückgewonnen werden, nur wird hierbei der Kältebedarf reduziert. Die **Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen** von Lüftungsanlagen sollten in keinem Fall unterschätzt werden. Regelmäßige Kontrollen von Leckagen im Luftkanal und Filterwechsel verhindern weitere unnötige Effizienzverluste im Lüftungsnetz. Zudem bietet es sich an, mehrere kleine, statt große Lüfter in das Lüftungsnetz zu integrieren, da eine bessere Steuerung am optimalen Betriebspunkt der einzelnen Ventilatoren möglich ist. Ein weiterer Vorteil dieser Variante liegt darin, dass bei einem Ausfall eines Ventilators die Belüftung noch gewährleistet ist und die Ventilatoren einzeln austauschbar sind.

durch ungünstige Positionierungen das Strömungsverhalten der Luft im Raum negativ beeinflusst werden kann. Eine Möglichkeit stellt beispielsweise die Quelllüftung in Räumen dar. Hier wird die Frischluft in Bodennähe eingebracht und als erwärmte Abluft (belastet mit möglichen Schadstoffen) in Deckennähe abgesaugt. Auch sollte eine **Überprüfung der Betriebszeiten** durchgeführt werden, um die Notwendigkeit der Belüftung sicherzustellen und diese ggf. bei Nichtbedarf herunterzuregeln oder ganz abzuschalten. Alternativ kann auch eine **Luftvolumenstromsteuerung** sinnvoll sein, welche die Luftzufuhr über eine Zeitsteuerung oder eine Steuerung über die Erfassung des Luftbedarfs durch Sensoren (z.B. Bewegungsmelder, Raumtemperatursensor, CO₂-Sensor) regelt.

Ein weiteres Einsparpotenzial liegt in der **Optimierung der Druckverluste** im Luftkanalsystem. Je höher die Druckverluste im Kanalnetz sind, desto mehr müssen diese durch die Antriebsleistung des Ventilators ausgeglichen werden, was zu erheblichen Energiekosten führen kann. Druckverluste entstehen unter anderem durch



Mögliche Optimierungsmaßnahmen in der Lüftungstechnik¹⁸

- Anpassung der Struktur von Räumen oder Prozessen mit gleichwertigen Bedingungen
- Reduktion des benötigten Luftvolumenstroms durch Anpassung der tatsächlich benötigten Lüftungsbetriebszeiten, optimale Platzierung der Lufteinlässe bzw. -auslässe, bedarfsabhängige Luftvolumenstromsteuerung dank drehzahlregelte Ventilatoren
- Minimierung der Druckverluste im Kanalnetz durch möglichst geradlinige Kanalführung
- Einsatz effizienter Antriebe und Ventilatoren (hohe Wirkungsgrade)
- Nutzung von Wärmerückgewinnung der abgeführten Luft
- Regelmäßige Wartung und Instandhaltung der Lüftungsanlage (z.B. Reinigung der Ventilatoren, auf Dichtigkeit überprüfen)
- Schattige Aufstellflächen bei Außenaufstellung der RLT-Geräte bzw. der Außenluftansaugung
- Mehrere kleine, statt große Lüfter zur besseren Steuerung am optimalen Betriebspunkt und zur Sicherstellung der Belüftung auch bei einem Ausfall eines einzelnen Ventilators

Prozesswärme

Rund zwei Drittel des industriellen Energieverbrauchs in Deutschland wird durch die Wärmebereitstellung dominiert und stellt somit das mit Abstand energieintensivste Anwendungsfeld dar. In nahezu jedem produzierenden Unternehmen entstehen Wärmeverluste jeglicher Art, sei es zum Beispiel als Heizwärme im Winter oder als ganzjährige Prozesswärme der Industrie. **Mithilfe Energieeffizienzmaßnahmen lassen sich in diesem Querschnittsbereich Einsparpotenziale von bis zu 30% erzielen.**¹⁶

Abwärme entsteht an den unterschiedlichsten Anwendungen. Neben der Abwärmeentwicklung an Pumpen und Motoren kann sie ebenfalls an ganzen Maschinenanlagen auftreten. In der In-

dustrie wird Prozesswärme unter anderem in Brennöfen oder für Trocknungsprozesse benötigt und lässt sich je nach Temperaturniveau z.B. als Wärmerückgewinnung als Vorwärmung von Prozesswasser, Verbrennungsluft oder als Trocknungsluft verwenden. Bei geringerem Temperaturniveau kann sie für die Warmwasserbereitung oder als Heizungsunterstützung, z.B. in Verwaltungsräumen, in Frage kommen. Abhängig von der Unternehmensart gibt es eine Vielzahl weiterer Möglichkeiten, welche als Optimierungsmaßnahmen bezüglich der Energie- und/oder Ressourceneffizienz in Frage kommen. Eine Übersicht möglicher Maßnahmen wird im Folgenden dargestellt.

Mögliche Optimierungsmaßnahmen der Prozesswärme

- Minimierung des Wärmebedarfs und der Wärmeverluste (z.B. durch Isolierung von Rohrleitungen oder Heizkesseln, Abdeckung von Prozessbädern)
- Maßnahmen zur Abwärmenutzung (z.B. durch Wärmerückgewinnung, Einspeisung in Nah- oder Fernwärmenetze, Verstromung von Abwärme)
- Überprüfen der geforderten Prozesstemperaturen und ggf. Abkopplung einzelner Prozesse vom allgemeinen Wärmenetz, falls diese im Vergleich zu den anderen Prozessen besonders hohe oder niedrige Temperaturen (oder ggf. Drücke) benötigen
- Maßnahmen zur bedarfsgerechten und energieeffizienten Bereitstellung von Prozesswärme (z.B. durch effiziente regelbare Brenner)
- Einsatz durch erneuerbare Energien zur Bereitstellung von Prozesswärme (z.B. Solarthermie, Tiefengeothermie)
- Bedarfsgerechte Erzeugung durch Mehrkesselregelung (bei Einsatz mehrerer Heizkessel)
- Regelung der Luftzufuhr mittels Abgasregelung
- Spitzenlastreduzierung durch Einsatz von Wärmespeichern
- Einsatz von KWK-Anlagen
- Außentemperaturgeführte Vorlauftemperaturen bei Heizwärme, Wärmeerzeugung und Wärmeverteilnetzen

Kälte- & Kühlwasseranlagen

Die Kältetechnik findet ihren Einsatz in den unterschiedlichsten Bereichen. Neben der Raumklimatisierung wird sie vor allem zur Kühlung von Lebensmitteln und EDV-Anlagen eingesetzt. Wenn möglich, sollte der Kühlkreislauf über eine „freie Kühlung“ gekühlt werden, das bedeutet, dass das Kühlmittel

(z.B. Kühlwasser) über das Rückkühlwerk durch die Außenluft abgekühlt wird. **Mithilfe Energieeffizienzmaßnahmen lassen sich in diesem Querschnittsbereich Einsparpotenziale von bis zu 30 %¹⁶ erzielen.**

Mögliche Optimierungsmaßnahmen von Kälte- & Kühlwasseranlagen¹¹

- Kältebedarf anpassen (unnötige innere und äußere Wärmelasten minimieren)
- Regelbare Hilfsantriebe (wie Ventilatoren und Pumpen) zur Lastanpassung
- Regelmäßige Wartung der Anlage (z.B. Reinigung Wärmeübertrager, zum Erhalt der Effizienz der Kälteanlage)
- Notwendiges Temperaturniveau der Nutzkälte und Kühlzeiten prüfen (und ggf. anpassen)
- Dämmung der Kälteanlagen (einzelne Anlagenteile und gesamtes Rohrnetz)
- Winterentlastung über Hybrid- oder Freikühlung bei niedrigen Außentemperaturen
- Nutzung der Abwärme bei der Kälteerzeugung (für Gebäudeheizung, Warmwasser oder Prozesswärme)
- Überprüfen, ob Kältespeicher zur Unterstützung der Kälteerzeugung sinnvoll sind
- Ersetzen des thermostatischen Expansionsventils durch ein elektronisches (Kälteanlage kann somit bei niedrigeren Verflüssigungstemperaturen betrieben werden)
- Verwendung von natürlichen Kältemitteln

Thomas Hanauer, Geschäftsführer der emz-Hanauer GmbH & Co. KGaA, Nabburg



„Die emz-Hanauer GmbH & Co. KGaA ist ein bayerisches Familienunternehmen, vor über 70 Jahren gegründet und mittlerweile weltweit erfolgreich tätig mit zwei deutschen und drei Auslandsstandorten. Wir entwickeln und produzieren Komponenten, Baugruppen und Komplettsysteme für Haushaltsgeräte und Entsorgungsanwendungen. Unsere Spezialität ist dabei die Kombination aus Sensorik, Elektronik und Mechanik.

Neben Kundennutzen durch unsere Produkte und Technologien prägt ein zeitgemäßes Handeln unsere unternehmerischen Aktivitäten.

Dabei übernehmen wir unsere Verantwortung für die Umwelt in der wir leben. So berücksichtigen wir neben ökonomischen auch ökologische Aspekte – oft geht das auch gut zusammen. Aus diesem Grund betreiben wir an unserem Standort in Nabburg sowohl ein Blockheizkraftwerk als auch eine PV-Anlage. Zukünftig wollen wir uns auch dem Thema Carbon Footprint noch stärker widmen. Neben der von uns wahrgenommenen Verantwortung für Umwelt und Klima sind dafür natürlich auch die Anforderungen unserer Kunden und Märkte wesentliche Treiber.“

Informations- und Kommunikationstechnologie

Auf spezifische Energieeinsparpotenziale der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) wird im Verlauf des Leitfadens nicht näher eingegangen, da diese zwar einen Querschnittsbereich darstellt, aber in den unterschiedlichsten Ausprägungsarten vorhanden sein kann. Einige Unternehmen besitzen eigene Server, während andere Unternehmen sich dazu entschließen, Teile ihrer IT an externe Dienstleister auszulagern, um Kosten, Zeit und Ressourcen im Unternehmen einzusparen (IT-Outsourcing, kurz: ITO).

Erneuerbare Energieträger

Erneuerbare Energien (EE) stellen nicht nur eine saubere Alternative zu Öl, Kohle und Gas dar, sondern sie stehen uns fast unerschöpflich zur Verfügung. Ihr Ausbau ist eine zentrale Säule der Energiewende. Durch ihre Nutzung wird einerseits die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern reduziert, zum anderen schützt man sich als Unternehmen vor möglichen ungewollten Preissteigerungen von Brenn-, Kraft- und Heizstoffen. Und ganz wichtig: Unsere Umwelt wird geschont, da wir während der Nutzungsphase kaum CO₂ produzieren. Ganz ohne Emissionen kommen jedoch auch erneuerbare Energien nicht aus. Bei

der Produktion, Installation, Wartung, dem Recycling oder der Entsorgung werden weiterhin Treibhausgase emittiert. Über erneuerbare Energieträger kann Energie in Form von Strom und Wärme aus vielen Nutzungsmöglichkeiten gewonnen werden, die zum einen abhängig von den örtlichen Gegebenheiten des Unternehmens und zum anderen vom Energiebedarf in Form von Wärme, Strom und Kraftstoffen sind. Der Anteil an erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte in Deutschland betrug im Jahr 2018 rund 13,9 %, während der Anteil am gesamten Bruttostromverbrauch bei 37,8 % lag.¹⁹

Mögliche erneuerbare Energien sind unter anderem ²⁰

- Eigenstromerzeugung aus Wasserkraft, Windkraft oder Photovoltaik (PV)
- Einsatz von Biokraftstoffen (z.B. Biodiesel, Rapsöl) im Kfz-Bereich oder Biogas in BHKWs
- Solarthermische Anlagen zur Warmwassererzeugung (i.d.R. unterstützt durch ein weiteres Heizungssystem bei fehlender Solarstrahlung)
- Erdwärmeanlagen (z.B. Erdwärmesonden oder Flächenkollektoren)
- Effiziente Wärmepumpen (Wasser-Wasser-WP / Sole-Wasser-WP / Luft-Wasser-WP)
- Umrüstung des Heizungssystems auf erneuerbare Energieträger (z.B. Holzpellets oder Holzhackschnitzel, ggf. Scheitholz)
- Betriebliche Abwärmenutzung als indirekte „Erneuerbare Energie“

In der Zukunft wird die Speichertechnologie eine noch entscheidendere Rolle spielen, da sich damit dezentrale Lösungen schaffen lassen und Spitzen oder Flauten bei der Erzeugung und dem Verbrauch von Strom überbrückt werden können.

3.2 Energieeffizienz in ausgewählten Branchen

Im Bezirk der IHK Regensburg für Oberpfalz / Kelheim sind u.a. die Branchen Glas-, Keramik- und Zementindustrie sowie Automobil- und Zuliefererindustrie beheimatet. Bedingt durch die häufig energie- und demnach auch klimawirksamen Prozesse in diesen Branchen widmen sich die nachfolgenden Ausführungen potenziellen Maßnahmen zur Verringerung ebendieser Umweltwirkungen.

Glasindustrie

Die Glasindustrie unterteilt sich in die Herstellung von Hohlglas (Behälterglas), Spezialglas und technischem Glas, Glasfasern und Glasfaserprodukte und in die Herstellung und Veredlung von Flachglas. Nahezu die gesamte Flachglasproduktion findet ihren Absatz in der Bau- und Automobilbranche, wobei zweites in der Oberpfalz sehr häufig vertreten ist. Die verschiedenen Sektoren haben einen sehr unterschiedlichen Anteil am Umsatz, an der produzierten Glasmenge und am Energieverbrauch der gesamten Glasindustrie. Der Gesamtenergieverbrauch der deutschen Glasindustrie lag im Jahr 2015 bei 18,53 TWh/a.

Tabelle 4
Daten der deutschen Glasindustrie, 2015 ²¹

Wirtschaftszweig	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden
Produktionsstandorte	120
Arbeitsplätze	55.085
Jährliche Produktionsmengen (verkaufsfähiges Glas)	6.784 kt/a
Gesamtenergieverbrauch	18,53 TWh/a
Stromverbrauch	3,99 TWh _{el} /a
Gasverbrauch	13,51 TWh/a
Heizölverbrauch	0,77 TWh/a
Gesamtemissionen	4,88 Mio. t CO ₂ e

Abhängig von der Glasart und dem Produktionsverfahren entfallen in der Glasherstellung bis zu 85 % (2) des Energiebedarfs auf den Schmelzprozess, somit stellt die Schmelze den energieintensivsten Prozess der Glasherstellung dar. Die spezifischen Strom- und Brennstoffbedarfswerte variieren hierbei für die einzelnen Glassorten. Im Schmelzprozess kommen rund 97 % der Energie aus der Verbrennung von Erdgas (selten auch Heizöl), die restlichen 3 % werden durch den wesentlich teureren Strom gewonnen. Die Gesamtemissionen in Deutschland lagen im Jahr 2015 bei 4,88 Mio. t CO₂e.²¹



Tabelle 5

Typischer spezifischer Energiebedarf (Strom und Brennstoffe) nach Produktart des Glases, 2009 ²²

Produkt	Teilprozess	Strom (GJ/t)	Brennstoffe (GJ/t)	Gesamt (GJ/t)
Behälterglas		1,4	5,8	7,2
	Schmelze	0,5	4,9	5,4
	Sonstige	0,9	0,9	1,8
Flachglas		3,3	10,9	14,2
	Schmelze	0,7	10,7	11,4
	Sonstige	2,6	0,2	2,8
Glasfasern		1,8	4,9	6,7
	Schmelze	0,6	4,8	5,4
	Sonstige	1,2	0,9	1,3
Sonstiges Glas		5,0	11,5	16,5
	Schmelze	2,0	11,2	13,2
	Sonstige	3,0	0,3	3,3

Die Energiekosten in der deutschen Glasindustrie entsprechen in etwa ein Viertel des Produktionswertes. Der spezifische Energiebedarf betrug im Jahr 2007 im Durchschnitt rund 9,7 GJ pro hergestellter Tonne Glas. Allgemeine Energieeinsparpotenziale liegen in der Verbesserung der Energieströme und der Nutzung von Abwärme. „Experten gehen davon aus, dass 5 bis 10 % der Energie eingespart werden können, wenn es gelingt, Prozessparameter zu optimieren, die Dämmung zu verbessern und strukturelle Verluste zu vermeiden“.²³

Ein mögliches Optimierungspotenzial in dieser Branche besteht durch das **Recycling von Rohstoffen**. Dank der Wiederverwertung von Altglas als Zugabe im Schmelzprozess lässt sich Quarzsand, Soda und Kalk ersetzen, da recyceltes Glas bei niedrigeren Temperaturen als die zur Glasherstellung benötigten Rohstoffe schmilzt, sinkt zudem der Energiebedarf.

Des Weiteren kann die **Abwärme zur Stromerzeugung** oder zur **Gemengen- und Scherbenvorwärmung** verwendet werden. Die bei der Glasherstellung anfallende Wärme durch die Schmelzwanne kann beispielsweise über Dampfturbinen genutzt werden, um bis zu 40 % der eingesetzten Energie in Form von Strom zurückzugewinnen.²³ Eine weitere Möglichkeit stellt die Nutzung der Abwärme durch Vorwärmung der im Prozess benötigten Materialien und Komponenten dar. Für gewöhnlich werden

Gemenge und Scherben kalt in die Schmelzwanne eingebracht, wodurch ein hoher Energiebedarf durch den Schmelzvorgang entsteht. Bei Nutzung der Abwärme zur Vorwärmung kann ein Teil dieser Energie für den Schmelzprozess eingespart werden. Im Winter können mithilfe der Abwärme die im Außenbereich gelagerten Scherben von Schnee und Eis befreit werden, um ein reibungsloses Funktionieren der Anlage zu gewährleisten.

Eine Alternative stellt die **Nutzung der Abwärme im Betrieb oder Verbund** dar. In Summe findet keine Reduzierung des Brennstoffbedarfs statt, jedoch wird die Gesamteffizienz der Anlage oder des Prozesses verbessert. Alternativ kann auch ein **Brennstoffwechsel** in Betracht gezogen werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Energieeinsparung stellt der **Wechsel zu innovativen Brennertechniken** dar. Ein Beispiel ist die Glas-FLOX-Hochtemperatur-Verbrennungstechnologie, die ursprünglich für die Metallindustrie entwickelt und an die Erfordernisse der Glasindustrie angepasst wurde. Die „flammenlosen Brenner“ arbeiten mit höherer Brenngeschwindigkeit und führen damit zu einer verbesserten Abdeckung des Glasbades. Grund hierfür ist die stärkere interne Rezirkulation und Reaktion der Abgase. Dabei wird durch eine verzögerte Vermischung von Luft und Brenngas ein verlängerter Ausbrand erzeugt, wodurch ein verbesserter Energietransfer in der Glaswanne erfolgt.

Mögliche Optimierungsmaßnahmen der Glasindustrie sind

- Effizienzsteigerungen der Querschnittstechnologien
- Optimierung der Verbrennungsparameter
- Gutvorwärmung
- Recycling von Rohstoffen bzw. Glas
- Abwärmenutzung
- Einsatz innovativer Brennertechniken
- Brennstoffwechsel

Stephan, Anna Maria, Josef und Günther Irlbacher, Geschäftsführer der Irlbacher Blickpunkt Glas GmbH, Schönsee



Die familiengeführte Irlbacher Unternehmensgruppe bietet ein umfassendes Portfolio für industrielle Glasanwendungen. Gut 600 Mitarbeiter und zwölf eigene Technologie-Plattformen stellen täglich die Produkte namhafter Kunden mit edlen Glas-Frontblenden, sicheren Schaugläsern oder intuitiv bedienbaren HMIs aus.

„2018 wurden wir eines von bundesweit 39 Klimaschutz-Unternehmen. In diesen Verein kann nur aufgenommen werden, wer sich weit überdurchschnittlich für Energie- und Ressourceneffizienz engagiert. Das Nutzen der Abwärme unserer Fertigung spart jährlich etwa 2,5 MWh Energie ein. Stündlich bereiten wir 1,2 Millionen Liter Prozesswasser auf. Über knapp 60 Tiefen-Sonden nutzen wir Erdwärme seit 2004. Die Photovoltaik über den Parkplätzen liefert 200 kWp Strom seit 2009. Ende des Jahres geht unser Gas-Blockheizkraftwerk in Betrieb: 1.000 kW elektrische Leistung, hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplung, Gesamtwirkungsgrad über 80 %.“

Keramikindustrie

Die Keramikindustrie wird unterteilt in die Wirtschaftszweige Haushaltskeramik, Sanitärkeramik, technische Keramik, Wand- und Bodenfliesen, Ziegel und feuerfeste Keramik. In dieser Branche existiert eine sehr breite Kette von Produktgruppen mit verschiedensten Anforderungen, weshalb sich der spezifische Energieverbrauch der einzelnen Glassorten sehr stark

unterscheidet. Die Gesamtemissionen in Deutschland für das Jahr 2016 lagen bei 3,36 Mio. t CO₂e. Die spezifischen Emissionen liegen in der technischen Keramikindustrie mit einem Wert von 5 t CO₂e pro produzierter Tonne Keramik am höchsten, während die niedrigsten spezifischen Emissionen die Herstellung von keramischen Fliesen mit 0,2 t CO₂e aufweist.²⁴

Tabelle 6

Daten der Keramikindustrie, 2016²⁴

Wirtschaftszweig	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden
Produktionsstandorte	294
Arbeitsplätze	33.452
Jährliche Produktionsmengen	11,2 Mio. t
Gesamtenergieverbrauch	11,4 TWh/a
Stromverbrauch	1,4 TWh _{el} /a
Thermischer Energieverbrauch	10 TWh/a
Gesamtemissionen	3,36 Mio. t CO ₂ e

Keramische Werkstoffe finden ihren Einsatz in den verschiedensten Anwendungen, das ist auch der Grund dafür, warum Keramiken unterschiedlichste Formen, Größen, Farben und Eigenschaften aufweisen. In der gesamten Keramikindustrie wird überwiegend thermische Energie verwendet mit ca. 95 % Erdgas als fossiler Brennstoff, Leicht- und Schweröl stellt nur einen sehr geringen Anteil dar. In der Fliesen- und Ziegelindustrie werden beispielsweise etwa 90 % Erdgas und 10 % Strom eingesetzt, während der Stromanteil in der technischen Keramik mit 25 % deutlich höher ist. Im Jahr 2016 lag der Gesamtenergieverbrauch der deutschen Keramikindustrie bei 11,4 TWh, davon entfielen rund 10 TWh auf den thermischen Energieverbrauch und 1,4 TWh auf den Stromverbrauch. Das Brennen der Produkte stellt wie in der Glasindustrie den energieintensivsten Prozess dar und liegt durchschnittlich bei 80 bis 90 % des Gesamtenergieverbrauchs. Der Prozessschritt Trocknen ist nach dem Brennen der zweit energieintensivste Schritt in der Keramikindustrie.²⁴

Um die Ressourcen- und Energieeffizienz in der Keramikindustrie zu erhöhen sollte in den Unternehmen das Augenmerk auf die energieintensivsten Prozessschritte gelegt werden. Im Folgenden sind einige Optimierungspotenziale aufgelistet, die für die Keramikindustrie von Relevanz sein können.

Mögliche Optimierungsmaßnahmen der Keramikindustrie sind

- Effizienzsteigerungen der Querschnittstechnologien
- Brennzeiten verkürzen
- Unternehmen in der Nähe von Lagerstätten für natürliche Rohstoffe (z.B. Tone) ansiedeln, um den Transportaufwand zu minimieren (Senkung Kraftstoffverbrauch und diesbezüglich CO₂-Emissionen)
- Ersatz von Festbrennstoffen durch Gase im Brenner (oder alternativer Brennstoffeinsatz (z.B. Biomasse oder synthetische Brennstoffe))
- Energieeinsparung durch den Einsatz leichterer Brennhilfsmittel, da weniger Masse pro Brand aufgeheizt werden muss
- Verbesserte Wärmeisolierung an den Brennersystemen zur Senkung von Wärmeverlusten
- Kombination von Entbinderung und Sinterung, um das erneute Aufheizen nach dem Entbindern einzusparen
- Reduzierung der Sintertemperatur (Sintertemperatur von Al₂O₃ kann durch Zugabe von nano-Partikeln um 200 K gesenkt werden)
- Prozessbegleitende Qualitätssicherung zur Minimierung (optimalerweise Vermeidung) von Ausschuss
- Konstruktive Optimierung der Bauteile zur Reduzierung der Masse (Leichtbau)
- Abwärmenutzung überschüssiger Ofengase des Brenners, um die Luft im Ofen oder Trockner vorzuwärmen.
Damit kann der Brennstoffverbrauch im Unternehmen gesenkt werden, indem ein eigenes Heizsystem eingespart wird.
- Innovative Brennersysteme: Hochgeschwindigkeits-Impuls-Brenner, Drehgenerator-Brenner-System (DREBS) zur Wärmerückgewinnung mit thermischen Regeneratoren, mikrowellenunterstütztes Brennen und Trocknen

Bei dem Drehgenerator-Brenner-System (kurz DREBS) handelt es sich um eine drehende Speichermasse, die auf der einen Seite von heißem Abgas und auf der anderen Seite von kalter Brennluft durchströmt wird. Daraus resultiert eine kontinuierliche Brennluftvorwärmung sowie eine Verbesserung der Temperaturgleichmäßigkeit, was zu einer Energieeinsparung führt. Bei dem mikrowellenunterstützten Brennen wird Mikrowellen-Energie und herkömmliche Energie wie Strom und Gas kombiniert, was zu einer gleichförmigen Produkterwärmung führt. Zusätzlich werden thermische Spannungen verringert und es resultieren kürzere Brennzeiten sowie reduzierte CO₂-Emissionen.

Das Recycling von keramischen Bauteilen ist nur sehr begrenzt möglich, da die in der Keramik enthaltenen Rohstoffe durch den Sinterprozess einer nicht reversiblen Veränderung unterworfen werden.

Zementindustrie²⁵

In Deutschland wurden im Jahr 2017 an 53 Produktionsstandorten rund 34 Mio. Tonnen Zement und 24,8 Mio. Tonnen Klinker produziert, was einem Gesamtenergieverbrauch von rund 30,7 TWh entspricht. Der Anteil an thermischer Energie für die Befeuerung des Drehrohofens zur Produktion des für den Zement benötigten Zwischenprodukts Klinker und für Trocknungsprozesse sticht mit etwa 88 % am Gesamtenergieverbrauch hervor und entspricht rund 26,9 TWh. In Summe wurden 2017 etwa 20,5 Mio. Tonnen an Treibhausgasen freigesetzt was einem Anteil von 2 % der deutschen Treibhausgasemissionen entspricht und auf globaler Ebene einen Anteil von rund 8 % ausmacht.²⁶

Der emissionsintensivste Produktionsschritt bei der Zementherstellung ist das Brennen des Zementklinkers, denn hier fallen nicht nur energiebedingte, sondern auch prozessbedingte Emissionen an, da beim Brennen von Kalkstein dieser in Kalk und CO₂ zerfällt. Rund 50 % der Treibhausgasemissionen entlang des Zementherstellungsprozesses sind auf die Entsäuerung des Klinkers während des Brennvorgangs zurückzuführen, die restlichen Emissionen entstehen durch den Brennprozess (Brennstoffe) oder dem Stromverbrauch für Mahl-, Mühl- und Förderprozesse sowie dem Transport der Rohstoffe zum Zementwerk.

Tabelle 7

Daten der Zementindustrie, 2017 ²⁵

Wirtschaftszweig	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden
Produktionsstandorte	53
Beschäftigte	8.037
Jährliche Produktionsmengen	Klinker: 24,8 Mio. t
	Zement: 34 Mio. t
Gesamtenergieverbrauch	30,7 TWh/a
Stromverbrauch	3,8 TWh _{el} /a
Thermischer Energieverbrauch	26,9 TWh/a
Gesamtemissionen	20,5 Mio. t CO ₂ e

Einsatz effizienter Technologien

In der Zementproduktion werden große Mengen an thermischer und elektrischer Energie benötigt. Elektrische Energie wird in der Zementherstellung nicht nur zum Betreiben der Brecher- und Mahlanlagen benötigt, sondern auch für den Betrieb der Förderanlagen und Mischprozesse sowie für Drehrohröfen. Effizienzsteigerungen sind hier unter anderem durch den Austausch alter Anlagen auf effiziente Technologien möglich, z.B. durch den Einsatz effizienterer Elektromotoren (siehe Abschnitt Querschnittstechnologien).

Abwärme- und Abluftnutzung ²⁶

Neben elektrischer Energie wird in der Zementherstellung eine erhebliche Menge an fossilen Brennstoffen zur Befuerung der Brennöfen benötigt. Die sehr hohen Temperaturen in den Brennöfen (ca. 1.450 °C) haben jedoch hohe Treibhausgasemissionen zur Folge. Hier bieten sich Maßnahmen zur Abwärme- und Abluftnutzung an, um Brennstoff und Energie einzusparen und somit die Treibhausgasemissionen im Betrieb zu senken. Eine Maßnahme ist das aus dem Drehrohröfen strömende Ofengas (Temperatur ca. 1.000 °C) in einen Wärmetauscherturm zu leiten und zur Vorwärmung der für den Brennprozess benötigten Roh- und Hilfsstoffe zu verwenden. Dabei werden die fein gemahlten Rohmaterialien für den Zement auf rund 800 °C vorgewärmt und das Kalkgestein entsäuert (kalziniert).

Eine weitere Möglichkeit stellt die Abwärmeverstromung über den Dampfprozess dar. Der aus den heißen Abgasen des Drehrohröfens gewonnene Wasserdampf in den Abhitzkesseln

kann zum Betrieb einer Turbine verwendet werden, die über einen Generator Strom erzeugt. Mit dem Kraftwerk würde somit ein Teil des benötigten Stroms selbst produziert werden. Abhitzkraftwerke bieten sich nicht für jedes Zementwerk an, da bei zu hohem Wassergehalt der Materialien die Trocknung der Rohstoffe die energieeffizienteste Abwärmenutzung darstellt und für die Stromerzeugung keine Abwärme mehr übrigbleiben würde.

Das Problem dabei ist, dass Maßnahmen zur Erhöhung der thermischen Effizienz oftmals zu einem höheren Stromverbrauch führen. Eine Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien im deutschen Strommix ist die Voraussetzung, damit die Effizienzmaßnahmen in der Zementindustrie ganzheitlich greifen können und eine **Emissionsverschiebung** verhindert wird.

Einsatz von Recycling-Beton

In Ballungszentren und dem Zementwerk nahe gelegenen Gebieten (kurzer Transportweg) bietet die Wiederverwendung von Beton nach Abriss eine Möglichkeit, einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Durch die Wiederverwendung der Betonteile können allerdings nur geringe CO₂-Reduktionen von bis zu 7 %²⁶ erreicht werden, da durch das Zerkleinern und Mahlen wiederum Strom verbraucht wird. Ein wesentlicher Vorteil ist jedoch, dass dadurch der Abbau von Primärmaterialien reduziert werden kann, wodurch ein nachhaltiger Kreislauf entsteht. Bei Ver-

wendung von Recycling-Beton aus weiter entfernten Gebieten muss jedoch jedes Unternehmen anhand ihrer Ökobilanz prüfen, ob sich der Antransport von den recycelten Betonteilen lohnt oder die Transport-Emissionen den Vorteil der Emissionseinsparung durch den Einsatz von Recycling-Beton zunichtemachen. Dieses Szenario würde statt einer Emissionseinsparung nur eine Steigerung der Treibhausgasemissionen hervorrufen und somit keinen positiven Beitrag zur Nachhaltigkeit bzw. dem Klimaschutz beitragen.²⁶

CO₂-Abscheidung (CCU/CCS)

Beim Brennen des Zementklinkers entstehen durch die Kalzinierung des Kalksteins prozessbedingte CO₂-Emissionen. Damit diese nicht direkt in die Atmosphäre gelangen, besteht die Möglichkeit, das freiwerdende CO₂ aus den Abgasen abzuscheiden und einzulagern (Carbon Capture and Storage – CCS) oder dieses für andere chemische Prozesse zu verwenden (Carbon Capture and Utilization – CCU). Das bedeutet, dass CO₂ nicht nur als Treibhausgas gesehen wird, sondern gleichzeitig einen Rohstoff darstellt. Das für die Zementindustrie am sinnvollsten angesehene Verfahren ist unter anderem die Karbonatisierung mineralischer Rohstoffe, die biologische Verwertung, die Weiterverwendung von CO₂ als Grundstoff in der chemischen Industrie oder die Herstellung synthetischer Kraftstoffe (Power-to-Gas/Power-to-Liquid).²⁶

Das Problem ist, dass durch diese Technologien der Stromverbrauch und somit die Stromkosten im Unternehmen erheblich steigen würden, daher ist die CO₂-neutrale Herstellung von Strom aus erneuerbaren Energien Voraussetzung. Aktuell liegen noch keine ausgereiften Lösungen für den Transport sowie die Speicherung bzw. Verwertung vor, daher soll die CO₂-Abscheidung nur als mögliche zukünftige Maßnahme gesehen werden, für die noch grundlegende Fragen zu klären sind.²⁶

An dieser Stelle sollte jedem bewusst sein, dass das Hauptaugenmerk bei der Vermeidung von Treibhausgasemissionen bzw. CO₂ liegen muss, erst danach sollte eine alternative Verwendung oder Speicherung von CO₂ durch Kohlenstoffabscheidung in Betracht gezogen werden.

Brennstoffsubstitution

Brennstoffe aus fossilen Quellen können durch Biomasse oder Abfälle aus Haushalten und der Industrie substituiert werden.²⁵

Materialsubstitution^{26, 27}

Aufgrund der emissionsintensiven Herstellung von Zement sollte die Materialzusammenstellung von Beton bzw. Zement verändert werden. Mögliche Substitutionsmöglichkeiten sind

- Ersatz des Baustoffs Beton
- Reduktion des Zementanteils im Beton
- Reduktion des Klinkeranteils im Zement

Egal ob im Hoch- oder Tiefbau, Beton ist aufgrund seiner bauphysikalischen Eigenschaften der wichtigste Baustoff zu dem Bauunternehmen greifen. Er ist nicht nur widerstandsfähig und langlebig, sondern in seinem flüssigen Zustand auch äußerst flexibel. Je nach Anwendungsanforderungen können Holzkonstruktionen vor allem im Hochbau eine gute Alternative zu Beton darstellen. Die Voraussetzung hierfür ist ein nachhaltiger und regionaler Anbau des nachwachsenden Rohstoffs. Kann nicht auf den Einsatz von Beton verzichtet werden, so kann durch Beimischung weiterer

Rohstoffe mit ähnlich chemisch- physikalischen Eigenschaften der Klinkeranteil im Zement minimiert werden. Flugasche als Nebenprodukt aus Steinkohlekraftwerken und granuliert Hochofenschlacke können als Zusatzstoff zur Herstellung und Verarbeitung von Zement bzw. Beton dienen. Die Verfügbarkeit von Schlacke und Flugasche ist abhängig vom Hochofenprozess in der Stahlindustrie sowie von den Verbrennungsprozessen im Energie- und Umwandlungssektor. Auch Zemente mit innovativen Bindemitteln befinden sich derzeit im Forschungsstadium.

Automobil- und Zulieferindustrie (Automotive-Branche)

Die Automobilindustrie ist eine der wichtigsten Industriebranchen in der Oberpfalz. Sie gehört dem Wirtschaftszweig Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen an und umfasst neben der Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren die Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern und die Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen als Teil der Automobilzulieferindustrie. Die Automobilzulieferindustrie ist somit ein Teil der Auto-Lieferkette. Die Zulieferer

können dabei in zwei Hauptgruppen unterteilt werden: Automobilzulieferer im „engeren Sinne“ sind Unternehmen, die ausschließlich Automobilzulieferer sind, während Automobilzulieferer im „weiteren Sinne“ noch andere Industriezweige beliefern. Zulieferfirmen sind u.a. aus der Herstellung von elektrischen und elektronischen Ausrüstungen (Lichtmaschine, Zündkerze, etc.), Maschinenbau und Metallerzeugung und -bearbeitung zu finden.

Mögliche Optimierungsmaßnahmen der Automobilbranche sind ²⁸

- Effizienzsteigerungen der Querschnittstechnologien
- Einführung Umweltmanagementsysteme
- Einsatz von erneuerbaren Energien in der gesamten Wertschöpfungskette von der Herstellung energieintensiver Materialien (z.B. karbonfaserverstärkter Kunststoff) und in der Fahrzeugproduktion selbst
- Recycling- und Aufbereitungskonzepte erstellen, z.B. durch das Zurückführen der Stahlabfälle vom Presswerk an den Lieferanten
- Einsatz von Photovoltaikanlagen auf den Dächern zur Eigenstromerzeugung
- Entwicklung alternativer Antriebstechnologien, unter anderem durch Elektrifizierung des Antriebs oder ggf. Plug-in-Hybride dessen Akkumulator sowohl über den Verbrennungsmotor wie auch am Stromnetz geladen werden kann
- Einsatz von Sekundäraluminium (recyceltes Aluminium)
- Einsatz von effizienteren und saubereren Verbrennungsmotoren zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen
- Einsatz von Lackapplikations-Anlagen mit Robotertechnologie und elektrostatischen Hochgeschwindigkeits-Rotationszerstäubern, damit durch den vollautomatisierten Lackiervorgang sparsam und nachhaltig mit den Rohstoffen umgegangen werden kann und die CO₂-Emissionen reduziert werden
- Verminderung des Ressourceneinsatzes durch Trockenabscheidung, Abluftreinigung und Umluftbetrieb, was zu einer Einsparung der Heizenergie und des Wasserverbrauchs führt
- Aufgrund der Zulieferindustrie müssen sich Automobilhersteller bereits in den vorausgegangenen Wertschöpfungsstufen informieren, wie viele Schadstoffe durch die Produktion von Zulieferteilen entstanden sind. Das bedeutet, es ist eine Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus der Fahrzeuge nötig, um Emissionen ganzheitlich zu reduzieren.
- Innovative Verbrennungsmotorenantriebe, Aerodynamik und Leichtbau
- Einführung wasserloser Verfahren in den Gießereien und wiederholter Einsatz von entsprechend aufbereiteten Prozesswasser anstelle der Nutzung von Frischwasser
- Optimierte Abläufe in den Lackierereien und in den Abwasserbehandlungsanlagen
- Ersetzen der organischen Lösemittel durch Wasser oder biobasierte Lösemittel



3.3 Klimaschutz durch nachhaltige und effiziente Mobilität sowie Recycling

Mobilität

Aktuell beträgt der Anteil des Verkehrssektors rund ein Fünftel der gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland ²⁹, jedoch wächst der Personen- und Güterverkehr stetig an. Das Problem der Mobilität besteht darin, dass durch den Verkehr erhebliche Belastungen entstehen, die für die Gesundheit der Menschen und die Umwelt eine Gefahr darstellen. Die Belastungen reichen vom Verkehrslärm über Luftverschmutzung durch Abgase bis hin zu Flächeninanspruchnahme und dem Verbrauch von Ressourcen. Gleichzeitig steht die Mobilität im Zusammenhang mit der wirtschaftlichen sowie gesellschaftlichen Entwicklung.

Ein umweltfreundliches Mobilitätsverhalten in Unternehmen sollte demnach sicherstellen, dass Mitarbeiter/innen ihre be-

rufsbedingten Wege möglichst effizient und umweltverträglich zurücklegen können. Hierbei ist nicht nur die An- und Abreise von oder zu der Arbeitsstätte gemeint, sondern auch Dienstreisen oder der Transport von Gütern zwischen mehreren Standorten. Möglich ist das zum einen durch eine gute Anbindung der Arbeitsstätte an öffentliche Verkehrsmittel, wie Zug und Bus, oder durch die Bereitstellung von alternativen Fortbewegungsmitteln, wie normale Dienstfahrräder, E-Bikes oder E-Scooter. Damit Fahrradfahren oder auch der Fußverkehr ohne Gefahr möglich ist, muss die Infrastruktur dahingehend ausgebaut werden. Der Verkehrsträgervergleich des Umweltbundesamtes zeigt, dass durch den Umstieg auf Rad- und Fußverkehr etwa 147 g an Treibhausgasemissionen pro Personenkilometer gegenüber dem Pkw eingespart werden können.³⁰

Abbildung 8
Betriebliches Mobilitätsmanagement³¹



Quelle: Grafik Bayern Innovativ GmbH

Da der komplette Verzicht auf das Fahrzeug nicht immer möglich ist, vor allem wenn es um den Transport von Gütern geht, sollte auf umweltfreundlichere Alternativen ausgewichen werden. Eine dieser Alternativen stellt die Einführung von Elektromobilität und deren notwendige Ladeinfrastruktur im Unternehmen dar. Die im Elektrofahrzeug eingesetzte Energie in Form von Strom kann durch erneuerbare Energien (z.B. durch die eigene PV-Anlage auf der Produktionshalle) gewonnen werden, zudem eignet sich die E-Mobilität in Verbindung mit Carsharing-Angeboten.

Unter dem Begriff Carsharing wird das minuten-, stunden- oder tageweise Anmieten von Fahrzeugen verstanden, wobei die Abrechnung nach tatsächlicher Mietdauer und Fahrleistung erfolgt.

Carsharing im Unternehmen bietet sich als Ersatzvariante für Dienstfahrzeuge an und sorgt nicht nur für eine effizientere Auslastung der Fahrzeugflotte, sondern hilft dem Unternehmen Fahrzeuge und deren Kosten einzusparen und verbessert die Kostentransparenz im Unternehmen. Eine weitere wichtige Rolle spielt die Verlegung des Verkehrs auf die Schiene, da diese zum Großteil bereits mit Strom fahren.

Als Maßnahme im Bereich der Mobilität eignet sich beispielsweise die Analyse der Fahrtenbücher: Wie häufig und wie weit wird regelmäßig gefahren? Finden in der Regel Einzelfahrten statt oder befinden sich mehrere Personen gleichzeitig in einem Fahrzeug?

Michael Gammel, Geschäftsführer der Gammel Engineering GmbH, Abensberg



„Innovation, Wirtschaftlichkeit und Effizienz bei dezentralen Energiesystemen sind die großen Themen, die wir uns mit Gammel Engineering GmbH seit 1987 auf unsere Fahnen geschrieben haben. Seither entwickeln wir nachhaltige Konzepte und planen individuelle, zukunftsorientierte Energieversorgung für Industrie- und Gewerbeobjekte sowie für Liegenschaften der öffentlichen Hand und der Wohnungswirtschaft.

Der schonende Einsatz von Energieressourcen und damit der Schutz des Klimas haben dabei oberste Priorität. Das gilt dabei aber nicht nur für unsere ganzheitlichen Energiekonzepte für unsere Kunden. Vielmehr leisten wir auch selbst einen Beitrag zum

Klimaschutz. In unserem Firmengebäude betreiben wir Kraft-Wärme-Kälte-Koppelung; mit Photovoltaik, BHKW, Hackguttheizung, Strom- und Wärmespeicher sowie Adsorptionskältemaschine erzeugen wir den überwiegenden Teil unseres Energiebedarfs selbst und regenerativ - für unsere Büros ebenso wie für unseren Fuhrpark. Unsere Projekt- und Bauleiter lieben die beiden Elektrofahrzeuge und buchen diese vorrangig für ihre Auswärtstermine. Das wachsende Angebot an rein elektrischen und hybriden Fahrzeugen stimmt uns hoffnungsvoll, dass wir mit unserem Handeln viele Unternehmen vom Kostensenken durch Klimaschutz begeistern können! Im Oktober bekommen wir das nächste Elektro-Fahrzeug geliefert – natürlich ein Modell unseres Auftraggebers.“

Recycling

Zur Schonung von immer knapper werdenden primären Ressourcen und zur Einsparung von Treibhausgasen spielt das Thema Recycling eine wesentliche Rolle in Unternehmen. Doch was versteht man darunter? Grundsätzlich wird unter Recycling die Verwendung von recycelten Sekundärrohstoffen verstanden. Bereits bei der Wahl der in der Produktion verwendeten Werkstoffe sollten sich daher Gedanken über die spätere Entsorgung bzw. das Recycling gemacht werden. Einige dieser Abfälle oder Reststoffe haben aber durchaus einen Wert für andere Unternehmensbranchen. Das ist allerdings abhängig von ihrer Qualität und Zusammensetzung. Hier bietet sich der Austausch über sogenannte „Recycling-Börsen“ an. Grundsätzlich stellt das Recycling und somit die Senkung der Treibhausgasemissionen die Weiterentwicklung von der Abfallwirtschaft zur Kreislaufwirtschaft dar.

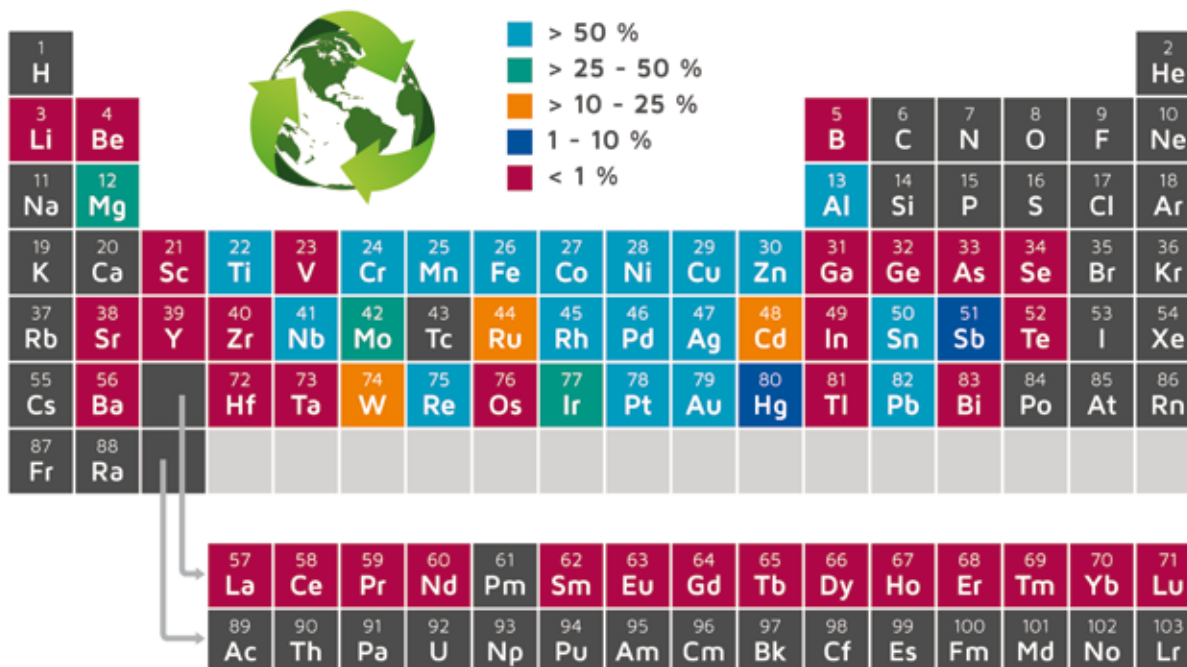
Stahl- und Aluminiumschrott zum Beispiel bieten optimale Recycling-Voraussetzungen, da sie leicht aufbereitet werden können. Weitere beispielhafte Recyclingbereiche sind unter

anderem Kupfer, Altpapier, Holz, Polyethylen (PE) und Polyethylenterephthalat (PET). Hier spielt in Deutschland die Rücknahme von PET-Flaschen eine große Rolle, da dadurch das PET in großen Mengen sortenrein vorliegt. Nicht recycelbare Abfälle können zur energetischen Verwertung dienen, zum Beispiel zum Heizen von Gebäuden.

In der folgenden Abbildung werden beispielhaft die Recyclingraten von den Elementen des Periodensystems dargestellt. Bei allen blau hinterlegten Elementen liegen die Recyclingraten bei über 50 %. Das sind zum Beispiel neben Aluminium auch Fe-Metalle, wie Eisen, Stahl, Kobalt und Nickel. Bei allen rot hinterlegten Elementen liegt der Recyclinganteil unter 1 %. Grau hinterlegte Elemente können nicht recycelt werden, bei allen restlichen Farben liegt die Recyclingrate zwischen 1 und 50 %.³²

Abbildung 9

Recyclingraten von Elementen des Periodensystems³²



Quelle: Darstellung Bayern Innovativ GmbH

4. Weiterführende Hilfestellung

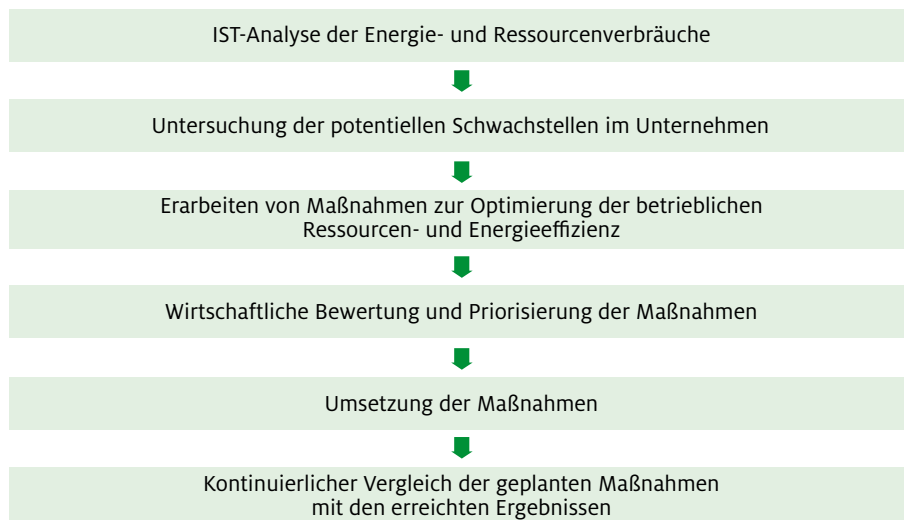
Ziel dieses Kapitels ist es, eine Hilfestellung zur Durchführung von Effizienzmaßnahmen zu geben. Neben den grundsätzlichen Schritten zur Inangriffnahme von entsprechenden Projekten werden hierfür nachfolgend auch Förderprogramme berücksichtigt. Ergänzend dazu werden in diesem Kapitel noch zwei bedeutende Standards und damit Hilfestellungen beschrieben, die sowohl auf Unternehmens- als auch auf Produktebene gezielt zur Identifizierung und Optimierung von ökologischen Hotspots eingesetzt werden können.

4.1. Effizienzprojekte angehen

Bevor Unternehmen jegliche Optimierungsmaßnahmen umsetzen können, müssen sie ihre Ströme im Unternehmen kennen. Mithilfe einer IST-Analyse werden vorhandene Energie- und Stoff- / Ressourcenströme im Unternehmen erfasst. Über die Analyse dieser Daten können Schwachpunkte aufgedeckt werden, wo keine optimale Nutzung erfolgt und diese womöglich unkontrolliert entweichen kann. Spätestens ab diesem Zeitpunkt

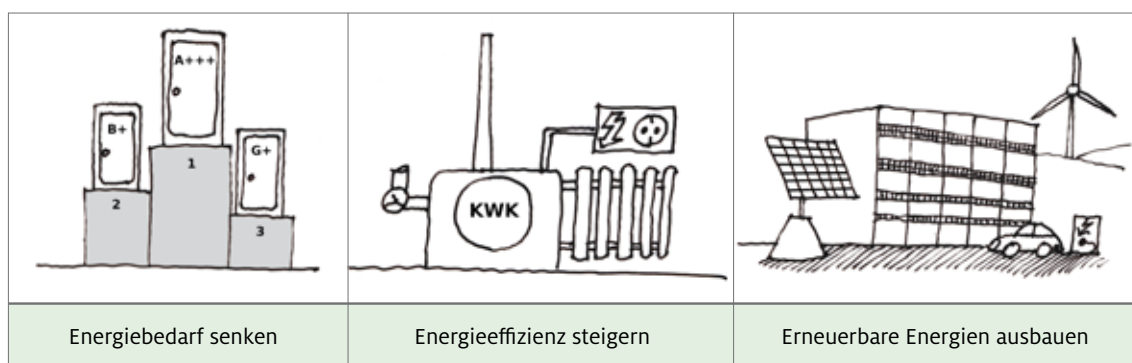
ist Handeln angesagt, denn es werden nicht nur unnötig Energie und Ressourcen verschwendet, sondern auch der Geldbeutel unnötig belastet. Im weiteren Verlauf sollten spezifische Maßnahmen zur Verbesserung der betrieblichen Situation in den unterschiedlichen Branchen erarbeitet und priorisiert werden. Die Vorgehensweise zur Ermittlung des Optimierungspotenzials im Unternehmen wird in der folgenden Abbildung dargestellt.

Abbildung 10
Vorgehensweise zur Ermittlung des Optimierungspotentials in Unternehmen



Grundsätzlich sollten die Maßnahmen in Unternehmen über die Einhaltung des energetischen Dreisprungs erfolgen.³³ Dabei handelt es sich um drei prinzipielle Maßnahmen und eine Reihenfolge, in der energetische Nachhaltigkeit erzielt werden kann.

Abbildung 11
Energetischer Dreisprung³³



Die erste Maßnahme ist die **Senkung** oder **Vermeidung** unnötigen Energieverbrauchs. Hier geht es darum, unnötigen Verbrauch zu identifizieren und wie er vermieden werden kann. Dabei muss man sich ALLE Prozesse aktiv ansehen und überlegen: Muss das sein? Kann ich darauf nicht verzichten?

Die zweite Maßnahme ist die **Steigerung** der **Energieeffizienz**. Hier geht es darum, unvermeidbare Energieverbräuche zu identifizieren: Kann man das auch mit weniger Energie machen? Oder mit einer anderen Energieform? Oder kann ich die dafür erforderliche Energie aus effizienteren Ressourcen bekommen? Erreiche ich mein Ziel auch mit weniger Energieeinsatz? Wie nutze ich meine Ressourcen optimal aus?

Die dritte Maßnahme ist die **Substitution** der benötigten Energie durch regenerative Quellen. Wie kann die Energie CO₂-frei bereitgestellt werden?

Problem: Mögliche Rebound-Effekte bei Energieeffizienzsteigerungen

Beim zweiten Teil des energetischen Dreisprungs, also der Steigerung der Energieeffizienz, können sogenannte Rebound-Effekte auftreten. Dieser Effekt führt dazu, dass eine Maßnahme zur Effizienzsteigerung oftmals mit einem Mehrverbrauch an Energie oder Ressourcen einhergeht, der aber geringer ist als der Gewinn. Üblicherweise werden damit nur 70 % der geplanten Energieeffizienz einsparungen erreicht.³³

Dieser Effekt soll an einfachen Beispielen erläutert werden:

- Wegen sinkenden Verbrauchs erhöht sich die Nachfrage. LED-Licht ist billiger und energiesparender als Glühlampenlicht. Aus diesem Grund leiste ich mir mehr Lampen oder ich lasse das LED-Licht dafür länger leuchten.
- Neon-Lampen sind im Energieverbrauch günstiger als Glühlampen, aber für die Herstellung von Neon-Lampen werden mehr Energie und Ressourcen benötigt (KEA, Ökobilanz).
- Es wird eine sparsamere Heizungsanlage installiert und gleichzeitig eine Klimaanlage.
- Eine Waschmaschine wird durch ein A+ Gerät ersetzt, obwohl die alte Maschine ihr Lebensdauerende noch nicht erreicht hat (Ressourcen- und Energieverschwendung).

4.2. CO₂-Fußabdruck als Basis für die Emissionseinsparung im Produkt/Unternehmen

Um klimawirksame Hotspots identifizieren zu können, existieren für Unternehmen zwei unterschiedliche Vorgehensweisen. Das sind der Corporate Carbon Footprint (CCF) als unternehmensbezogener Ansatz und den Product Carbon Footprint (PCF) als produktbezogener Ansatz. Während beim PCF alle THG-Emissionen

bilanziert werden, die während des Lebenswegs eines einzelnen Produktes entstehen, beschreibt der CCF die Gesamtmenge an Treibhausgasemissionen, die direkt und indirekt durch die verschiedenen Aktivitäten im Unternehmen erzeugt werden. Einen Vergleich der beiden Ansätze ermöglicht die folgende Tabelle.

Tabelle 8

Vergleich Product Carbon Footprint (PCF) und Corporate Carbon Footprint (CCF) ³⁴

Product Carbon Footprint(PCF)	Corporate Carbon Footprint (CCF)
Produktbezug	Unternehmensbezug
Betrachtung über den Produktlebensweg	Betrachtung über die gesamte Wertschöpfungskette
Produktvergleich	Branchen-Benchmarking
Optimierung des spezifischen Produkts	Optimierung des gesamten Prozesses
Marken-/Produktimage	Unternehmensimage

Eduard B. Wagner, Geschäftsführer und Gründer der INSYS MICROELECTRONICS GmbH, Regensburg



„Ich betrachte den Faktor Umwelt als gleichwertig neben Arbeit, Boden und Kapital. Entsprechend nimmt das Thema Nachhaltigkeit auch eine nennenswerte Stellung in unserem Firmenbewusstsein ein. Das spiegelt sich nicht nur in unserer Gebäudetechnik basierend auf Erdwärme und Photovoltaik wider. Vielmehr beziehen wir nachhaltige Ansätze auch bereitwillig in alle unternehmensinternen Prozesse mit ein.

Sowohl bei Entscheidungsfindungen als auch in Gesprächen mit Lieferanten, Kunden und Mitarbeitern hat die Verringerung von Treibhausgasen einen hohen Stellenwert.

Ich finde, dass wir uns als Unternehmer dieser Verantwortung bewusst sein müssen. Dies hat mich auch zur Gründung von OHA! OSTBAYERN HANDELT bewegt – einem mobilisierenden Unternehmernetzwerk zur Verringerung von CO₂-Emissionen. Ich glaube fest daran, dass wir ein gemeinsames Ziel adressieren sollten: Als Region bleiben wir nur zukunftsfähig und an der Spitze, wenn echte und ernstgemeinte Nachhaltigkeit in allen betrieblichen Prozessen umgesetzt wird. Ich bin überzeugt, dass Umweltkompetenz ein Schlüsselfaktor für unsere Zukunft ist.“

4.2.1 Der Corporate Carbon Footprint

Einen Standard für den unternehmensbezogenen Ansatz bzw. den Corporate Carbon Footprint stellt das Greenhouse Gas Protocol (Treibhausgasprotokoll) dar, das drei sogenannte Scopes (Emissionsbereiche) berücksichtigt.

Unternehmen müssen hierzu alle Emissionen in die CO₂-Bilanz einbeziehen, die unter Scope 1 und 2 fallen. Unter Scope 1 werden Emissionen zusammengefasst, die direkt im Unternehmen anfallen, z.B. während der Verbrennung von Gas oder Heizöl zu

Heizzwecken. Scope 2 beinhaltet Emissionen, die indirekt mit dem Kauf von Energie (Strom, Fernwärme/-kälte, Dampf) einhergehen. Optional können unter Scope 3 indirekte Emissionen erfasst werden, die ein Unternehmen verursacht, aber nicht gänzlich kontrollieren und beeinflussen kann, z.B. Emissionen aus der Gewinnung und Produktion von Rohstoffen und Vorprodukten oder auch Emissionen, die durch die Verwendung oder das Entsorgen des Produktes entstehen.³⁵

Scope 1 (verpflichtend): Erfassen aller Treibhausgas-Emissionen, die direkt im Unternehmen anfallen durch

- Stationäre Verbrennung von Erdgas, Heizöl, Kohle
- Verbrennung von Treibstoffen im unternehmenseigenen Fuhrpark, z.B. Diesel von Lkw, Benzin von unternehmensinternen Pkw oder Flüssiggas von Staplern
- Emissionen flüchtiger Gase, z.B. durch undichte Erdgasleitungen oder Leckagen an Klimaanlage
- Eigene Stromerzeugung (BHKW, etc.)
- Produktionsprozesse im Unternehmen

Scope 2 (verpflichtend): Erfassen indirekter Emissionen, die bereits bei den Anbietern entstehen (Erzeugung, Förderung, Transport, etc.) durch

- Indirekte Emissionen aus gekauftem Strom, z.B. durch die Gewinnung und den Transport von Kohle zur Stromerzeugung
- Indirekte Emissionen aus Fernwärme/-kälte
- Indirekte Emissionen aus eingekauftem Dampf

Scope 3 (optional): Erfassen indirekter Emissionen, die ein Unternehmen verursacht aber nicht kontrollieren kann

- Dienstreisen
- Mitarbeitermobilität (von und zur Arbeitsstätte)
- Materialeingang (Papier, Wasser, etc.)
- Abfallaufkommen im Betrieb
- Emissionen aus der Gewinnung und Produktion von Rohstoffen und Vorprodukten
- Transport der Ware durch Dritte
- Fremdvergebene Tätigkeiten/Dienstleistungen
- Emissionen, die durch die Verwendung oder das Entsorgen des Produktes entstehen

Abhängig von den ermittelten Emissionen können anschließend Maßnahmen abgeleitet werden, um somit den CO₂-Fußabdruck des Unternehmens zu reduzieren. Nicht vermeidbare CO₂-Emissionen (siehe Scope 1 und 3) können eventuell durch

Ausgleichsmaßnahmen kompensiert werden. Mögliche Optimierungspotenziale liegen in der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen wie in den Kapiteln vorab beschrieben oder betreffen den Einsatz von erneuerbaren Energien im Unternehmen.

4.2.2 Der Product Carbon Footprint

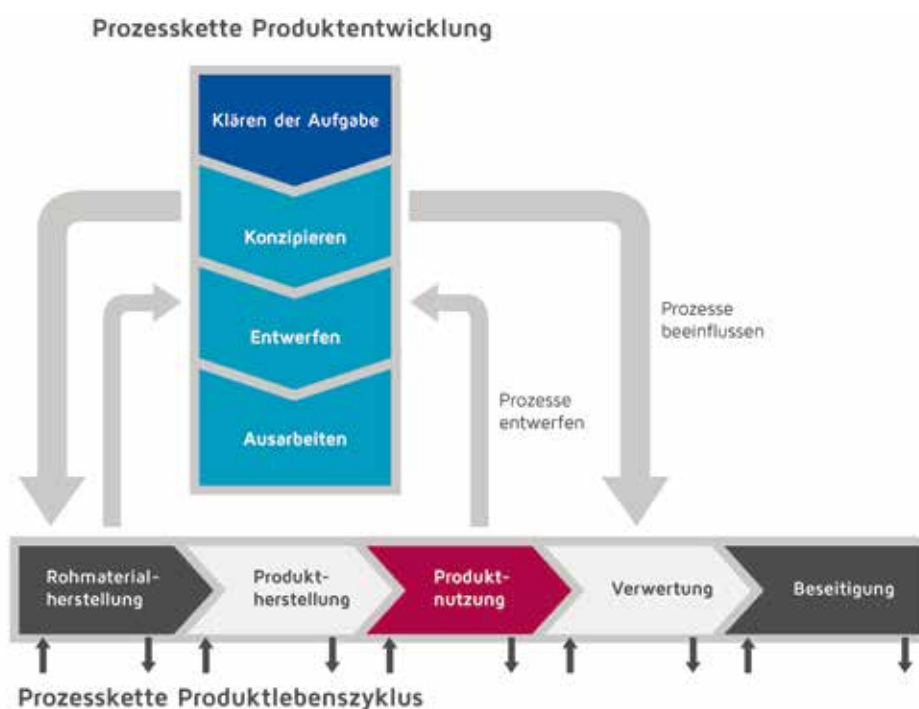
Etwaige Anstrengungen zur Reduzierung des Corporate Carbon Footprints wirken sich letzten Endes auch auf den produktbezogenen Ansatz bzw. den Product Carbon Footprint aus. Ein Product Carbon Footprint bilanziert alle Treibhausgasemissionen – bezogen auf eine definierte Nutzeinheit – die während des Lebenszyklus eines Produkts entstehen. Dabei werden sämtliche Prozessstufen, von Entwicklung, Herstellung und Transport der Rohstoffe bzw. Vorprodukte über Produktion

und Distribution bis hin zur Nutzung, Nachnutzung und Entsorgung, betrachtet. Auch Dienstleistungen können in diesem Sinne als Produkte verstanden werden.

Eine derartige ganzheitliche Betrachtung bzw. eine beispielhafte Betrachtung etwaiger Szenarios der Nutzungs- und Nachnutzungsphasen kann dabei insofern sinnvoll sein, da etwaige Klimaschutzanstrengungen im Zuge der Produktion zu Verschlechterungen in einer anderen Phase führen können.³⁶

Abbildung 12

Produktentwicklungsprozess und Produktlebenszyklus



Quelle: Darstellung Bayern Innovativ GmbH

4.3 Förderkontakte und Netzwerke

Es gibt diverse Anlaufstellen, die Unternehmen hinsichtlich Maßnahmen in den Bereichen Energieeffizienz, erneuerbare Energien und Klimaschutz unterstützen. Vor allem die Bandbreite an Förderprogrammen sowie deren Ausgestaltungsmöglichkeiten wirken dabei auf den ersten Blick abschreckend, was zur Zurückhaltung führt. Gerade kleinere und mittlere Unternehmen (KMUs) aber auch Großunternehmen können durch Förderungen jedoch enorm profitieren.

Um diese Hürde zu verringern, wird nachfolgend aufgezeigt, mit welchen Schritten Fördermöglichkeiten grundsätzlich genutzt werden können:

- 1. Erfassen der Daten:** umfassende Bestandsaufnahme der im Unternehmen bestehenden Strukturen, Energie- und Ressourcenverbräuche sowie der Treibhausgasemissionen und lokalisieren bzw. analysieren der Optimierungspotenziale. Es bietet sich bereits ab diesem Zeitpunkt an, einen Energieberater oder qualifizierten Experten einzubeziehen, der Sie bei der Datenaufnahme unterstützt und sie bezüglich wirtschaftlich sinnvollen Optimierungsmaßnahmen berät
- 2. Definieren von Zielen,** die durch Klimaschutzmaßnahmen erreicht werden sollen (Welcher Vorteil entsteht im Unternehmen durch die Maßnahme/n?)
- 3. Lösungsansätze erarbeiten und Kosten, Einsparpotenzial (Energie und/oder Ressourcen), Aufwand, Dauer der Umsetzung abschätzen**
- 4. Falls Ihnen noch kein qualifizierter Experte zur Seite steht, sollten Sie spätestens ab diesem Zeitpunkt einen hinzuziehen,** der Sie auf der Suche nach passenden Förderprogrammen für Ihr Unternehmen unterstützt.

Energie-Experten können Unternehmen bereits zu Beginn der Datenaufnahme unterstützen und durch Analyse der Daten bezüglich Maßnahmen (z.B. Energieeffizienz oder Ressourceneffizienz) beraten. Spätestens nach der Erarbeitung von Lösungsansätzen sollte ein Förderlotse oder qualifizierter Experte bei der Förderantragstellung Ihres Vorhabens hinzugezogen werden. Bei einigen Förderanträgen ist die Begleitung eines Energieexperten Voraussetzung für die Antragstellung.

Unterstützung bezüglich Effizienzpotenzialen im Unternehmen kann auch durch die Teilnahme an einem Netzwerk der Bayerischen EnergieEffizienz-Netzwerk-Initiative (BEEN-i) erhalten werden. Der Nutzen und das Ziel von Energieeffizienznetz-

werken werden nachfolgend näher erläutert (siehe S. 42). Des Weiteren bietet die IHK Qualifizierungsworkshops für Auszubildende an, in denen diese als sogenannte Energiescouts im Unternehmen tätig sein können.

Insgesamt gibt es eine große Auswahl an Programmen mittels denen sich Energieeffizienzmaßnahmen bzw. allgemein Klimaschutzmaßnahmen fördern lassen. Die Auswahl ist sehr groß und ändert sich kontinuierlich dadurch, dass neue Programme aufgelegt und andere wiederum gestoppt werden. Aus diesem Grund wird im Folgenden eine kleine Auswahl an Institutionen aufgelistet, an die man sich bezüglich Informationen zu aktuellen Förderangeboten wenden kann.

Einen vollständigen Überblick bietet darüber hinaus die Förderdatenbank der Bundesregierung unter www.foerderdatenbank.de/FDB/DE/Home/home.html



„Die Bayerischen Energieagenturen sind ein Zusammenschluss aus neutralen Beratungseinrichtungen, die durch ihre organisatorische Nähe zu Städten, Gemeinden und Landkreisen neutrale Beratungs- und Dienstleistungen rund um die Themen Energieeffizienz und Förderung erneuerbarer Energien anbieten. Als Energieagentur Regensburg sind wir Teil des bayerischen Verbunds und erarbeiten gemeinsam mit Kommunen, Unternehmen und Privathaushalten Lösungen für eine effiziente und klimaverträgliche Energiebereitstellung und -verwendung. Gerade Unternehmen können von Effizienzmaßnahmen sogar mehrfach profitieren, da diese schließlich nicht nur langfristig ihre Energiekosten senken, sondern auch ihr Engagement für ihre Mitarbeiter, ihre Kunden und letztlich die Gesellschaft zum Ausdruck bringen können. Gerne unterstützen wir Sie bei Ihren Vorhaben rund um das Thema Energieeffizienz bzw. Klimaschutz. Kommen Sie einfach auf Ihre regionale und neutrale Energieagentur zu.“

Institutionen für aktuelle Förderprogramme

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

www.bmwi.de/Navigation/DE/Home/home.html

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

www.bafa.de/DE/Home/home_node.html

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (StMWi)

www.stmwi.bayern.de/

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV)

www.stmuv.bayern.de/

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

www.lfu.bayern.de/index.htm

Projektträger Bayern (Förderlotse)

www.bayern-innovativ.de/

BEEN-i: Die Bayerische EnergieEffizienz-Netzwerke-Initiative

<https://been-i.de>

Was sind Energieeffizienznetzwerke? ^{37, 38}

Eine Möglichkeit Energiekosten zu senken und gleichzeitig das Unternehmen nachhaltig und zukunftssicher aufzustellen ist die Teilnahme an Energieeffizienznetzwerken.

Durch den Austausch mit Geschäftsführern und Energiebeauftragten anderer Unternehmen lassen sich Lösungsansätze für die eigenen Herausforderungen finden. Auf diesen Grundgedanken setzt die Energieeffizienz Netzwerk-Initiative. Durch gezielten und moderierten Austausch sollen Möglichkeiten zu mehr Energieeffizienz aufgezeigt und gemeinsam umgesetzt werden. Ein Netzwerkträger initiiert ein solches Netzwerk mit typischerweise acht bis 15 Unternehmen für zwei bis vier Jahre, branchenspezifisch oder branchenübergreifend, regional oder überregional. Auch unternehmensintern kann ein Netzwerk sinnvoll sein. So können verschiedene Unternehmensabteilungen, Sparten oder Filialen sich über die Best-Practices austauschen und gemeinsam Effizienzmaßnahmen diskutieren und umsetzen.

Ein Energieberater übernimmt die Bestandsaufnahme zum Beginn der Netzwerklaufzeit. Auditpflichtige Unternehmen können dies gleich nutzen, um nach einer Norm (z.B. ISO 50001, DIN EN 16247-1 oder EMAS) zertifiziert zu werden. Die Unternehmen und das Netzwerk geben sich ein unverbindliches Einsparziel in kWh bzw. in CO₂.

Die Vereinbarung von weiteren individuellen Zielen ist ebenfalls möglich. Ein Moderator organisiert pro Jahr mehrere Netzwerktreffen für die Energiebeauftragten und Geschäftsführer mit Fachvorträgen rotierend bei den teilnehmenden Unternehmen. Der Erfahrungsaustausch und die gemeinsame Fortbildung dienen als Grundlage für Entscheidungen über Investitionen und Maßnahmen. Die Netzwerkteilnehmer legen dabei die Themen bei den Netzwerktreffen fest. Ein jährliches Monitoring überprüft das Maß der Zielerreichung.

Der Gedanke der Energieeffizienznetzwerke ist nicht neu. 1987 schlossen sich die acht größten Energieverbraucher Zürichs aufgrund eines Energieversorgungsengpasses zusammen, mit dem Ziel in zehn Jahren ihren kumulierten Energieverbrauch um 20 % zu verringern. Nach sieben Jahren erreichten sie bereits eine Reduktion von 34 %. Dieses Erfolgsmodell kam 2000 nach Deutschland mit den „EnergieModellen“. In der Folge entstand 2008 ein Fördermodell der „30 Pilot-Netzwerke“*. Aufgrund des gemessenen Erfolgs wurde dieses Werkzeug 2015 Bestandteil des nationalen Aktionsplan Energieeffizienz NAPE I.O. Die Bundesregierung unterzeichnete mit 22 Dachverbänden der deutschen Wirtschaft eine freiwillige Selbstverpflichtung zu mehr Energieeffizienz.

Das formulierte Ziel ist die Gründung von 500 Netzwerken bis Ende 2020, um eine Einsparung von bis zu 75 PJ Primärenergie bzw. 5 Mio. t THG-Emissionen zu realisieren. Die Initiative wird wissenschaftlich begleitet durch das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI und dem Forschungs- und Beratungsinstitut adelphi. Eine Hochrechnung basierend auf den Daten von 2009 ergibt, dass bereits 360 Netzwerke reichen, um die Primärenergieeinsparungen zu erreichen und 295 Netzwerke für die THG-Emissionen. Typischerweise schätzen Unternehmen ihr Einsparpotenzial sehr konservativ ein und übererfüllen dadurch ihre gesetzten Ziele um elf %. Auch setzen Unternehmen durch den Austausch ihre Maßnahmen doppelt so schnell um, wie „Einzelkämpfer“. Nach drei bis vier Jahren haben so Unternehmen im Branchendurchschnitt 1.000 tCO₂ mehr eingespart bzw. ihre Energieproduktivität doppelt so schnell erhöhen können. Durch den Erfahrungsaustausch zu Einzelmaßnahmen lassen sich Fehler vermeiden und man erhält Hinweise zu z.B. Fördermöglichkeiten und deren Abwicklung.

Ein klassisches Beispiel einer solchen Maßnahme ist die Erneuerung der Beleuchtung auf sparsame LED-Leuchtmittel oder die Wärmerückgewinnung von Prozesswärme. Die umgesetzten Maßnahmen haben Amortisierungszeiten von wenigen Tagen bis zu mehreren Jahren. Auch Optimierungen in Prozessen oder Themen wie Mitarbeitermotivation werden bei Netzwerktreffen thematisiert. Dabei setzen große Industrieunternehmen sowie kleine und mittelständische Unternehmen Maßnahmen um. Die Einsparungen übersteigen typischerweise den Kostenmehraufwand für Personal- und Netzwerkorganisation.

Die meisten Unternehmen schließen sich nach der Netzwerklaufzeit einem neuen Netzwerk an. Auch wenn die „Low-Hanging-Fruits“ abgearbeitet sind, lassen sich durch Prozessmaßnahmen oder kreative Maßnahmen Einsparungen erzielen. Bayern liegt bei der Zahl der Netzwerke vorne mit dabei. Das liegt unter anderem an einer eigens gegründeten Koordinierungsstelle für Bayern, welche vom Wirtschaftsministerium gefördert wird. Diese vernetzt die Akteure und unterstützt die Netzwerkgründungen. Informationen hierzu erhält man auf der Seite der Bayerischen Initiative Been-i.de.

Nach Ende der ersten Phase soll die Initiative der Energieeffizienz Netzwerke bis 2030 mit ähnlichen Zielen fortgeführt werden.

*Die teilnehmenden Unternehmen der 30-Pilot-Netzwerke sind heute weiterhin, auch ohne Förderung, Teilnehmer in Energieeffizienznetzwerken.

4.4 Umsetzungsbeispiele

Prozesswärme

Die Teutoburger Mineralbrunnen GmbH & Co. KG führte eine Modernisierung ihrer Kesselanlagen zur Dampferzeugung durch. Vor der Anlagensanierung kam es regelmäßig zur Abschaltung und zum anschließenden Anfahren der Kessel und damit zu unnötigem Energieverbrauch. Dank Verwendung drehzahl geregelter Brennermotoren wird die Brennerleistung an den tatsächlichen Bedarf angepasst. Bei Lastschwankungen kann die Anlage somit einen deutlich niedrigeren Leistungsbereich ansteuern. Unnötige Brennerabschaltungen werden auf diese Weise verhindert. Durch die Verbesserung der Dämmung, die Wochenendabsenkung und eine Reduzierung des Dampfdrucks wurde der Prozesswärmebedarf gesenkt. ¹⁶

Branche: Getränkehersteller

Energieeinsparung	2.379 MWh/Jahr
Kosteneinsparung	142.700 Euro/Jahr
Investition	219.000 Euro

Pumpen

Die Sappi Stockstadt GmbH stellt Feinpapiere für den hochwertigen Bilderdruck her. Mit einem Anteil von 25 Prozent am Gesamtstromverbrauch zählen die ca. 2.500 Pumpen zu den größten Verbrauchern. Im Anschluss an eine Untersuchung von 27 Pumpensystemen wurden drei Systeme durch den Einsatz kleinerer, drehzahl geregelter Pumpen mit hocheffizienten Motoren optimiert. Dadurch kann der aktuelle Bedarf bei einem hohen Wirkungsgrad gedeckt werden. Der Stromverbrauch für diese Systeme wurde um 20 bis 40 Prozent reduziert. ¹⁶

Branche: Papierhersteller

Energieeinsparung	626 MWh/Jahr
Kosteneinsparung	100.235 Euro/Jahr
Investition	111.530 Euro

Lüftungstechnik

Im Rahmen einer umfangreichen energetischen Optimierung von 20 Lüftungsanlagen in einer Montagehalle im Volkswagenwerk Emden konnte eine Stromverbrauchssenkung von 80 Prozent erreicht werden. Kernpunkt der Maßnahmen war der Einsatz von Frequenzumrichter sowie Mess-, Steuer- und Regelungstechnik für den bedarfsgerechten Betrieb der Lüftungsanlage. Zusammen mit weiteren Maßnahmen, wie dem Einsatz von neuen energieeffizienten Motoren und Ventilatoren mit Direktantrieb, wurde eine Senkung des jährlichen Stromverbrauchs um 7,1 Mio. kWh erreicht. ¹⁶

Branche: Automobilindustrie

Energieeinsparung	7.119 MWh/Jahr
Kosteneinsparung	1,0 Mio. Euro/Jahr
Investition	1,4 Mio. Euro

Druckluft

Die MÜLHEIM PIPECOATINGS GmbH produziert längs- und spiralnahtgeschweißte Großrohre und ist Weltmarktführer in diesem Segment. Innerhalb der Produktionsprozesse wird Druckluft vielfältig verwendet. Schwerpunkt der im Unternehmen durchgeführten Optimierung war der Einsatz einer kombinierten Kälte- und Adsorptionstrocknung. Das gewährleistet einen idealen Trocknungsgrad der Druckluft und eine deutliche Senkung des hierfür notwendigen Stromverbrauchs. Zusätzlich kühlt ein der Kältetrocknung vorgelagerter Luft-Luft-Wärmeübertrager die eintretende Luft und wärmt die Druckluft, die den Trocknungsprozess durchlaufen hat.¹⁶

Branche: Metallherstellung

Energieeinsparung	806 MWh/Jahr
Kosteneinsparung	112.900 Euro/Jahr
Investition	61.000 Euro

Beleuchtung

Die mittelständische Druckerei August Koopmann GmbH hat im Rahmen einer Gesamtstrategie im Bereich Umweltschutz die Beleuchtung einer 3.500 qm großen Produktionshalle auf LED umgerüstet. Beim Austausch der Beleuchtungsanlagen für Maschinen, Arbeitsplätze und Lager wurde konsequent auf maximale Energieeffizienz und optimale Wirtschaftlichkeit geachtet. Insgesamt wurden 800 vorhandene Systeme mit Leuchtstoffröhren gegen 350 neue Systeme mit hocheffizienter LED-Technik ausgetauscht.¹⁶

Branche: Druckindustrie

Energieeinsparung	75.000 MWh/Jahr
Kosteneinsparung	10.500 Euro/Jahr

5. Zusammenfassung

Im Dezember 2015 wurde auf der UN-Klimakonferenz in Paris das völkerrechtlich bindende Klimaabkommen geschlossen. Das Ziel des Abkommens ist die Begrenzung der globalen Durchschnittstemperatur im Vergleich zum vorindustriellen Niveau auf deutlich unter 2 °C mit der Anstrengung für eine Beschränkung auf 1,5 °C. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die für den Temperaturanstieg verantwortlichen Treibhausgase massiv reduziert werden. Im Jahr 2016 betrug die weltweite durchschnittliche Pro-Kopf-CO₂-Äquivalentemission rund 4,8 Tonnen. Zum Erreichen des 2 °C-Ziels des Klimaabkommens müsste die Pro-Kopf-CO₂-Äquivalentemission bis Ende des 21. Jahrhunderts auf deutlich unter zwei Tonnen CO₂-Äquivalente liegen. Zum Vergleich, in Deutschland werden derzeit etwa 9,6 Tonnen Treibhausgase ausgestoßen, also doppelt so viele wie der globale Pro-Kopf-Durchschnitt.

Im Energieatlas Bayern wird der energetische Dreisprung propagiert. Dabei handelt es sich um die drei Maßnahmen Energiebedarf senken, Energieeffizienz steigern und Ausbau der erneuerbaren Energien. Diese Maßnahmen in der gegebenen Reihenfolge sind der effiziente Weg zur energetischen Nachhaltigkeit. Effizienz oder Energie sparen, wird häufig mit Verzicht in Verbindung gebracht, dabei bedeutet es das Gleiche erreichen mit weniger Energie / Ressourcen.

Querschnittstechnologien mit Einsparpotenzial

Die Basis zum Beitrag am Klimaschutz liegt im schonenden und gleichzeitig effizienten Umgang mit Ressourcen und Energie in jeglicher Form. Grundsätzlich sollte beides überall dort eingespart oder vermieden werden, wo es nicht zu 100 % benötigt wird, denn somit können nicht nur Kosten für das Unternehmen selbst eingespart werden, sondern zusätzlich trägt die Reduktion des Energieeinsatzes maßgeblich zum Gelingen der Energiewende bei und schont unseren Planeten. Im Laufe der Handreichung hat sich gezeigt, dass Querschnittstechnologien, also Technologien deren Anwendung in so gut wie allen Unternehmen und Unternehmensbranchen zu finden ist, Energieeinsparpotenziale von bis zu 70 % aufweisen können. Die wesentlichen Querschnittstechnologien, auf die im Leitfaden näher eingegangen wird, stellen die Beleuchtung (Einsparpotenzial bis 70 %), Druckluft (Einsparpotenzial bis 50 %), Pumpensysteme (Einsparpotenzial bis 30 %), Kälte- und Kühlwasseranlagen (Einsparpotenzial bis 30 %), Wärmeversorgung (Einsparpotenzial bis 30 %) und die Lüftung (Einsparpotenzial bis 25 %) dar. Übergeordnet betrachtet, findet man die meisten Optimierungspotenziale in Form von Abwärmenutzung/Wärmerückgewinnung, Einsatz hocheffizienter Antriebe bzw. bedarfsgeführte Steuerung/Auslegung, Wartung und Instandhaltung.

Der Beitrag zum Klimaschutz ist für Unternehmen vor allem zu Beginn mit einem hohen Zeit- und Investitionsaufwand verbunden. Durch die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen ergeben sich durchaus viele Vorteile. Mithilfe ressourcen- bzw. energieeffizientem Arbeiten können Energiekosten im Unternehmen eingespart werden und steuerliche Vorteile (CO₂-Steuer) oder Vorteile gegenüber künftigen politischen Rahmenbedingungen in punkto Nachhaltigkeit (Emissionshandel) erlangt werden. Des Weiteren werden durch das nachhaltige Engagement die Reputation und das Image des Unternehmens gesteigert.

Treibhausgase müssen reduziert werden

Für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen im Unternehmen ist es notwendig, eine Betrachtung der Treibhausgas-Emissionen über den gesamten Produktlebensweg durchzuführen, da Einsparungen in einer Produktlebensphase zu Verschlechterungen in einer anderen Phase führen können. Das bedeutet, es müssen neben der Werkstoffherstellung unter anderem die Produktherstellung, die Produktnutzung, das Recycling und die Entsorgung mitbetrachtet werden. Das Ziel von Klimaschutzmaßnahmen in Unternehmen ist es eben, diese Treibhausgase zu reduzieren oder nach Möglichkeit ganz zu vermeiden. Der CO₂-Fußabdruck (Carbon Footprint) eines Unternehmens stellt ein Werkzeug dar, um Schwachstellen und Potenziale im Unternehmen aufzudecken, daraus Ziele zu setzen und die Umweltleistung des Unternehmens nachhaltig zu verbessern. Über den Corporate Carbon Footprint (CCF) wird die Gesamtmenge an Treibhausgasen beschrieben, die direkt und indirekt durch die verschiedenen Aktivitäten im Unternehmen erzeugt werden. Abhängig von den ermittelten Emissionen können anschließend Maßnahmen abgeleitet werden, um somit den CO₂-Fußabdruck im Unternehmen zu reduzieren. Nicht vermeidbare CO₂-Emissionen können eventuell durch Ausgleichsmaßnahmen kompensiert werden. Mögliche Optimierungspotenziale liegen dabei in der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen oder betreffen den Einsatz von erneuerbaren Energien im Unternehmen.

Vor der Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen sollte in jedem Fall die Möglichkeit zur Teilnahme an Förderprogrammen geprüft werden. Es existieren verschiedenste Förderprogramme der EU, dem Bund, den Ländern oder auf regionaler Ebene, die Unternehmen hinsichtlich Maßnahmen in den Bereichen Energieeffizienz, erneuerbare Energien und Klimaschutz fördern.

Ausblick

Die Notwendigkeit von Klimaschutzmaßnahmen in Unternehmen nimmt von Tag zu Tag zu, denn wenn keine Reduzierung von Treibhausgasen erfolgt, werden wir das Ziel des Pariser Klimaabkommens zur Begrenzung der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2 °C zu senken, nicht erreichen. Weltweit wird in den Gesellschaften das Bewusstsein für die notwendige Änderung immer stärker und damit der Druck größer, die Marktwirtschaft in



ein nicht nur CO₂-freies System, sondern auch nachhaltiges System zu wandeln. Unternehmen, die sich bereits jetzt aktiv mit dem Thema Klimawandel beschäftigen, verschaffen sich in Zukunft einen Vorsprung gegenüber nicht handelnden Unternehmen. Fakt ist: Klimaschutz wird auch in Zukunft eine aktive Rolle spielen. Politik, Wirtschaft und Gesellschaft müssen JETZT handeln, um gegen die drohende Klimakatastrophe vorgehen zu können.

Diese Broschüre und weitere Informationen finden Sie unter

 www.ihk-regensburg.de/klimaschutz



Abbildungsverzeichnis

- 05 Abbildung 1 Meilensteine in der Klimapolitik
- 06 Abbildung 2 Prinzip des natürlichen Treibhauseffektes auf der Erde
- 08 Abbildung 3 Pro-Kopf-CO₂-Emissionen international nach Anteilen an der Weltbevölkerung, 2016
- 09 Abbildung 4 Exemplarische Emissionspfade mit einem Gesamtausstoß von jeweils 600 Gt CO₂, aber unterschiedlichen Jahren, in denen der Wendepunkt erreicht wird
- 14 Abbildung 5 Emissionsschwerpunkte innerhalb der Wertschöpfungskette (generisch)
- 15 Abbildung 6 Mögliche Einsparpotenziale in Querschnittsbereichen
- 17 Abbildung 7 Mittlere jährliche Strom einsparung durch effiziente Beleuchtungssysteme der TOP 20 Branchen aus den Energieaudits im Rahmen der Energieeffizienznetzwerke
- 33 Abbildung 8 Betriebliches Mobilitätsmanagement
- 35 Abbildung 9 Recyclingraten von Elementen des Periodensystems
- 36 Abbildung 10 Vorgehensweise zur Ermittlung des Optimierungspotenzials in Unternehmen
- 36 Abbildung 11 Energetischer Dreisprung
- 39 Abbildung 12 Produktentwicklungsprozess und Produktlebenszyklus

Tabellenverzeichnis

- 07 Tabelle 1 Wesentliche Treibhausgase und deren Wirkung auf das globale Erwärmungspotenzial
- 11 Tabelle 2 Beispiele an Emissionsfaktoren von erneuerbaren und fossilen Energieträgern
- 12 Tabelle 3 Zentrale Industrierohstoffe im Überblick
- 25 Tabelle 4 Daten der deutschen Glasindustrie, 2015
- 26 Tabelle 5 Typischer spezifischer Energiebedarf (Strom und Brennstoffe) nach Produktart des Glases, 2009
- 28 Tabelle 6 Daten der Keramikindustrie, 2016
- 30 Tabelle 7 Daten der Zementindustrie, 2017
- 37 Tabelle 8 Vergleich Product Carbon Footprint (PCF) und Corporate Carbon Footprint (CCF)

Literaturverzeichnis

- [1]. RB Jackson, C Le Quéré, RM Andrew, JG Canadell, JI Korsbakken, Z Liu, GP Peters, B Zheng, P Friedlingstein. Global Carbon Project. 2019. A global research project of Future Earth and a research partner of the World Climate Research Programme.
- [2]. Umweltbundesamt. [Online] [Zitat vom: 26. Mai 2020.]
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase>.
- [3]. Umweltbundesamt. [Online] [Zitat vom: 15. Mai 2020.]
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/emissionen-fluorierter-treibhausgas-f-gase#entwicklung-in-deutschland-seit-1990>.
- [4]. Klimaschutz in Zahlen: Fakten, Trend und Impulse deutscher Klimapolitik. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). 11055 Berlin : s.n., 2018. 1. Auflage.
- [5]. Excel-Tabelle zur Berechnung der CO₂-Äquivalent-Emissionen (CO₂-Rechner). [Online] Oktober 2018. [Zitat vom: 18. Mai 2020.]
https://www.umweltpakt.bayern.de/download/xls/co2-emissionen_berechnung_lfu_102018.xlsx.
- [6]. Thermondo - der Heizungsbauer. [Online] [Zitat vom: 28. Mai 2020.]
<https://www.thermondo.de/info/rat/vergleich/co2-steuer-heizen/>.
- [7]. [Online] [Zitat vom: 27. Juni 2020.] <https://scilogs.spektrum.de/klimalounge/koennen-wir-die-globale-erwaermung-rechtzeitig-stoppen/>.
- [8]. (LfU), Bayerisches Landesamt für Umwelt, [Hrsg.]. Effizienz zahlt sich aus - Zahlen, Daten, Fakten zur Ressourceneffizienz in Bayern. Mai 2020.
- [9]. ProBas - Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagementsysteme. [Online] [Zitat vom: 28. Juni 2020.]
<https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>.
- [10]. WWF Deutschland, CDP (Carbon Disclosure Project), [Hrsg.]. Vom Emissionsbericht zur Klimastrategie. Februar 2014.
- [11]. e.V., Bayerischer Industrie- und Handelskammertag (BIHK), [Hrsg.]. Energieeffizienz- und Klimaschutzwegweiser für Unternehmen in Bayern. s.l. : Bayerischer Industrie- und Handelskammertag (BIHK) e.V., 2018.
- [12]. BMWi, [Hrsg.]. Zahlen und Fakten - Energiedaten. 2019.
- [13]. Wagenblass, David. [Online] 15. Mai 2018. [Zitat vom: 5. Mai 2020.]
<https://partner.mvv.de/blog/faktencheck-led-vorteile-unter-der-lupe->.
- [14]. Steinbach, J., et al. Potential für energieeffiziente Beleuchtungssysteme in Unternehmen und Hemmnisse bei der Umsetzung. [Hrsg.] IREES Fraunhofer ISI. Endbericht, Karlsruhe : s.n., März 2019. Studie unterstützt von der Melete Stiftung.
- [15]. Wagenblass, David. MVV Partner. [Online] 2018. [Zitat vom: 21. April 2020.]
<https://partner.mvv.de/blog/effiziente-druckluft-neue-wege-zur-energieeinsparung>.
- [16]. Anton Barckhausen, Dietmar Gründig, Carsten Grohne. Energieeffizienz in kleinen und mittleren Unternehmen. [Hrsg.] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). 2015. Energiekosten senken. Wettbewerbsvorteile sichern. Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- [17]. Wagenblass, David. MVV Partner. [Online] 1. März 2018. [Zitat vom: 31. Mai 2020.]
<https://partner.mvv.de/blog/pumpen-und-motoren-energieeffizienz-rauf-energiekosten-runter>.
- [18]. Böger, Ingenieurbüro. Praxisratgeber Energieeffizienz an Lüftungsanlagen.
- [19]. Erneuerbare Energien. [Online] [Zitat vom: 13. Juni 2020.]
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html>.
- [20]. (LfU), Bayerisches Landesamt für Umwelt, [Hrsg.]. Online-Branchenleitfaden - Umwelttipps für Ihren Betrieb / Unternehmen Allgemein. März 2020.

- [21]. Matthias Leisin, IER. Energiewende in der Industrie - Potenziale und Wechselwirkungen mit dem Energiesektor / Branchensteckbrief der Glasindustrie. 2019. Bericht an: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. In Zusammenarbeit mit Navigant Energy Germany GmbH, Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft, BBG und Partner.
- [22]. Fleiter Tobias, Schломann Barbara und Eichhammer Wolfgang. Energieverbrauch und CO₂-Emissionen industrieller Prozesstechnologien: Einsparpotenziale, Hemmnisse und Instrumente. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2013. ISI-Schriftenreihe - Innovationspotenziale.
- [23]. Hirn, Gerhard. Bine Informationsdienst. S. 4, BINE-Projektinfo 05/2014.
- [24]. Tobias Hübner (FfE), Andrej Guminski (FfE), Dr.-Ing. Serafin von Roon (FfE). Energiewende in der Industrie - Potenziale und Wechselwirkungen mit dem Energiesektor / Branchensteckbrief der Keramikindustrie. 2019. Bericht an: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. In Zusammenarbeit mit: Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft, BBG und Partner.
- [25]. Tobias Hübner (FfE), Andrej Guminski (FfE), Serafin von Roon (FfE), Elsa Rouyrre (FfE) in Zusammenarbeit mit Navigant Energy Germany GmbH. Energiewende in der Industrie - Potenziale und Wechselwirkungen mit dem Energiesektor / Branchensteckbrief der Zement- und Kalkindustrie. Bericht an: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- [26]. Klimaschutz in der Beton- und Zementindustrie - Hintergrund und Handlungsoptionen. 2019.
- [27]. Energiewende in der Industrie - Dekarbonisierungsmaßnahmen in den Fokus-Branchen. Februar 2020. Bericht an: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- [28]. Hagedorn, Marcus, et al. Automobile Wertschöpfung 2030/2050. Dezember 2019. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.
- [29]. Umweltbundesamt. [Online] 23. Januar 2020. [Zitat vom: 3. Juli 2020.]
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet>.
- [30]. Umweltbundesamt. [Online] [Zitat vom: 4. Juli 2020.]
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/styles/80ow40oh/public/medien/366/bilder/vergleich_der_durchschnittlichen_emissionen_einzelner_verkehrsmittel_im_personenverkehr_bezugsjahr_2018_tabelle.png?itok=BZX9pEn3.
- [31]. (MIE), Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz, [Hrsg.]. Praxisleitfaden - Betriebliches Mobilitätsmanagement.
- [32]. Faulstich, Prof. Dr. Martin. Klimaschutz durch Kreislaufwirtschaft - Potenziale zur weiteren CO₂-Einsparung durch den Einsatz von Recyclingrohstoffen. [Hrsg.] Prognos AG - Europäisches Zentrum für Wirtschaftsforschung und Strategieberatung.
- [33]. ENERGIE-ATLAS BAYERN. [Online] [Zitat vom: 28. Mai 2020.]
<https://www.energieatlas.bayern.de/energieatlas/energiepreisprung.html>.
- [34]. Hottenroth Heidi, Joa Bettina und Schmidt Mario. Carbon Footprints für Produkte - Handbuch für die betriebliche Praxis kleiner und mittlerer Unternehmen.
- [35]. firstclimate. [Online] [Zitat vom: 5. Juli 2020.]
<https://www.firstclimate.com/klimaschutzloesungen-fuer-unternehmen/>.
- [36]. Umweltpakt Bayern. [Online] 2017. [Zitat vom: 14. Juli 2020.]
https://www.umweltpakt.bayern.de/energie_klima/fachwissen/279/carbon-footprint.
- [37]. Barckhausen Anton, Clemens Rohde, Miha Jensterle, Gunnar Will, Lisa Neusel und Markus Fritz. Monitoring der Initiative Energieeffizienz-Netzwerke. Berlin: adelphi, 2019. Dritter Jahresbericht.
- [38]. Bayerische EnergieEffizienz-Netzwerk-Initiative (BEEN-i). [Online] [Zitat vom: 15. Juni 2020.]
<https://been-i.de/>.

Excel-Tool

Das Excel-Tool zum Leitfaden „Klimaschutz: Handlungsfelder und Empfehlungen für Unternehmen“ besteht aus mehreren einzelnen Tabellenblättern. Auf dem ersten Tabellenblatt ist eine allgemeine Beschreibung des Tools zu finden.

Die Berechnungen erfolgen auf den Tabellenblättern A, B und C, dort können auch die unternehmensspezifischen Eingaben in die gelb markierten Zellen eingetragen werden. Folgende Berechnungsmöglichkeiten sind im Tool vorhanden:

A) Abschätzung Energieverbrauch

Durch die Eingabe Ihrer unternehmensspezifischen Daten (Wärme und Strom) erhalten Sie eine grobe Abschätzung, wie Ihr Energieverbrauch, bezogen auf eine im Unternehmen beschäftigte Person, im Vergleich zu anderen Unternehmen Ihres Wirtschaftszweiges, ist. Zusätzlich können Sie dem Tool eine grobe Abschätzung Ihrer aktuellen Treibhausgasemissionen im Unternehmen entnehmen.

B) Querschnittstechnologien

Auf diesem Tabellenblatt können Sie bezogen auf die im Leitfaden ausgeführten Querschnittsbereiche Beleuchtung/Druckluft/Prozesswärme/Pumpensysteme/Kälte- & Kühlwasseranlagen Ihre Energieverbräuche (sofern bekannt, andernfalls sinnvolle Annahmen treffen) und Ihr gewünschtes Energieeinsparziel im Unternehmen angeben. Wählen Sie hierzu Ihre im Unternehmen verwendeten Energieträger in der Liste aus. Im Anschluss erhalten Sie die durch das Einsparziel resultierenden Treibhausgas-Emissionseinsparungen.

C) Mobilität

Berechnen Sie, welche jährliche THG-Einsparung sich durch den Umstieg eines konventionellen Fahrzeugs (Benziner/Diesel) auf Elektroantrieb ergibt.

Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung des Tools unter www.ihk-regensburg.de/klimaschutz

Zusätzliche Links zu weiteren Tools bezüglich Themen des Klimaschutzes können dem Tabellenblatt „Weitere Tools“ entnommen werden.



IHK

Regensburg

für Oberpfalz / Kelheim

Der IHK-Bezirk Oberpfalz und Landkreis Kelheim (Ndb.)

