



Mittelstand-Digital
Zentrum
Augsburg



KLIMABILANZ ERFASSEN UND TREIBHAUSGASE REDUZIEREN

Praxisleitfaden zur Berichtspflicht und Dekarbonisierung
von produzierenden Unternehmen

Mittelstand-
Digital 

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

INHALT

1	Einleitung	<i>Seite 4</i>
2	Praxisinterview	<i>Seite 8</i>
3	Grundlagen Was verbirgt sich hinter einer Klimabilanz für Unternehmen?	<i>Seite 12</i>
4	Leitfaden Schritt für Schritt zur Klimabilanz und Ableitung von Maßnahmen	<i>Seite 16</i>
5	Infografik	<i>Seite 32</i>
6	Angebote der Zentren	<i>Seite 34</i>

IMPRESSUM

Verleger

Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV
Am Technologiezentrum 2 • 86159 Augsburg

Als rechtlich nicht selbstständiges Institut der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.
Hansastraße 27c • 80686 München

Tel.: 0821 90678-0 • Fax: 0821 90678-40
E-Mail: info@igcv.fraunhofer.de

Rechtsform

Das Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV ist ein rechtlich nicht selbstständiges Institut der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.

Vertretung

Präsident des Vorstandes: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

Text und Redaktion

Stefan Roth, Fraunhofer IGCV
Markus Wörle, iwv TUM
Carolin Escherich, fml TUM
Laura Merhar, Fraunhofer IGCV
Dr.-Ing. Andrea Hohmann, Fraunhofer IGCV

Bildnachweise

© tunedin / AdobeStock (S. 1)
© 1st footage / AdobeStock (S. 4)
© Quality Stock Arts / AdobeStock (S. 6)
© Alois Müller GmbH (S. 8,9,11)
© panuwat / AdobeStock (S. 21)
© Fraunhofer IGCV (S. 22,23,25,26)
© netsay / AdobeStock (S. 24)

Stand

April 2024

NACHHALTIGE PRODUKTION

In den kommenden Jahren werden die Vorgaben zur Berichterstattung von Nachhaltigkeitskennzahlen immer weiter ausgeweitet. Auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) werden verpflichtet, nicht-finanzielle Kennzahlen wie unter anderem Umweltkennzahlen jährlich zu veröffentlichen. Damit wird nicht nur Transparenz geschaffen, sondern die Daten dienen auch als Grundlage, Emissions-Hotspots zu identifizieren und Maßnahmen zur Emissionsreduktion abzuleiten.



Wer muss ab wann berichten?

Die Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) ist eine EU-weite Vereinheitlichung der nicht-finanziellen Berichterstattung von Nachhaltigkeitskennzahlen. Die Nachhaltigkeitsberichterstattung wird künftig ebenso wie die Finanzberichterstattung extern geprüft. Die Berichtspflicht tritt gestaffelt in Kraft:

Ab 2025 (für das Berichtsjahr 2024) für alle Unternehmen, die bereits nach der Non Financial Reporting Directive berichten müssen.

Ab 2026 (für das Berichtsjahr 2025) für alle Unternehmen, die zwei der drei folgenden Kriterien erfüllen:

- mehr als 250 Mitarbeiter:innen
- mehr als 20 Mio. Euro Bilanzsumme
- mehr als 40 Mio. Euro Umsatz.

Ab 2027 (für das Berichtsjahr 2026) für alle kapitalmarkt-orientierten kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) sowie kleine und nicht komplexe Kreditinstitute und firmeneigene Versicherungsunternehmen.

Ab 2029 (für das Berichtsjahr 2028) für nicht-EU-Unternehmen mit EU-Niederlassungen oder EU-Tochterunternehmen).



Was zunächst nach viel Aufwand und hohen Kosten klingt, birgt auch großes Potenzial auf mehreren Ebenen. Neue Wege, um unsere Güterproduktion nachhaltiger zu gestalten, finden in der Gesellschaft breite Zustimmung. Auf allen Ebenen eines Unternehmens sowie auf Kundenseite gibt es Befürworter der Klimaziele und den damit verbundenen Ansätzen. Werden auf Unternehmensseite umfassende Maßnahmen getroffen, ergibt sich ein zunehmender **Wettbewerbsvorteil** auf dem Markt, da Geschäftskunden die Nachhaltigkeit der Produkte immer häufiger in die Auswahlkriterien der Beschaffung mit aufnehmen. Endkunden erwarten von ihren Zulieferern bereits in naher Zukunft, dass der CO₂-Fußabdruck der Produkte ausgewiesen und reduziert wird. Und auch auf dem Endverbrauchermarkt tut sich etwas: Immer mehr Privatpersonen beziehen Nachhaltigkeit in ihre Kaufentscheidungen mit ein. Ein Wandel, der sich wiederum durch die ganze Wertschöpfungskette zieht und Maßnahmen in allen Produktionsschritten erforderlich macht, wenn ein CO₂-neutrales Produkt angestrebt werden soll.

Auch Banken und Fördermittelgeber knüpfen ihre Vergabeentscheidungen für **Kredite** und **Fördergelder** immer stärker an Nachhaltigkeitskennzahlen und beleuchten Geschäftsmodelle von Anfang an stärker auf Maßnahmen zur Emissionsminderung und Anpassung an den Klimawandel.

Unternehmen, die das Thema angehen, starten wie bei jeder geschäftsstrategischen Handlung mit einer klaren Analyse der eigenen Ziele, Anforderungen und Möglichkeiten. Mittlerweile bestehen neben der intrinsischen Motivation und der positiven Außenwirkung einer nachhaltigen Produktion auch klare **monetäre Vorteile**, die die Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit von Maßnahmen zur Dekarbonisierung unterstreichen. Unter Dekarbonisierung versteht man die Transformation hin zu einer Wirtschaftsweise, die Treibhausgasemissionen (darunter CO₂-Emissionen) reduziert oder so gut wie möglich vermeidet. Anfangs ist so eine Dekarbonisierung häufig mit Investitionen verbunden. Langfristig können jedoch z. B. durch eine erhöhte Energieeffizienz oder vermehrte Eigenenerzeugung immens Kosten eingespart werden.

Unser Praxisleitfaden richtet sich an Entscheider:innen aus Unternehmen, Energiemanager:innen bzw. Nachhaltigkeitsmanager:innen und EHS-Verantwortliche (Environment, Health, Safety). Sie erhalten einen Überblick über die Bestandteile einer Unternehmensklimabilanz, die Vorteile der Einführung eines Energiemanagement-Systems und Anregungen für sinnvolle und lukrative Dekarbonisierungsmaßnahmen. Der Leitfaden beantwortet Ihnen damit folgende Fragen:

- Wie kann ich Transparenz über Treibhausgasemissionen und Potenziale für Einsparungen gewinnen?
- Welche Maßnahmen zur Dekarbonisierung gibt es?
- Wie sieht ein flexibles Energiemanagement in der Praxis aus?



Die Mittelstand-Digital Zentren bieten verschiedene kostenfreie Unterstützungsmöglichkeiten an. Ab Seite 34 sind die Angebote für Sie zusammengefasst.

NACHHALTIGE ENERGIESYSTEME FLEXIBEL MANAGEN

EIN AUSGEKLÜGELTES ENERGIEMANAGEMENT SORGT FÜR MAXIMALE FLEXIBILITÄT UND EINSPARUNGEN

Mit einer Solaranlage, einem Blockheizkraftwerk, einer Pelletheizung und Energiespeicher-Systemen sowie auf die Stromerzeugung abgestimmten Produktionsprozessen produziert die Alois-Müller-Gruppe am Hauptstandort Ungerhausen Lüftungskanäle und versorgungstechnische Komponenten des Anlagenbaus wie Rohrleitungssysteme aus Stahl und Edelstahl sowie mobile Energiezentralen in Containerbauweise. Über 200.000 Solarzellen auf dem Dach liefern Energie in Form von CO₂-neutralem Strom, der direkt vor Ort vielfältig genutzt wird. Das Allgäuer Unternehmen ist damit Vorreiter für energieneutrale und -flexible Fabriken. Dr. Dennis Bauer, Leiter Forschungsk Kooperationen, gibt uns einen Einblick in das Unternehmen.

»Die Photovoltaik-Anlage auf dem Dach der Green Factory besteht aus über 200.000 Solarzellen und erreicht damit eine maximale Leistung von 1,5 MWp. Überschüssiger Solarstrom wird in das öffentliche Netz eingespeist.



Wie entstand das nachhaltige Energiesystem bei Alois Müller?

2019 wurde unsere Green Factory eröffnet. Weil sie auf die grüne Wiese gebaut wurde, hatten wir besonders viele Freiheitsgrade und konnten das Maximum an Energieflexibilität rausholen, indem wir eine sehr breit gefächerte Energiestruktur implementiert haben. Das sieht dann in der Praxis so aus: Wärme gewinnen wir durch Power-to-Heat aus unserer PV-Anlage, einen Holzpelletkessel für Kälteperioden oder durch Abwärme aus dem ökogasbetriebenen Blockheizkraftwerk. Geplant ist außerdem eine Wärmepumpe. Wärmeüberschüsse werden gespeichert oder an die Nachbarunternehmen geliefert. Mithilfe von Stromüberschüssen aus unserer PV-Anlage erzeugen und speichern wir selbst unseren benötigten Stickstoff sowie Druckluft und wir entsalzen Wasser, das wir für bestimmte Prozesse und Anlagen benötigen. Selbsterzeugter Strom wird also in verschiedene Medien umgewandelt und diese werden direkt genutzt oder gespeichert. Das passiert auch am Wochenende, wenn die Produktion ruht. Alles ist so verknüpft, dass wir den Netzbezug auf ein Minimum reduzieren konnten und die Ressourcen optimal verwendet werden.

Bei der Eröffnung der Green Factory 2019 hat man unser Konzept teilweise noch belächelt. 2022 hat es sich dann besonders stark ausgezahlt. Wie wir alle gesehen haben, können Strom- und Gaspreise plötzlich und unerwartet steigen und im schlimmsten Fall zur Existenzbedrohung werden. Auch wenn die Gaspreise wieder sinken, darf man sich nicht auf den Status quo verlassen. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, sollte man also langfristig bestmöglich und flexibel mit Energie wirtschaften und sich so auch unabhängiger machen.

Was ergeben sich daraus noch für Vorteile?

Einmal können wir natürlich Kosten sparen, indem wir die selbsterzeugte Energie, sei es Strom oder Wärme, bestmöglich und flexibel nutzen. Das Thema Nachhaltigkeit ist aber auch bei unseren Kunden angekommen. Auch diese haben immer häufiger ambitionierte Nachhaltigkeitsziele und uns erreichen verstärkt Nachfragen zu den CO₂-Kennzahlen unserer Anlagen. Auch wenn die Wirtschaftlichkeit weiter besonders



Dr. Dennis Bauer
Leiter
Forschungs-
kooperationen



wichtig ist, werden Kundenentscheidungen vielschichtiger und die CO₂-Neutralität ist da ein immer bedeutenderer Faktor. Wir merken auch, dass größere Investitionen für Modernisierungen des eigenen Energiesystems für unsere Kunden immer mehr in Frage kommen, wenn sie wissen, dass sich diese langfristig lohnen werden. Wir weisen auch aktiv schon früh im Planungsprozess darauf hin, welche neuen Anlagenkombinationen sich langfristig auszahlen und welche CO₂-Einsparungen damit im Vergleich zum aktuellen Referenzfall einhergehen.

Das Verständnis für Nachhaltigkeitsthemen kommt also langsam in der Breite an. Wie sieht es mit der Umsetzung aus?

Ich würde sagen, es geht voran, wenn auch stellenweise etwas langsam. Auf LED-Beleuchtung haben inzwischen die meisten Firmen umgestellt. Häufig stellen wir aber immer noch eine hohe Grundlast fest. In Gebäuden läuft zum Beispiel oft die Lüftung durch, auch nachts und am Wochenende. Eine Grundlagenanalyse ist also bei den meisten ein wichtiger Schritt, um erst einmal Verbesserungspotenziale auszumachen. Ich würde jedem produzierenden Unternehmen, bei dem die Statik der Halle mitmacht, empfehlen, eine große PV-Anlage aufzubauen und die Eigenverbrauchsquote zu erhöhen. Da spielt auch der Fuhrpark eine Rolle: Bevor ins Netz eingespeist wird, lieber erst noch die E-Autos laden. Und wer erstmal nicht in Produktionsprozesse eingreifen will, kann sich auf Supportprozesse oder die Gebäudetechnik wie auf flexible Lüftungssysteme oder Wärmeerzeuger fokussieren. Das alles wären geeignete „low hanging fruits“ für den Start. Wichtig ist aus meiner Sicht, jetzt anzufangen. Es ist wirklich höchste Zeit.

Was für Herausforderungen erwarten die Unternehmen?

Zuerst braucht man Transparenz. An den übergeordneten Werksverbrauch kommt man gut über den Übergabezähler des Energieversorgers. Lastgänge einzelner Verbraucher werden so aber nicht aufgedeckt. Dazu braucht es ein Energiemanagement-System zur Messung, Analyse und flexiblen Steuerung von Verbräuchen. Flexibilität bringt nämlich auch Komplexität mit sich. Erst stellt sich die Frage, was überhaupt gemessen und was gesteuert werden soll. Wo braucht es temporäre Messungen, wo dauerhafte? Dann geht es um Schnittstellen, Dateiformate und Protokolle, weil in gewachsenen Systemen Daten unterschiedlicher Hersteller zusammengeführt werden müssen. Auch die passende Hard- und Software muss gefunden werden. Dazu braucht es meist Hilfe von externen Expert:innen. Wir haben unser Energiemanagement-System außerdem mit dem ERP-System verknüpft, um unsere Fertigungsaufträge gezielt nach dem aktuellen Energieangebot zu steuern. So planen wir zum Beispiel Aufträge an energieintensiven Anlagen dann ein, wenn laut Wetterprognose eine hohe PV-Einspeisung erwartet wird.

Welchen Tipp haben Sie für die Umsetzung?

Wie für alle neuen IT-Systeme gilt auch für ein Energiemanagement-System, dass Mitarbeitende von Beginn an mitgenommen werden sollten, um Bedenken zu nehmen. Wir haben eine Lösung gesucht, um die Funktionsweise und Vorteile ganz plakativ zeigen zu können. An unseren energieintensiven Anlagen gibt es deshalb CO₂-Ampeln, die bei Entscheidungen unterstützen. Grün bedeutet, dass im Moment viel Strom aus der eigenen Anlage vorhanden ist und rot heißt, dass wenig Eigenenergie bereitsteht und der Strom größtenteils aus dem Netz bezogen werden müsste. Intensive Stromverbraucher wie die Lackieranlage werden vor allem dann betrieben, wenn genügend Strom vom Dach vorhanden ist. Natürlich geht die Produktion vor, aber wir lernen viel daraus. Zum Beispiel können wir jetzt überlegen: Wir haben erkannt, dass die Ampel meistens gegen 12 Uhr auf grün springt, können wir mit diesem Auftrag vielleicht noch eine halbe Stunde warten? So eine CO₂-Ampel ist eine simple und sehr hilfreiche Lösung, die gut ankommt bei uns. Auch die Eigenverbrauchsquote zeigen wir auf Bildschirmen als eine Kennzahl an, um die positiven Auswirkungen solcher Entscheidungen dann für alle sichtbar zu machen.



« Die CO₂-Ampel unterstützt, Anlagen nach der verfügbaren Menge von eigen-erzeugtem Strom zu steuern.

Wo geht die Reise bei der Alois-Müller-Gruppe hin?

Bei uns geht es gerade viel um das Thema Sektorkopplung im Quartier. Wir liefern bereits Wärme an die benachbarten Unternehmen. Die Weitergabe von Wärme und Kälte soll durch weiter ausgebauten Nahwärmenetze zukünftig erweitert werden. Auch der Verkehrssektor spielt mittlerweile eine wichtige Rolle, in Form von Ladesäulen für Elektrofahrzeuge. Um zukünftig auch regenerativen Strom an unsere Nachbarn im Quartier weitergeben zu können, sind aber erst noch neue Marktmodelle und Regularien erforderlich. Hier sind wir im Austausch mit der Politik, denn da gibt es noch viel zu tun.

GRUNDLAGEN – WAS VERBIRGT SICH HINTER EINER KLIMABILANZ FÜR UNTERNEHMEN?

Die Klimabilanz für Unternehmen – auch CO₂-Bilanz, Treibhausgasbilanz und Corporate Carbon Footprint (CCF) genannt – gibt an, welche Emissionen in den verschiedenen Unternehmensbereichen direkt und indirekt durch dessen Aktivitäten anfallen. Auch andere Treibhausgase als CO₂ werden darunter gefasst und zur Vergleichbarkeit bzw. zur Vereinheitlichung der Klimawirkung in CO₂-Äquivalente (CO₂e) umgerechnet.

Treibhausgasemissionen werden in drei Kategorien, die sogenannten Scopes 1, 2 und 3, unterteilt. Darunter fallen direkte Emissionen, die direkt aus den Aktivitäten einer Organisation hervorgehen (Scope 1), indirekte Emissionen, die aus der Erzeugung von bezogenen Energien wie Strom, Wärme und Dampf stammen (Scope 2) sowie indirekte Emissionen, die aus der vor- und nachgelagerten Wertschöpfungskette stammen und nur bedingt durch das Unternehmen kontrolliert werden können (Scope 3). Die obligatorisch zu berichtenden Scopes der CSRD-Berichtspflicht sind die Scopes 1 und 2, da Unternehmen hier den meisten Einfluss nehmen können.



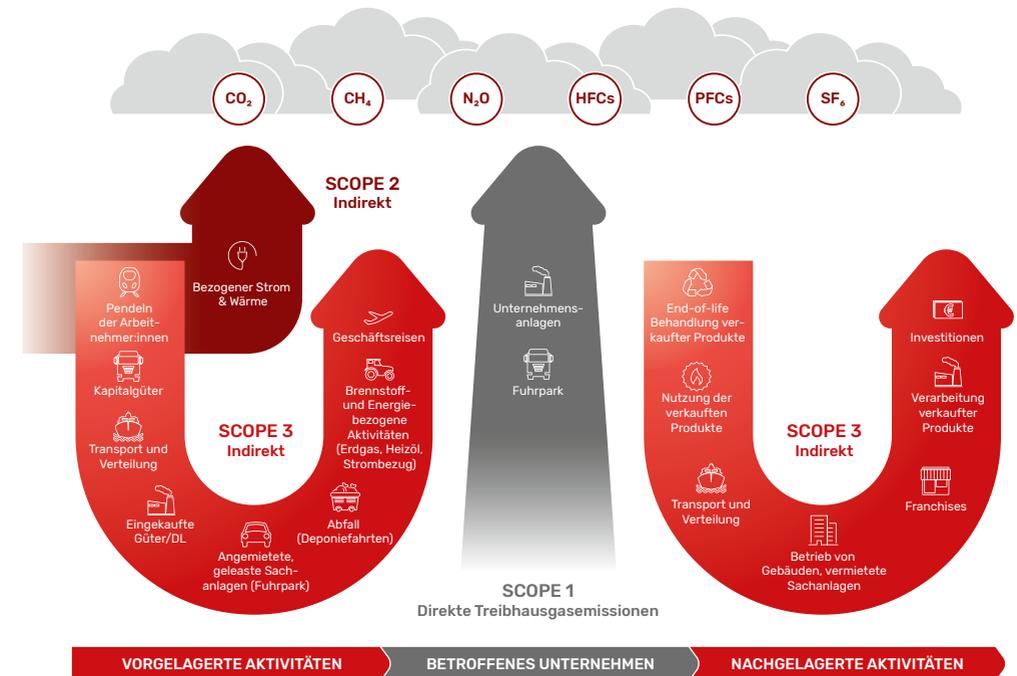
SCOPE-1-EMISSIONEN

sind alle Treibhausgasemissionen, die aus Quellen stammen, die von einem Unternehmen selbst kontrolliert werden oder im Besitz eines Unternehmens sind. Dazu gehören:

- **Stationäre Verbrennung von fossilen Energieträgern:** Emissionen, die bei der Verbrennung von Brennstoffen in Kesseln, Heizungen, Öfen, Brennöfen, Fackeln, thermischen Abluftreinigern, Trocknern und allen anderen Anlagen oder Maschinen, die kohlenstoffhaltige Brennstoffe oder Abfallstoffe verbrennen, entstehen.

DIREKTE UND INDIREKTE TREIBHAUSGASEMISSIONEN

SCOPE 1-3 NACH GHG PROTOCOL



≈ Quelle:
GHG Protocol

- **Mobile Verbrennung:** Emissionen, die bei der Verbrennung von Brennstoffen in mobilen Quellen, die einer Organisation gehören oder von ihr geleast werden, entstehen. Eingeschlossen sind Straßenfahrzeuge wie Pkw-Flotten und Lkw, sowie nicht straßengebundene Fahrzeuge wie Gabelstapler und Baumaschinen.
- **Prozessbedingte Emissionen:** Emissionen, die bei der chemischen und physikalischen Umwandlung von Rohstoffen entstehen. Zu diesen Prozessen gehören z. B. die Eisen- und Stahlproduktion, Zementherstellung und petrochemische Produktion.

- **Flüchtige Emissionen:**

Emissionen, die durch Lecks oder Verluste von Gasen entstehen. Typischerweise sind das Verluste von Kältemitteln in Kältesystemen. Flüchtige Emissionen können auch bei der industriellen Gaserzeugung, der Herstellung und Nutzung elektrischer Geräte, der Elektronikherstellung, und der Aluminium- und Magnesiumproduktion entstehen.



SCOPE-2-EMISSIONEN

sind indirekte Treibhausgasemissionen, die mit verschiedenen Energiequellen verbunden sind, die eine Organisation kauft. Das sind zum Beispiel die Emissionen eines Kraftwerks, das den verwendeten Strom produziert. Obwohl Scope-2-Emissionen physisch in der Einrichtung entstehen, wo sie erzeugt werden, werden sie in der Treibhausgasbilanz einer Organisation verbucht, weil sie aus der Energienutzung der Organisation resultieren. Dazu gehören:

- **Zugekaufte Energie:**

Emissionen, die bei der Energieerzeugung beim Stromlieferanten entstehen. Für die Berechnung gibt es zwei Möglichkeiten: marktbedingt und standortbedingt. Wenn der Stromlieferant einen eigenen Emissionsfaktor für seinen Strommix angeben kann, berechnet man die Emissionen marktbedingt. Kann der Stromlieferant *keinen* eigenen Emissionsfaktor für seinen Strommix nennen, wird standortbezogen gerechnet. Das bedeutet, es kann ein durchschnittlicher Emissionsfaktor aus einer Datenbank (zum Beispiel "Strommix Deutschland") herangezogen werden.

- **Zugekaufter Dampf:**

Emissionen, die bei der Erzeugung von Dampf entstehen.

- **Zugekaufte Wärme:**

Emissionen, die durch die Herstellung von Fernwärme entstehen.

- **Zugekaufte Kälte:**

Emissionen, die durch die Herstellung von Fernkälte entstehen.



SCOPE-3-EMISSIONEN

werden vom Unternehmen zwar indirekt verursacht, aber nur bedingt direkt kontrolliert. Emissionen in der vorgelagerten Wertschöpfungskette stammen unter anderem aus der Herstellung eingekaufter Waren, vorgelagertem Transport und Verteilung oder dem Pendelverkehr von Mitarbeitenden. Beispiele für die nachgelagerte Wertschöpfungskette sind Emissionen aus dem Transport und Vertrieb der fertigen Produkte, der Weiterverarbeitung oder Nutzung der Produkte von nachgelagerten Unternehmen oder der Endnutzung sowie Entsorgung verkaufter Produkte.



Wie sieht es auf der Produktseite aus?

Im Unterschied zur Unternehmensklimabilanz gibt es auch die produktbezogene Klimabilanz. Mit dem **Product Carbon Footprint (PCF)** werden Treibhausgase, die während des gesamten Lebenszyklus eines Produkts entstehen, erfasst und berechnet: von der Rohstoffgewinnung und Herstellung über Transport, Nutzung und Entsorgung bzw. Recycling. Auch hier geht es darum, Optimierungspotenziale entlang der Herstellung zu identifizieren und das produktspezifisch.

Eine **Produktökobilanz** – auch Lebenszyklusanalyse oder Life Cycle Assessment (LCA) genannt – geht noch weiter und bezieht über die Treibhausgasemissionen hinaus alle Auswirkungen auf die Umwelt mit ein, um die Umweltbelastung eines Produkts in dessen ganzem Lebenszyklus festzustellen. Sie hilft schließlich, klima- und umweltfreundliche Produkte zu fertigen und dient auch dazu, Produkte oder Dienstleistungen hinsichtlich ihrer Umweltfreundlichkeit vergleichbar zu machen.

LEITFADEN – SCHRITT FÜR SCHRITT ZUR KLIMABILANZ UND ABLEITUNG VON MASSNAHMEN

Die Kategorisierung in Scopes gibt Ihnen direkt eine Struktur an die Hand, um die ersten Schritte Richtung Transparenz zu gehen und um später entsprechende Maßnahmen abzuleiten und nachverfolgen zu können. Weil in der Berichtspflicht zunächst die Scope-1- und Scope-2-Emissionen priorisiert werden, fokussiert sich der folgende Leitfaden auf diese Kategorien.

In drei Schritten werden die folgenden Fragen beantwortet:

- 1 Wie wird durch die Erstellung einer Klimabilanz Transparenz geschaffen?
- 2 Wie komme ich an die detaillierten Verbrauchsdaten in den relevantesten Kategorien?
- 3 Welche Maßnahmen zur Dekarbonisierung sollte ich einführen?

» 1 TRANSPARENZ SCHAFFEN MITHILFE EINER KLIMABILANZ

Emissionen in **Scope 1** liegen zu einem großen Teil meist schon bei den Unternehmen vor. In kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) werden Scope-1-Emissionen vorrangig aus Eigenerzeugungsanlagen wie Blockheizkraftwerken (BHKW) oder Gasthermen sowie aus mobilen Anlagen wie Dienst- oder Flurförderfahrzeugen verursacht. Erste Vordergrunddaten¹ für die Energieträger, die im Rahmen von Scope 1 an den Anlagen vor Ort eingesetzt werden, finden sich auf den Abrechnungen zur Erdgasbeschaffung oder über den zentralen Gaszähler am Erdgasanschluss.

Die Verbrauchskennzahlen müssen im nächsten Schritt in eine CO₂e-Kennzahl umgerechnet werden, die damit die Emissionen darstellt. Je nach Kategorie sind die Umrechnungswerte in unterschiedlichen Quellen verfügbar.

¹ Daten zu Energie- und Materialverbräuchen, die unmittelbar gemessen, gezählt oder aus Systemen und Dokumenten ausgelesen wurden, werden Vordergrunddaten genannt.

Zur Berechnung können Emissionsfaktoren wie beispielsweise entstandene THG-Emissionen pro kWh verbranntem Gas unter anderem aus der frei zugänglichen GEMIS-Datenbank oder der Emissionsfaktor-Tabelle von der Website des Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) verwendet werden. Wird Biogas oder Ökogas eingesetzt, sind die gesuchten Daten im Zertifikat des Lieferanten vermerkt. Für **Dienstfahrzeuge** (mobile Anlagen) geben Tankabrechnungen oder Fahrtenbücher Auskunft. Tankabrechnungen sind dabei konkreter, da sie den unmittelbaren Brennstoffverbrauch angeben und dieser nicht erst über die gefahrenen Kilometer umgerechnet werden muss. **Flurförderfahrzeuge** oder ähnliche mobile Anlagen aus der Intralogistik haben einen Kilometer- oder Betriebsstundenzähler. Die Umrechnungsfaktoren für die CO₂e-Kennzahl finden sich auf der Website des GHG Protocol oder können im CO₂-Emissionsrechner vom bayerischen Landesamt für Umwelt ermittelt werden.¹

Auch **flüchtige Emissionen** werden unter Scope 1 gefasst. Das können Gase wie Kältemittel oder technische Gase sein, die absichtlich oder unabsichtlich, zum Beispiel über Leckagen, freigesetzt werden. Aufschluss über Freisetzungen gibt eine Gegenüberstellung des erwarteten Verbrauchs mit den tatsächlichen Abrechnungen: Die Differenz der nachgefüllten Menge entspricht dem Verlust durch Freisetzungen. Die Umrechnungsfaktoren für freigesetzte Gase sind beim Umweltbundesamt zu finden.

Schließlich gehören zu Scope 1 noch die **Prozessemissionen** am Standort. Dies betrifft vor allem die energieintensive Industrie wie die Zement- oder Glasherstellung. Kleine und mittlere Unternehmen, die nicht der energieintensiven Industrie zuzuordnen sind, haben eher nur vereinzelt Anlagen mit einem direkten Ausstoß von Prozessemissionen wie Pyrolyseanlagen zur thermo-chemischen Umwandlung von Materialien. Prozessemissionen sind sehr anlagen- und standortspezifisch – um hier Transparenz zu erlangen, können Anlagenhersteller oder Ingenieurbüros zu Rate gezogen werden, die über vertiefte Kenntnisse verfügen oder temporär Messungen durchführen können. Auch technische Möglichkeiten und investive Maßnahmen zur Reduktion dieser Emissionen können durch diese Akteure am besten bewertet werden – dazu später mehr.

¹ https://www.ifu.bayern.de/energie/co2_rechner/index.htm

In **Scope 2** entstehen die Emissionen nicht am Standort des Unternehmens selbst, sondern in Kraftwerken und Anlagen für die **Energiebereitstellung über das Netz**. Weil Unternehmen allerdings die Verbraucher und damit die indirekten Verursacher der Treibhausgasemissionen sind, werden diese verbrauchsspezifisch den jeweiligen Unternehmen zugeordnet. Diese indirekten Emissionen werden in Strom- sowie Wärme-/Kältebezug unterschieden. Vordergrunddaten in kWh sowie Emissionsfaktoren in CO₂e pro kWh sind in den Abrechnungen des Stromlieferanten enthalten. Dieser ist nämlich gesetzlich dazu verpflichtet den Strommix anzugeben, der bilanziell für die Lieferung an den Kunden angesetzt wurde.

Auch die Lieferung von Fernwärme und -kälte wird in der Abrechnung detailliert angegeben und kann damit für die Transparenzschaffung herangezogen werden.

Mit Schritt 1 ist die geforderte Berichtspflicht erfüllt. Die Daten sind allerdings oft so noch nicht ganz ausreichend für die Ableitung von Maßnahmen, um die Emissionen zu reduzieren – damit geht es in Schritt 2 und Schritt 3 weiter.

KATEGORIEN	BEISPIELE	WO KÖNNEN DIE VERBRÄUCHE (VORDERGRUNDDATEN) ENTNOMMEN WERDEN?	WO SIND DIE EMISSIONSFAKTOREN FÜR DIE UMRECHNUNG ZU EINER CO ₂ -KENNZAHL ZU FINDEN?
Scope 1 – Direkte Emissionen im Unternehmen bzw. Standort			
• Emissionen von stationären Anlagen zur Energieerzeugung	• Verbrennung von Erdgas zur Erzeugung von Wärme (BHKW, Gastherme, etc.)	• Abrechnung	• GEMIS-Datenbank • Greenhouse Gas Protocol • Zertifikat vom Lieferanten
• Emissionen von mobilen Anlagen	• Emissionen von Fahrzeugen im Besitz von Unternehmen zum Transport von Personen und Material (Dienstwagen, Flurförderfahrzeuge, Lastwagen)	• Tankabrechnungen, Fahrtenbücher, abgelesener km-Stand (Literangabe ist der km-Angabe zu bevorzugen)	• Statista • Bayerisches Landesamt für Umwelt • Greenhouse Gas Protocol
• Flüchtige Emissionen	• Absichtliche oder unabsichtliche Freisetzung von Gasen (Leckagen bspw. von Kältemitteln in Kühlkreisläufen, technische Gase)	• Abrechnung zur nachgefüllten Menge	• Umweltbundesamt
• Prozessemissionen am Standort (für die meisten Unternehmen nicht relevant)	• Pyrolyse von Kunststoffen; Oxidationsreaktion bei der Stahlherstellung	• Mobile (einmalige) oder stationäre Messung	• Umweltbundesamt
Scope 2 – Indirekte Emissionen			
• Indirekte Emissionen aus Strom	• Strom	• Abrechnung	• Stromlieferanten; alternativ Umweltbundesamt Strom-Mix Deutschland
• Indirekte Emissionen aus Wärme und Kälte	• Fern-/Nahwärme; Fernkälte	• Abrechnung	• Wärme-/Kältelieferant

» 2

DETAILLIERUNG DER VERBRÄUCHE IN DEN RELEVANTESTEN KATEGORIEN

Die in Schritt 1 erfolgte Ermittlung von Vordergrunddaten und Umrechnung in Emissionswerte sind ein wichtiger erster Schritt, um Transparenz über Größenordnungen und Ursachen von der Entstehung von Treibhausgasen zu gewinnen. Meistens stehen so grob bilanzierte Jahresdaten zur Verfügung. Um konkrete Reduktionsmaßnahmen strukturiert bewerten, planen und umsetzen zu können, braucht es in Schritt 2 detaillierte und auch zeitlich höher aufgelöste Vordergrunddaten, denn nun sollen die Ursachen von Emissionen bestimmten Anlagen, Bereichen und Zeiträumen zugeordnet werden. Nur so können Auffälligkeiten und Ineffizienzen zu Verursachern (z. B. zu bestimmten Produktionsanlagen oder zur Gebäudetechnik) zugeordnet werden und darauf folgend gezielt Maßnahmen entwickelt werden.

Um diese energiebedingten Emissionen in Scope 1 und Scope 2 visualisieren und analysieren zu können, wird ein **Energiemanagement-System (EnMS)** benötigt. Unter einem Energiemanagement-System versteht man grob eine Software zur Visualisierung und Steuerung von Energieverbräuchen. Die Software ermittelt und analysiert den aktuellen Energieverbrauch, zeigt Sparpotenziale auf und sorgt damit im Endeffekt dafür, dass die Energieeffizienz im Unternehmen laufend steigt – also auch Kosten langfristig gesenkt werden. Genau genommen besteht das EnMS nicht nur aus der Software, sondern auch aus Hardwarekomponenten wie Messsensorik sowie aus den Prozessen und dem methodischen Wissen, um Energieverbräuche „zu managen“.

Es gibt viele Ratgeber, die bei der Auswahl und Integration geeigneter Software und Hardware unterstützen¹. Wir gehen hier auf die Schritte davor und die Auswertung nach der Einführung ein: auf die Entwicklung eines geeigneten Messkonzepts, die Konzeptionierung des Energiemonitorings sowie dessen Nutzung für die Analyse und Reduktion von THG-Emissionen.

¹ Beispiel: Sächsische Energieagentur: Einführung eines Systems zur kontinuierlichen Verbesserung der Energieeffizienz. Eine praktische Handlungshilfe für Unternehmen in Sachsen. Dresden 2016.



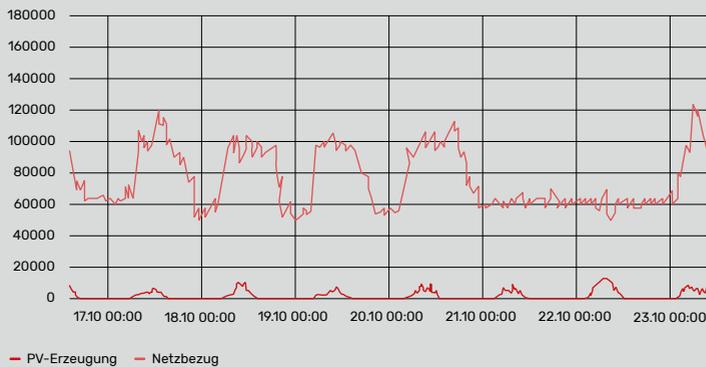
Ganz am Anfang steht die Definition klarer, übergeordneter **Ziele**. Das kann zum Beispiel die Erhöhung der Eigenverbrauchsquote, die Senkung des Energieverbrauchs und/oder die Schaffung einer Datenbasis für die Ermittlung produktbezogener THG-Emissionen sein. In einem Team aus relevanten internen Stakeholdern wie Geschäftsführung, Energiemanagement, Produktion, Instandhaltung, Controlling und Marketing wird aus den Perspektiven aller Akteur:innen die Frage beantwortet, welche Informationen aus dem Monitoring sinnvoll sind und benötigt werden. Im nächsten Schritt stellt sich die Frage, wie genau die Informationen zu diesen Zwecken aufbereitet sein sollen. Unterstützen kann dabei ein Mock-up, also ein beispielhaftes, grafisch grob skizziertes Dashboard ohne reale Daten, das sich diskutieren und Schritt für Schritt konkretisieren lässt. Möglich in der Darstellung sind beispielsweise Lastgang-Diagramme, Kreisdiagramme und gestapelte Säulendiagramme wie im Beispiel vom EnMS des Fraunhofer IGCV gezeigt (s. Abbildung).

Sind alle wesentlichen Anforderungen und Erwartungen fixiert, geht es weiter mit der Ausgestaltung eines **Messkonzepts**. Erstellen Sie zuerst eine Liste aller relevanten **Verbraucher** und kategorisieren

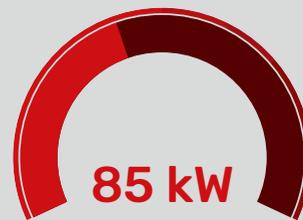
Sie diese: Produktionsanlagen wie Werkzeugmaschinen, Spritzgussanlagen oder Umformanlagen sowie Anlagen der Gebäudetechnik wie Lüftung, Heizung oder Druckluft. Die Nennleistung auf den Typenschildern oder in den Herstellerangaben der Anlagen ermöglicht eine erste Größeneinordnung hinsichtlich des Energieverbrauchs. Für eine Berechnung des tatsächlichen Verbrauchs ist sie allerdings nicht geeignet und würde zu Verfälschungen führen, weil sich schwankende Lastgänge zum Beispiel durch unterschiedliche Betriebszustände und Auslastung sowie abgeänderte Fertigungsparameter je nach Werkzeug und Material auf den Verbrauch auswirken. Die Nennleistung hilft eher dabei, eine Priorisierung für Messungen und Analysen vorzunehmen. Dabei sollten auch die tatsächlichen Nutzungs- bzw. Inbetriebzeiten mit einfließen. Energieintensive Anlagen enthalten unter anderem häufig thermische Prozesse z. B. zum Trocknen, Aushärten oder durch Verwendung eines Lasers bei additiven Fertigungsverfahren. Auf diese Anlagen sollte der Fokus zu Beginn gelegt werden, da hier die größten Potenziale zur Senkung des Energieverbrauchs liegen.

≈ Beispiel für ein Dashboard mit unterschiedlichen Diagrammtypen zur Visualisierung von Energieverbrauchs- und Erzeugungsdaten

NETZBEZUG & PV-ERZEUGUNG (WIRKLEISTUNG)



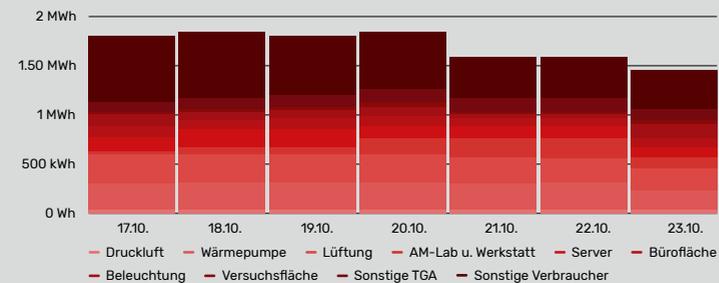
AKTUELLER NETZBEZUG



AKTUELLE PV-ERZEUGUNG

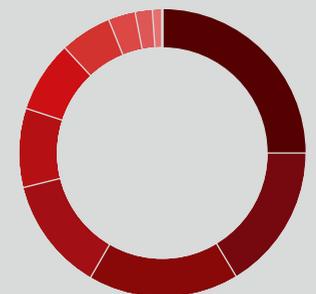


VERTEILUNG WIRKARBEIT



TOP VERBAUCHER DES VORTAGS

— Sonstige Verbraucher	405 kWh	25%
— Lüftung	268 kWh	17%
— Wärmepumpe	266 kWh	17%
— AM-Lab + Werkstatt	204 kWh	13%
— Sonstige TGA	139 kWh	9%
— Server	128 kWh	8%
— Bürofläche	95 kWh	6%
— Druckluft	52 kWh	3%
— Beleuchtung	32 kWh	2%
— Versuchsfläche	21 kWh	1%



Auch Anlagen der Gebäudetechnik fordern einen hohen Energieeinsatz: Unternehmen mit Anlagen, die nicht durch hohe Energieverbräuche hervorstechen, wie Werkzeugmaschinen oder Montagestationen, finden hier oft einen ersten Ansatzpunkt. Lüftungsanlagen, Gebäudeheizung und Druckluftkompressoren sind typische Verbraucher, deren Lastgang als zeitlich aufgelöster Verbrauch erfasst werden sollte.

Die Auswahl und Priorisierung der zu messenden Anlagen kann auch mithilfe von temporären Messungen geschehen. Hier werden mobile Messgeräte zum Beispiel für einen Zeitraum von zwei Wochen an die Energiezufuhr der Anlagen angeschlossen, um so Lastgänge für die manuelle und einmalige Auswertung hinsichtlich einer bestimmten Fragestellung – zum Beispiel ob Ineffizienzen beim Betrieb vorliegen – zu generieren.

Allgemein ist nicht das Ziel, alle Anlagen eines Unternehmens zu messen. Kleinere mobile Anlagen wie Handbohrmaschinen haben keinen großen Einfluss auf den Gesamt-Energiebedarf und ihr Einsatz lässt sich auch nur schwer nachverfolgen und steuern. Als grobe Faustregel gilt bei der Erstellung und der Umsetzung des Messkonzepts, dass etwa 80 Prozent des Verbrauchs durch Messtechnik fortlaufend erfasst werden sollte, um eine ausreichende Transparenz für die meisten Anwendungsfälle des EnMS zu gewinnen.



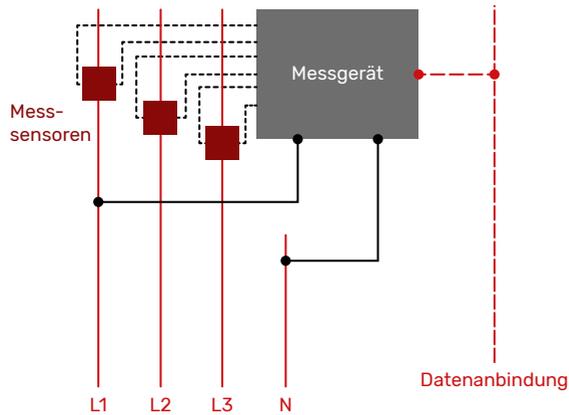
ENERGIEVERBRAUCH MESSEN: MOBIL UND TEMPORÄR ODER FEST VERBAUT UND KONTINUIERLICH?

Eine **mobile und temporäre Messung** wird an der Energiezufuhr der ausgewählten Anlage aufgebaut, um über einen Zeitraum von z. B. zwei Wochen Messdaten zu gewinnen. Danach können die Messinstrumente an der nächsten Anlage angebunden werden. Wurde eine Maßnahme durchgeführt, kann danach erneut gemessen werden, um den Effekt auswerten zu können.



» Die drei orangen Messboxen werden an die Zuleitungen einer Fertigungsanlage mit drei Heizzonen angeschlossen, um die elektrischen Lastgänge der Wirkleistungen zu erfassen. Im Anschluss können die Daten ausgelesen in einem Energiemanagement-System visualisiert und analysiert werden.

Bei der fest verbauten und kontinuierlichen Messung werden Messkomponenten dauerhaft an der Anlage installiert. Über ein Display können aktuelle Werte an der Anlage abgelesen werden. Durch eine Datenanbindung können aktuelle und historische Daten im Energiemanagement jederzeit eingesehen, visualisiert, ausgewertet und verglichen werden.



« Das Schema zeigt wie ein fest verbautes Messgerät die elektrische Leistung der Anlage an der Zuleitung über Messsensoren aufnimmt und über eine Datenanbindung an einen Server zur weiteren Verarbeitung schickt. Bei L1-3 handelt es sich um die sogenannten Außenleiter und bei N um den Neutralleiter, die die elektrische Energie für die Versorgung der Anlage bereitstellen.



Ob eine mobile oder eine fest verbaute Messung nötig ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Wie schnell benötige ich die Daten? Eine mobile Messung kann meist kurzfristig durchgeführt werden – im Gegensatz zum dauerhaften Einbau und zur Anbindung von Sensoren.
- Werde ich die Anlage häufiger messen, um Vergleiche aufstellen oder weitere Fragestellungen adressieren zu können? Dann spricht alles für eine dauerhafte Messung mittels fest verbauter Sensoren und Datenanbindung.
- Sollen die Daten für Steuerungskonzepte und in der Planung von Betriebsstrategien für Anlagen genutzt werden? Dann müssen die Daten stets aktuell sein und über längere Zeiträume vorliegen. Dafür ist eine dauerhafte Messung nötig.

Steht fest, welche Anlagen dauerhaft gemessen werden sollen, wird Messsensorik integriert. Das kann je nach Lieferzeiten und verfügbarem Fachpersonal einige Zeit in Anspruch nehmen. Sind die ersten größeren Verbraucher angebunden und auch die Messung des Gesamtverbrauchs vom Standort in Form eines zeitlichen Lastgangs integriert, können erste Visualisierungen und Analysen durchgeführt werden.

Dazu werden Kategorien zur Einsatzart der Energie zum Beispiel für Beleuchtung, Lüftung oder Klimatisierung oder seitens Produktionsanlagen nach Bereichen wie Zerspanung, Reinigung und Montage gebildet. Die grafische Darstellung sollte sinnvolle Vergleiche ermöglichen, wie eine Größenordnung der Anlagenverbräuche in Form von Kreisdiagrammen oder wie der zeitliche Verlauf der Lastgänge nach Wochen, Tagen oder Stunden durch Säulen- und Liniendiagramme. Auch Produktionsdaten sollten einbezogen werden. Wie viele und welche Aufträge wurden gefertigt? Bei starken Abweichungen ist es sinnvoll, anhand spezifischer Kennzahlen wie der verbrauchten Energie pro Auftrag Vergleiche zu ziehen. Es entsteht ein Kennzahlensystem, das ein laufendes Monitoring und Ableiten von Maßnahmen, Reporting und Nachverfolgung der Fortschritte ermöglicht.

Um Einblick in die **mobilen Anlagen** wie Dienstwägen, Lkw oder Flurförderfahrzeuge zu erhalten, wird deren Fahrverhalten ausgewertet. Wie bei stationären Anlagen bietet sich zunächst eine kategorisierte Liste der Fahrzeuge an. In Scope 1 zählen hier alle Fahrzeuge, die im Besitz des Unternehmens sind. Die genauen Daten können methodisch auf zwei Arten erfasst werden. Zum einen können verfügbare Fahrtenbücher und Daten aus der Logistiksoftware herangezogen werden, zum anderen können Umfragen bei den Fahrer:innen durchgeführt werden. Typische Fragen für Dienst-Pkw wären nach Anteilen der gefahrenen Kilometer zu Arbeitsort, Kunden und Lieferanten, oder nach Distanzen z. B. kleiner oder größer 50 Kilometern. Bei Lkw und Flurförderfahrzeugen ist die Frage nach Auslastung der Fahrzeuge (durchschnittliche Tonnage pro Strecke) und nach den Faktoren bei der Routenplanung (schnellste, kürzeste oder verbundene Strecken). Beide Ansätze können auch kombiniert werden, um möglichst detaillierte Daten zu erhalten und auch hier gegebenenfalls Maßnahmen ableiten zu können.

» 3

EMISSIONEN REDUZIEREN

Nachdem in Schritt 1 und Schritt 2 Transparenz über die Treiber der Unternehmensklimabilanz gewonnen wurde, geht es in Schritt 3 an die Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen – auch **Dekarbonisierungsmaßnahmen** genannt.

Eine simple Regel zur Priorisierung von Maßnahmen im Bereich der Nachhaltigkeit ist das Zusammenspiel aus Suffizienz, Effizienz und Konsistenz. Bei **Suffizienz** geht es darum, den aktuellen Bedarf an Materialien, Energie etc. zu hinterfragen, um mögliche Verschwendungen zu identifizieren. Falls manche Produktionsanlagen beispielsweise nie voll ausgelastet sind, stellt sich die Frage, ob auch weniger Maschinen ausreichend wären, um die Produktionsziele zu erreichen. **Effizienz** meint die Steigerung der Energieeffizienz, damit der gleichbleibende Nutzen – bei produzierenden Unternehmen also die Herstellung der Produkte – mit einem möglichst geringen Energieverbrauch erzielt werden kann. Bei **Konsistenz** geht es schließlich um einen Wandel der Produktion hin zu nachhaltigeren Lösungen. Insbesondere sollte auf den Einsatz von erneuerbaren Energien gesetzt werden, um den bereits optimierten Energiebedarf für die Herstellung der Produkte möglichst klimafreundlich zu decken. Diese drei Aspekte werden in den folgenden Beispielen wieder aufgegriffen.

SCOPE 1: EMISSIONEN VON STATIONÄREN ANLAGEN ZUR ENERGIEERZEUGUNG

Anlagen, bei denen Emissionen aus der Verbrennung von fossilen Energieträgern wie Erdgas resultieren (z. B. Blockheizkraftwerke), werden in der Regel eingesetzt, um thermische oder elektrische Energie bereitzustellen. In Sachen Suffizienz sollte zuerst geprüft werden, ob tatsächlich die gesamte bereitgestellte Energie benötigt wird und der Energiebedarf sollte auf das unbedingt erforderliche Maß reduziert werden. Effizienzmaßnahmen könnten sein, eine zusätzliche Wärmedämmung anzubringen oder effizientere Motoren

zu verwenden. Die Energieeffizienz wird in diesen Beispielen durch die Minimierung von Verlusten erhöht. Außerdem sollten fossile Energieträger durch strombasierte und modernere Technologien wie Elektrodenkessel oder Wärmepumpen ersetzt werden, da diese meist einen höheren Effizienzgrad haben. Zunächst verlagern sich die Emissionen so von Scope 1 auf Scope 2, da nun Strom bezogen wird, statt fossile Energieträger zu verbrennen. Besser noch sollte auf regenerativen Strom umgestellt werden (s. Indirekte Emissionen aus Strom) und der Wärmebezug aus klimafreundlichen Alternativen wie der industriellen Abwärme erfolgen.



WELCHE ROLLE SPIELT WASSERSTOFF HIER?

Wenn der direkte Einsatz von Strom zur Wärmebereitstellung nicht funktioniert – zum Beispiel weil das notwendige Temperaturniveau nicht erreicht werden kann oder weil prozesstechnische Besonderheiten vorliegen – kann aus Strom und Wasser mittels Elektrolyse Wasserstoff hergestellt und dieser wiederum verbrannt werden. Damit kann eine deutlich höhere Temperatur erreicht werden. Da für die Elektrolyse Strom benötigt wird, spricht man von einer indirekten Elektrifizierung. Dabei ist zu beachten, dass der Wasserstoff je nach eingesetztem Strom-Mix unterschiedliche Treibhausgasemissionen aufweist.

Um grünen Wasserstoff herzustellen, braucht es allerdings noch ein weitestgehend dekarbonisiertes Stromversorgungssystem, das fast ausschließlich auf erneuerbaren Energien beruht. Auf absehbare Zeit ist das noch nicht realisierbar – perspektivisch können allerdings spezielle Produktionsprozesse dank Wasserstoff dekarbonisiert werden. Vorteilhaft ist dabei vor allem, dass meist nur geringe prozesstechnische Anpassungen an bestehender Anlagentechnik erforderlich sind. Weil aber dennoch Effizienzverluste entlang der Umwandlungskette von Strom über Wasserstoff in Wärme entstehen, sollte Wasserstoff zur Dekarbonisierung eher dort eingesetzt werden, wo eine direkte Elektrifizierung nicht umsetzbar ist.

SCOPE 1: EMISSIONEN VON MOBILEN ANLAGEN

Dienstwagen, Flurförderfahrzeuge und Lastwagen dienen dem Transport von Personen und Material. Grundsätzlich ist hier zunächst bzgl. Suffizienz wieder zu hinterfragen, ob die Anzahl der vorhandenen Fahrzeuge überdimensioniert ist und ob alle Dienstreisen tatsächlich notwendig sind oder Web-Konferenzen nicht eine sinnvolle Alternative darstellen. Hinsichtlich Effizienz gilt es, nicht vermeidbare Transportwege hinsichtlich Optimierungspotenzialen zu analysieren: Kürzere Transportwege, zusammengelegte Routen und eine höhere Packungsdichte reduzieren den Energiebedarf. Bezüglich Konsistenz sollten alternative Antriebskonzepte in Betracht gezogen werden (z. B. Elektrofahrzeuge) oder verstärkt öffentliche Verkehrsmittel genutzt werden. Die Emissionen, die durch den Strombezug für die Elektrofahrzeuge indirekt entstehen, fallen dann allerdings nicht mehr unter Scope 1 sondern unter Scope 2. Die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel fällt unter Scope 3.

SCOPE 2: INDIREKTE EMISSIONEN AUS STROM

Hierunter fallen alle Emissionen, die in externen Kraftwerken bei der Stromerzeugung anfallen. Ähnlich wie bei den stationären Anlagen zur Energieerzeugung stellt sich erst die Frage nach Verschwendung, die es zu identifizieren und zu reduzieren gilt, sowie nach der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen. Ein Beispiel ist, eine angepasste Lüftungssteuerung mit Nacht- und Wochenendabsenkung zu implementieren, die den Stromverbrauch im Bereich der Gebäude- bzw. Versorgungstechnik signifikant reduziert. Unter Konsistenz geht es darum, den nach Suffizienz- und Effizienzmaßnahmen noch benötigten Strom möglichst klimafreundlich zu beziehen.

Wird er weiter extern bezogen, lässt sich über sogenannte Power Purchase Agreements (PPA) nachweislich Grünstrom beziehen. Auch eine eigene Photovoltaik-Anlage bietet sich an. Wichtig ist in beiden Fällen: Die Verfügbarkeit von Strom aus volatilen erneuerbaren Energien stimmt häufig nicht mit dem Bedarf der Produktion überein. Über Speicher oder Energieflexibilitätsmaßnahmen sollte

das also ausgeglichen werden. Letztere beschreiben Maßnahmen, die die Produktion an die Verfügbarkeit des grünen Stroms anpassen – also beispielsweise auf energieintensiven Anlagen besonders dann produzieren, wenn grüner Strom verfügbar ist.

SCOPE 2: INDIREKTE EMISSIONEN AUS WÄRME UND KÄLTE

Für den Bezug von Nah- oder Fernwärme bzw. -kälte aus Heizkraftwerken verhält es sich ähnlich wie beim externen Strombezug. Vorrangig sollte es darum gehen, den Bedarf an Wärmeenergie zu minimieren, indem beispielsweise bei Öfen eine energieorientierte Belegungsplanung sowie generell eine Optimierung der Ofenlastung erfolgt. Zur Steigerung der Effizienz lohnt sich wieder der Blick auf die Minimierung der Verluste: Die Vorlauftemperatur in Wärme- bzw. Kältekreisläufen sollte entsprechend angepasst und die Abwärme oder -kälte für weitere Aufträge oder andere Zwecke (z. B. weitere Produktionsprozesse) genutzt werden. Der verbleibende und optimierte Bedarf an thermischer Energie sollte dann klimafreundlich gedeckt werden: Hier bieten sich u. a. grüne Fernwärmequellen an, die beispielsweise Wärme mittels solarthermischen Anlagen gewinnen.



Für die Entscheidung, welche Maßnahmen in welcher Reihenfolge umgesetzt werden sollen, steht zuerst eine tiefgehende Recherche hinsichtlich anfallender Kosten, Aufwand und potenzieller Fördermöglichkeiten an. In einer umfassenden Kostenberechnung lassen sich Maßnahmen unter Berücksichtigung geeigneter Zielkriterien wie Kosten pro vermiedenem Kohlenstoffdioxid-Äquivalent priorisieren. Sollten Sie die dazu nötige Expertise nicht im eigenen Unternehmen bereit haben, empfiehlt sich unbedingt externe Unterstützung durch eine spezialisierte Beratungsfirma und/oder die Benennung und Weiterbildung einer hausinternen Person für die Aufgabe des Energiemanagements.

DEKARBONISIERUNGSMASSNAHMEN FÜR PRODUZIERENDE UNTERNEHMEN

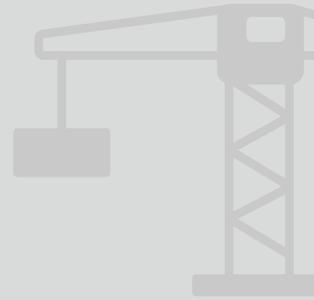
SUFFIZIENZ >> WENIGER PRODUZIEREN
UND KONSUMIEREN Reduzierung des Energie-
und Rohstoffbedarfs

EFFIZIENZ >> BESSER PRODUZIEREN effiziente Deckung des
verbleibenden Bedarfs

KONSISTENZ >> ANDERS PRODUZIEREN Einsatz erneuerbarer
Energieträger und Rohstoffe

STATIONÄRE ANLAGEN

-  **Maschinenauslastung prüfen**
-  **Wärmedämmungen installieren**
-  **Anlagen modernisieren**



STROM

-  **Stromverbrauch reduzieren**
-  **Versorgungstechnik optimieren**
-  **Power Purchase Agreements nutzen**
-  **Grünen Strom selbst erzeugen**
-  **Energieflexibilitätsmaßnahmen umsetzen**



WÄRME

-  **Ofen-Belegung optimieren**
-  **Vorlauftemperatur anpassen**
-  **Sonnenstrahlung nutzen (Rollos öffnen)**
-  **Verluste reduzieren (Hallentore schließen)**
-  **Abwärmequellen nutzen**
-  **Grüne Fernwärmequellen nutzen**



MOBILE ANLAGEN

-  **Anzahl reduzieren**
-  **Transportwege reduzieren**
-  **Web-Konferenzen und Home Office fördern**
-  **Packungsdichte erhöhen**
-  **Nachhaltige Verkehrsmittel nutzen**



ANGEBOTE DER ZENTREN



MITTELSTAND-DIGITAL ZENTRUM AUGSBURG

- **Potenzialanalysen und Projekte mit den Expert:innen des Zentrums**
Zum Beispiel für die Einführung eines Energiemanagement-Systems
- **Webinar: Sektorenkopplung im Quartier - Energie-Potenzialanalysen vernetzter Gebäude**
Analyse von Einsparpotenzialen durch energetische Vernetzung oder gezielten Anlagentausch in Bestandsgebäuden



MITTELSTAND-DIGITAL ZENTRUM HANDEL

- **Infoblatt: Messung des CO₂-Fußabdrucks im Handel**
Informationen zur Erfassung und Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks von Handelsunternehmen



MITTELSTAND-DIGITAL ZENTRUM KAISERSLAUTERN

- **Best-Practice-Unternehmen mit Software zur Berechnung des produktspezifischen CO₂-Fußabdrucks**
Praxisbeispiel zur Erfassung des CO₂-Fußabdrucks von Produkten



MITTELSTAND-DIGITAL ZENTRUM KLIMA.NEUTRAL.DIGITAL

- **Klima-Coaches**
Quick-Checks und Erstinformationen für die Transformation zur Klimaneutralität



MITTELSTAND-DIGITAL ZENTRUM DARMSTADT

- **Workshop: Messtechnik für das Energiemonitoring**
Methoden der Energiedatenerfassung und des Datentransfers

Das Mittelstand-Digital Zentrum Augsburg gehört zu Mittelstand-Digital. Mit dem Mittelstand-Digital Netzwerk unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz die Digitalisierung in kleinen und mittleren Unternehmen und dem Handwerk.

Das Mittelstand-Digital Netzwerk bietet mit den Mittelstand-Digital Zentren und der Initiative IT-Sicherheit in der Wirtschaft umfassende Unterstützung bei der Digitalisierung. Kleine und mittlere Unternehmen profitieren von konkreten Praxisbeispielen und passgenauen, anbieterneutralen Angeboten zur Qualifikation und IT-Sicherheit. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz ermöglicht die kostenfreie Nutzung der Angebote von Mittelstand-Digital.

Weitere Informationen finden Sie unter www.mittelstand-digital.de