



Ressourceneffizienz im Fokus: Nachhaltige Maßnahmen für zukunftsorientierte Unternehmen

Grundlagen, Praxisbeispiele und Fördermöglichkeiten



1. Einleitung

In einer Welt, die mit steigenden Energiepreisen, knapper werdenden Ressourcen und dem Klimawandel konfrontiert ist, gewinnt das Thema Energie- und Ressourceneffizienz eine immer wichtigere Bedeutung, insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU). Der jährliche Earth Overshoot Day, der den Zeitpunkt markiert, an dem die Menschheit alle Ressourcen verbraucht hat, die die Erde innerhalb eines Jahres regenerieren kann, wurde für Deutschland im Jahr 2024 bereits am 02.05.2024 erreicht. Dies unterstreicht die Dringlichkeit, mit der wir unsere Ressourcennutzung überdenken müssen. Unabhängig der ökologischen Konsequenzen merken immer mehr KMU die ökonomischen Probleme, die mit dieser Problemstellung einhergehen. Für viele KMUs ist es essenziell geworden, die Energie- und Ressourcenströme effizienter zu gestalten, um auf dem diversen und globalen Markt bestehen zu können.

Dieses Whitepaper hebt hervor, wie Sie als KMU durch die Optimierung von Energie- und Ressourceneffizienz dazu beitragen können die Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit Ihres Unternehmens steigern können. Hierfür werden die grundlegenden

Begriffe im Kontext der Energie- und Ressourceneffizienz näher erläutert und praxisnahe Beispiele genannt. Ziel ist es ein grundlegendes Verständnis für die Thematik herzustellen und Sie zu motivieren den ersten Schritt in ein nachhaltigeres Unternehmen zu setzen.

Dafür wird in Kapitel 2 ein Überblick über Ressourcenarten und Möglichkeiten Ressourcen im Unternehmen zu optimieren beschrieben. Kapitel 3 umfasst Grundlagen für Energie, die für die Bilanzierung von Umweltauswirkungen (Kapitel 4) benötigt werden. In Kapitel 5 folgen Praxisbeispiele zu den vorher beschriebenen Themen. Abschließend werden Ihnen Fördermöglichkeiten und erste zu gehende Schritte in Richtung Ressourceneffizienz in Ihrem Unternehmen aufgezeigt. Darüber hinaus wird ein Fazit gezogen und ein Ausblick gegeben.

Mittelstand-Digital lädt Sie ein, sich mit uns auf den Weg zu einer nachhaltigeren und effizienteren Zukunft zu begeben, in der KMUs eine führende Rolle bei der Gestaltung einer resilienten und verantwortungsvollen Wirtschaft spielen.

Impressum

Herausgeber:
Mittelstand-Digital Zentrum
Kaiserslautern
67663 Kaiserslautern
info@mdz-kl.de
www.digitalzentrum-kaiserslautern.de

Redaktion:
Öffentlichkeitsarbeit
Mittelstand-Digital Zentrum
Kaiserslautern
67663 Kaiserslautern
info@mdz-kl.de

Autoren/-innen:
Ilknur Atakli, Marco Cimmins, Roland Dörr, Kassandra Hellicar, Yannick Klein, Christian Kränzler, Felix Niemeyer, Gloria Robleto, Sören Schäfer

Gestaltung:
Kassandra Hellicar

Bildquellen:
adobestock.com, unsplash.com

Stand:
Mai 2024

2. Ressourceneffizienz

Ressourcen sind abstrakt formuliert Mittel, die in einem Prozess genutzt werden können (1 Bendel, 2021). Es wird zwischen **materiellen und immateriellen Ressourcen** unterschieden. Zu den **immateriellen Ressourcen** zählen u.a. Wissen, Humankapital und Sozialkapital (2 Moldaschl, 2007 S.19). **Materielle Ressourcen** umfassen zum Beispiel Kapital, Energie, Betriebsmittel, Hilfsstoffe und Rohstoffe. Betriebsmittel, wie Grundstücke, Gebäude und Maschinen, zeichnen sich dadurch aus, dass sie in der Produktion eingesetzt aber nicht verbraucht werden. Unter **Hilfsstoffen** werden Materialien zusammengefasst, die für einen Produktionsprozess unterstützend verwendet werden. Dies können Schmierstoffe oder Mittel für die Reinigung von Erzeugnissen sein. **Rohstoffe** werden als Input für einen Produktionsvorgang zur anschließenden Umwandlung in Halbfertig- und Fertigprodukte verwendet und können den **natürlichen** oder **verarbeiteten Ressourcen** zugeordnet werden (3 Europäische Kommission et al., 2023, S. 45).

Unter **natürlichen Ressourcen** werden Ressourcen zusammengefasst, die Bestandteil der Natur sind. Hierzu zählen:

- erneuerbare und nicht erneuerbare Primärrohstoffe,
- physischer Raum (Fläche),
- Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft),
- strömende Ressourcen (z.B. Erdwärme, Wind-, Gezeiten- und Sonnenenergie)
- und die Biodiversität (4 Kosmol et al., 2012, S.22).

Natürliche Ressourcen können sowohl Quelle für die Produktherstellung als auch Senke zur Aufnahme von Emissionen sein und können in **erneuerbaren und nicht erneuerbaren Ressourcen** unterteilt werden. Der Unterschied zwischen erneuerbaren und nicht erneuerbaren Ressourcen liegt in der Zeit, welche sie zur Erneuerung benötigen, sofern eine Erneuerung überhaupt möglich ist. Diese Grenze ist jedoch nicht klar definiert, stattdessen existiert ein Grenzbereich von 100 bis 1000 Jahren abhängig vom Betrachtungsfall.

Des Weiteren werden Rohstoffe in primär und sekundär unterteilt. **Primärrohstoffe** werden im Gegensatz zu Halbfertigprodukten oder Sekundärrohstoffen direkt aus der Natur gewonnen und können ohne

oder mit geringer Weiterverarbeitung gehandelt werden (3 Europäische Kommission et al., 2023, S. 45). Beispiele für Primärrohstoffe sind Holz, Eisen oder Energieträger wie Kohle (5 Knight, 2023). **Sekundärrohstoffe** sind Rohstoffe, die durch Recycling aus Abfällen oder Produktionsrückständen gewonnen werden und Primärrohstoffe ersetzen können (4 Kosmol et al., 2012, S.33).

Critical Raw Materials (CRM, dt.: Kritische Rohstoffe) fassen Rohstoffe zusammen, die für die EU-Wirtschaft von großer Bedeutung sind und bei denen ein hohes Risiko im Zusammenhang mit der Versorgung besteht. Die Kritikalität eines Rohstoffs wird anhand der beiden Parameter Supply Risk (SR, dt.: Versorgungsrisiko) und Economic Importance (EI, dt.: Wirtschaftliche Bedeutung) bestimmt. Erreicht oder überschreitet ein Rohstoff die Grenzwerte für beide Parameter, wird er in die Liste der CRM aufgenommen. Ein SR entsteht, wenn ein Rohstoff nicht zuverlässig innerhalb der EU abgebaut werden kann und zum größten Teil importiert werden muss. SR ist ein Maß für das Risiko einer Unterbrechung der Versorgung. Die EI eines Rohstoffs setzt voraus, dass er für eine Vielzahl von Endanwendungen in der EU benötigt wird. Die EI ist gegeben, wenn zudem die Substitution durch Ersatzstoffe begrenzt oder nicht möglich ist (3 Europäische Kommission et al., 2023, S. 44).

Ressourceneffizienz stellt den resultierenden Nutzen oder das Ergebnis eines Prozesses dem dafür erforderlichen Einsatz **natürlicher Ressourcen** gegenüber (4 Kosmol et al., 2012, S.23). Ressourceneffizienz kann entlang des **gesamten Lebenszyklus** eines Produkts optimiert werden. Bereits im **Produktdesign** sollte darauf geachtet werden, den Materialeinsatz zu minimieren und alternative, umweltfreundliche Materialien zu berücksichtigen. Im **Fertigungsprozess** kann der Rohstoffeinsatz durch effiziente Produktionstechnologien reduziert werden. Während der **Nutzungsphase** sind die Reduktion der Verbrauchsmaterialien, langlebige Konstruktionen und reparaturfreundliche Ansätze für eine hohe Effizienz ausschlaggebend. Schließlich kann am **End-of-Life** (EOL, dt.: Lebensende) eines Produktes die Umweltbelastung reduziert werden, wenn die Beseitigung am Ende des primären Flusses (Linearwirtschaft) durch einen sekundären Fluss (Kreislaufwirtschaft) vermieden wird. Der sekundäre Fluss schließt Materialkreisläufe, wodurch Ressourcenverbrauch minimiert und Beseitigung vermieden wird (6 McAloone & Pigosso, 2021, S. 979).



2.1 Ressourcenoptimierung Hacks:

Allgemein:

Recycling von Materialien: Beim Recycling von Materialien und/oder Produkten kommt es darauf an diese entweder vollständig oder in Teilen weiter zu verwenden. Dabei wird hauptsächlich die Güte der Erzeugnisse betrachtet. Beispielsweise können 3D gedruckte Teile aus recyclebarem Filament (PLA etc.) eingeschmolzen und zu wiederverwertbarem Filament verarbeitet werden. Dies zeigt das Beispiel zum Recycling von PET-Flaschen, die zu Filament verschmolzen und wiederverwendet werden können. (Siehe Link: https://www.youtube.com/watch?v=1yle1Pp_Nrg&pp=ygUPUEVUIHp1IEZ-pbGFtZW50)

Upcycling von Materialien: Im Gegensatz zum Recycling kann beim Upcycling ein komplett neues Produkt mit einem neuen Verwendungszweck aus Materialien oder Produkten entstehen, die ihren ursprünglichen Zweck nicht mehr erfüllen können. Ein Beispiel wäre die Verarbeitung von alten Skateboard-Decks, die beschädigt sind, zu einem aus Holz bestehenden Schlüsselanhänger.

Sharing Economy: Bei der Sharing Economy geht es darum, Ressourcen gemeinschaftlich und wettbewerbsübergreifend zu nutzen. Hier können Kosten für Neuanschaffungen und Materialien zur Erzeugung eingespart werden. Ein Beispiel für die Sharing Economy wäre die gemeinschaftliche Nutzung von Produktionsressourcen (Fräsmaschinen etc.) für einen bestimmten Zweck der Produkterstellung von verschiedenen Unternehmen. Dabei kann der Anbieter die Maschine für eine gewisse Dauer an ein anderes Unternehmen vermieten. Dies erzeugt eine Win-Win Situation. So hat der Anbieter keine Stillstandszeit und verdient eine kleine Rate, während der Nutzer ohne teure Anschaffungskosten und Materialeinsatz ein beliebiges Produkt fertigen kann.

Virtuelle Produkt- und Anlagensimulation (Digitaler Zwilling): Mittels Computersimulation bzw. der Entwicklung eines Digitalen Zwillings (DZ) eines Produktes oder einer Produktionsanlage können Prozessszenarien ohne hohen Materialeinsatz schnell und einfach simuliert werden. Dabei erhält der/die Anwender/-in ähnlich präzise Daten wie bei einer realen Simulation, reduziert jedoch den Materialeinsatz und Ausschuss um ein Vielfaches. Ein Beispiel ist der Einsatz eines DZ in der Justierung der Vorrichtung für Druckguss von Kunststoffdichtungen. Hier kann der Verbrauch von Kunststoff durch die Simulation des Pressvorgangs im Computer deutlich reduziert werden.

Einsatz von KI: Mit dem Einsatz von KI können für den Menschen stark aufwändige Aufgaben vereinfacht werden und der/die Arbeiter/-in erhält dadurch maximale Unterstützung in der Produktion. So können beispielsweise Chatbots mit Zugriff zu Wissensdatenbanken einfach und schnell Kundenanfragen beantworten oder Rechnungserstellungsprozesse oder Reparaturanfragen einfach und automatisch abgewickelt werden, sodass der/die Mitarbeiter/-in sich auf die Kernarbeit (wertschöpfende Tätigkeit) konzentrieren kann.

Cloud Computing: Durch Cloud Computing und der damit verbundenen Ansätze des Software-, Plattform- und Infrastrukturas-a-Service kann ein großer Teil an physischer Hardware und Wartungs- und Instandhaltungskosten nachhaltig reduziert werden. Darüber hinaus folgen die Cloudanbieter Standards zum Datenschutz und der Sicherheit (Ausfallsicherheit beispielsweise). So können beispielsweise große Mengen an Daten schnell und einfach und ohne Einsatz eigener Hardware verarbeitet werden.

3. Energie

Elektrische Antriebe in Industrie und Gewerbe verbrauchen fast zwei Fünftel des gesamten Stroms in Deutschland. In diesen Sektoren besteht ein großes Einsparpotenzial, insbesondere bei Druckluft, Pumpen und Ventilatoren. Nach einer Studie hätten bis 2020 in Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen rund 44 Milliarden Kilowattstunden Strom eingespart werden können. Die größten Einsparpotenziale liegen bei energieeffizienten Pumpen, Beleuchtung, Lüftungs- und Druckluftsystemen (7 Umweltbundesamt, 2023). Neben der allgegenwärtigen elektrischen Energie, die für Beleuchtung, Maschinenbetrieb und IT-Systeme unerlässlich ist, spielen auch andere Energieformen eine wichtige Rolle. Dazu zählen thermische Energie für Heizungs- und Kühlprozesse, mechanische Energie für Antriebssysteme und Druckluft in der Produktion.

3.1 Strom

Elektrische Energie ist ein fundamentaler Bestandteil des betrieblichen Alltags in KMU. Sie treibt nicht nur Maschinen und Produktionsanlagen an, sondern ist auch entscheidend für die Beleuchtung und IT-Systeme. Der effiziente Einsatz elektrischer Energie ist somit essentiell, um Kosten zu senken und die Umweltbelastung zu reduzieren. In der Beleuchtung können durch den Umstieg auf LED-Lampen erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden, während in der Produktion der Einsatz energieeffizienter Maschinen und Anlagen entscheidend ist. Im IT-Bereich spielt die Verwendung energieeffizienter Server und Netzwerkkomponenten eine wichtige Rolle. In all diesen Bereichen ermöglichen innovative Technologien und intelligente Steuerungssysteme eine signifikante Reduktion des Stromverbrauchs und tragen somit zu einer nachhaltigeren Betriebsführung bei.

3.2 Druckluft

Druckluft ist eine essenzielle Querschnittstechnologie in der Industrie und bietet viele Vorteile, wie eine einfache Handhabung und Flexibilität. Allerdings ist die Erzeugung von Druckluft energieintensiv und teuer. Optimierungsmöglichkeiten und Einsparpotenziale sind oft zahlreich vorhanden und können schnell und wirkungsvoll umgesetzt werden. Bereits durch eine effiziente Nutzung von Druckluft lassen sich Energieeinsparungen realisieren. Einfache Maßnahmen umfassen technische Optimierungen, Vermeidung von unnötigem Verbrauch, Behebung von Leckagen, regelmäßige Wartung und Instand-

haltung sowie einen optimalen Betrieb auf einem verbrauchsorientierten Druckniveau. Druckluftsysteme in KMU bieten ein großes Energieeinsparpotenzial. Durch Maßnahmen wie die Behebung von Leckagen und die Nutzung effizienter Kompressoren können Energieeinsparungen von durchschnittlich 33 Prozent erreicht werden, wobei das Potenzial je nach Unternehmen variieren kann (8 Wagenblaus, 2018).

3.3 Prozesswärmespeicherung

Bei Prozesswärme handelt es sich um die Wärme, die in industriellen und gewerblichen Fertigungsprozessen zur Veränderung einer Werkstück- oder Stoffeigenschaft benötigt wird, bspw. beim Trocknen von Bauteilen, Schmelzen von Metallen etc. In der deutschen Industrie stellt die Prozesswärme die wichtigste Energieform dar: Laut Umweltbundesamt entfallen rund 60 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs in der Industrie auf Prozesswärme.

Dadurch entsteht also Abwärme, die mittels Wärmetauschern nutzbar gemacht und in anderen Prozessen wiederverwendet werden kann. Dadurch entsteht erhebliches Effizienzpotenzial.

Ein Beispiel ist ein System zur Abwärmehückgewinnung von Turbinen. Bei der Nutzung von Turbinen fallen große Mengen von Abgasen und damit Abwärme an, die häufig nicht genutzt wird. Ein Abwärmehückgewinnungssystem für Turbinen kann die in Abgasen der Turbinen enthaltene Wärme in einem Temperaturbereich bis zu 350° für andere Vorgänge nutzbar machen.

4. Bilanzierung von Umweltauswirkungen

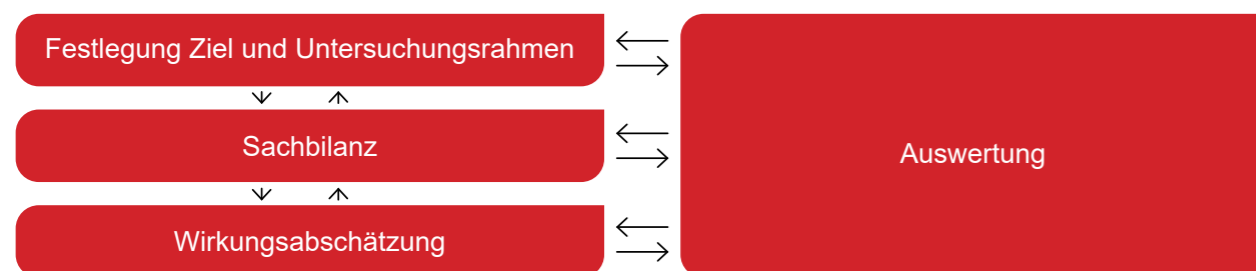
4.1 Ökobilanzierung

In einer Zeit, in der die Umweltverantwortung immer mehr an Bedeutung gewinnt und Unternehmen vermehrt bestrebt sind, negative Umweltauswirkungen zu minimieren, spielt die Ökobilanzierung eine entscheidende Rolle.

Die Ökobilanzierung ist ein wichtiges Instrument zur umfassenden Bewertung der Umweltauswirkungen von Produkten, Prozessen oder Dienstleistungen über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Das reicht von Rohstoffgewinnung über Produktion, Nut-

zung und Verwertung bis hin zur Entsorgung. Diese Entscheidungsgrundlage können Unternehmen gezielt zur Verringerung negativer Umweltauswirkungen nutzen (9 Frischknecht, 2020).

Grundsätze und Regeln zur Durchführung von Ökobilanzen wurden in den ISO-Standards 14040:2006 und 14044:2006 international festgelegt und in das deutsche Normenwerk übertragen (vgl. DIN EN ISO 14040:2021-02). Gemäß diesen Normen umfasst eine Ökobilanz-Studie vier Phasen:



Ökobilanzierungsphasen nach ISO 14040 und ISO 14044

1) Festlegung Ziel und Untersuchungsrahmen: In der ersten Phase wird das Ziel definiert, die Systemgrenze wird festgelegt, alle relevante Ein- und Ausgangsströme des Produkts oder Prozesses werden identifiziert und die zu untersuchenden Umweltkategorien werden ausgewählt. Bei der Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen einer Ökobilanz-Studie sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen. Je klarer diese definiert werden, desto besser werden Ausrichtung und Qualität der Ökobilanz-Studie sein. Mögliche Aspekte sind die beabsichtigte Anwendung und die Begründung für die Durchführung der Studie, die Zielgruppe der Studie, das zu untersuchende Produktsystem und seine Funktionen, die Systemgrenze und die Methoden für die Wirkungsabschätzung, die Wirkungskategorien und die Auswertung sowie die Formulierung von Anforderungen an Daten und deren Qualität (vgl. ISO 14044:2006).

2) Sachbilanz: Die Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen stellt die Grundlage zur Durchführung der Sachbilanz-Phase einer Ökobilanz dar. Die Sachbilanz-Phase umfasst eine Reihe von Arbeitsschritten. Darunter zählen z. B. die Erhebung von

qualitativen und quantitativen Daten des betrachteten Systems (z. B. Daten von Wasser- und Energieströmen, Treibhausgasemissionen, etc.), die Datenberechnung, die Datenvalidierung, der Bezug der Daten auf einzelne Prozessmodule und eine funktionelle Einheit, die Datenzusammenfassung und die Anpassung der Systemgrenze (vgl. ISO 14044:2006).

3) Wirkungsabschätzung: Das Ziel der Wirkungsabschätzung besteht darin, zusätzliche Informationen zur Unterstützung der Einschätzung der Sachbilanzergebnisse eines betrachteten Systems bereitzustellen, um deren Umweltrelevanz besser zu verstehen. Die Wirkungsabschätzungsphase umfasst die Erhebung von Indikatorwerten für verschiedene Wirkungskategorien (z. B. Wasser- und Energieverbrauch), die zusammen das Wirkungsabschätzungsprofil für das betreffende System darstellen. Die Wirkungsabschätzungsphase muss mit den anderen Ökobilanz-Phasen harmonisiert werden. Damit lässt sich bspw. überprüfen, ob die Qualität der Sachbilanzdaten und -ergebnisse für die Durchführung der Wirkungsabschätzung ausreichend ist (vgl. ISO 14044:2006).

4) Auswertung: Die Auswertung ist die letzte Phase einer Ökobilanz-Studie und befasst sich mit der Ergebnisinterpretation. Darauf aufbauend werden in Übereinstimmung mit dem festgelegten Ziel und Untersuchungsraum Schlussfolgerungen, Handlungsempfehlungen und Entscheidungshilfen abgeleitet. Zur Auswertungsphase gehören bspw. die Identifizierung signifikanter Parameter (z. B. Sachbilanzdaten wie Energie und Emissionen) auf Basis

der Ergebnisse der Sachbilanz- und Wirkungsabschätzungsphasen, die Beurteilung der Methode und der Ergebnisse durch Vollständigkeitsprüfung, Sensitivitätsprüfung und Konsistenzprüfung und das Ziehen von Schlussfolgerungen, die Identifizierung von Einschränkungen und die Ableitung von Empfehlungen (vgl. ISO 14044:2006).

4.2 Treibhausgasbilanzierung

Die schwindende Artenvielfalt, die Verschmutzung der Meere und der zunehmende Klimawandel bewegten UN Generalsekretär António Guterres im Jahr 2020 dazu, während seiner Ansprache im „World Leaders Forum“ den Zustand unseres Planeten mit alarmierenden Worten zu beschreiben: „To put it simply: The state of our planet is broken.“ Die nationalen und internationalen Vorgaben zur Verbesserung des Klimaschutzes setzen Unternehmen zunehmend unter wirtschaftlichen Druck (z. B. EU Green Deal). In Deutschland wurden die Vorgaben zum Klimaschutz im Klimaschutzgesetz weiter verschärft, mit dem Ziel, bis 2045 klimaneutral zu sein.

Die Treibhausgase (z. B. CO₂: Kohlenstoffdioxid, CH₄: Methan) können nach dem weltweit anerkannten Standard des „Greenhouse Gas Protocols“ (folgend: GHG-Protokoll) bilanziert und somit anschließend reduziert bzw. kompensiert werden. Das GHG-Protokoll unterscheidet drei Bereiche, sogenannte Scopes:

- **Scope 1 (Direkte Emissionen):** Hier werden direkte Treibhausgasemissionen, die aus Quellen stammen, die sich im Besitz oder unter der Kontrolle der berichtenden Organisation befinden, bilanziert. Dazu gehören beispielsweise Emissionen aus Unternehmenseinrichtungen (z. B. Verbrennungsprozesse) oder der Fuhrpark.
- **Scope 2 (Indirekte vorgelagerte energiebezogene Emissionen):** Hier werden indirekte Emissionen, die durch den Bezug von Strom, Dampf, Heizung und Kühlung entstehen, bilanziert. Durch die Energieerzeugung entstehen bereits vor der Nutzung im Betrieb – im sogenannten vorgelagerten Unternehmensbereich – Emissionen.
- **Scope 3 (Indirekte vor- und nachgelagerte Emissionen):** Scope 3 umfasst alle anderen indirekten Emissionen, die auf Aktivitäten der Organisation entfallen, aber nicht Scope 1 oder Scope 2 zuzuordnen sind und sich nicht

im Besitz oder unter der Kontrolle des zu bilanzierenden Unternehmens befinden, aber in der Wertschöpfungskette verankert sind. Dies können vielzählige Quellen sein, wie zum Beispiel Emissionen aus der Produktion von Rohstoffen, die Nutzung der verkauften Produkte, Geschäftsreisen, Lieferkettenaktivitäten, Abfallentsorgung und andere externe Quellen.

Häufig fehlen Unternehmen Daten, die zur Treibhausgasbilanzierung gebraucht werden. Neben öffentlichen oder kostenpflichtigen Datenbanken, können Unternehmen z. B. durch **Primärdatenerfassung** mittels Sensorik bestenfalls eigene Daten erheben. Somit erleichtert die **Digitalisierung** die Anfertigung einer Treibhausgasbilanzierung und unterstützt den Weg Richtung Klimaneutralität. Somit spielen Themen, wie

- Ressourcentransparenz & -effizienz (z.B. Material, Gas oder Strom) oder

- Life Cycle Engineering (z.B. geschickte Produktdesignentwicklung)

eine zentrale Rolle für die nachhaltige Transformation und Bilanzierung von Scope 1,2 und 3.

Falls Ihr Unternehmen nicht über das notwendige Fachwissen im Bereich der Treibhausgasbilanzierung oder den daran anschließenden Themen, wie Digitalisierung (z. B. Managementsysteme wie ISO 14001 und ISO 15001), Ressourceneffizienz oder Life Cycle Engineering verfügt, haben Sie die Möglichkeit, Unterstützung in Anspruch zu nehmen. Kostenfreie Unterstützung wird Dank der öffentlichen Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz von Mittelstand-Digital Zentren in verschiedenen Bundesländern angeboten. Wir unterstützen Sie bei der digitalen, nachhaltigen Transformation und zeigen individuelle/maßgeschneiderte Umsetzungsmöglichkeiten auf!

5. Praxisbeispiele

5.1 Auftragsbezogenes Energiemonitoring am Demonstrator Print4Paul

Im Rahmen der Demonstratorentwicklung des Mittelstand Digital Zentrums Kaiserslautern entstand ein 3D-Druckpark, der in die verteilte und vernetzte Produktionslandschaft der SmartFactory KL eingebunden wurde. An diesem Demonstrator ist es möglich unterschiedliche Produkte auf Basis einer skill-basierten Fertigung herzustellen. Im Falle des Use Cases der SmartFactory besteht die derzeitige Produktion aus verschiedenen LKW-Führerhäusern und zugehörigen Features. Für die Erweiterung einer automatischen Auftragszuordnung mit Produkthanforderung- und Fähigkeitsabgleich der Anlagen wurde zusätzlich ein auftragsbezogenes Energiemonitoring entwickelt. So hat der/die Kunde/-in oder Nutzer/-in des Produktionssystems die Möglichkeit nach Wunsch, ein energieverbrauchschonendes Produkt herzustellen.

Funktionsweise: Durch die Integration eines Smart Meters in den Stromkreislauf der unterschiedlichen Drucker werden Ströme und Spannungen erfasst

und der Verbrauch in Watt für einen Auftrag erfasst. Auf Basis eines Linearen-Regressionsmodells werden Messwerte eines Auftrages in Abhängigkeit der Auftragsdauer dargestellt. Auf Basis der historischen Daten kann eine Prognose für zukünftige auftragsbezogenen Energieverbräuche abgegeben werden. Je mehr Daten erfasst wurden, desto präziser die Vorhersage. Die Verbräuche werden in .csv-Dateien gespeichert und von dort dem Modell zum Training zugespielt.

Für weitere Informationen rund um das Thema auftragsbezogenes Energie Monitoring unterstützt sie das Mittelstand-Digital-Zentrum Kaiserslautern kostenlos und generiert mit Ihnen Ideen zu möglichen Umsetzungsprojekten in Ihrem Unternehmen.

Weiterführende Informationen: **Schulungs-demonstrator PAUL - Digitalzentrum Kaiserslautern (digitalzentrum-kaiserslautern.de)**

5.2 Drahtlose Datenerfassung für Ressourcen- und Energieeffizienz

Um Ressourcen- und Energieeffizienz zu steigern, werden verlässliche Daten benötigt. Die Verbräuche sollten möglichst genau und kontinuierlich erfasst werden, um die definierten Zielzahlen zu evaluieren und die Optimierungsschritte einzuleiten. Drahtlose Sensoren sind eine praktische Lösung, um Daten dort zu sammeln, wo sie entstehen. Dabei müssen es nicht immer teure High-End-Lösungen sein, oft reichen günstige Sensoren aus, die mit Technologien aus dem Internet der Dinge (IoT) arbeiten. Die Sensoren können zum Beispiel:

- Gas-, Wasser- oder Stromzähler auslesen und so den Verbrauch überwachen,

- Strom und den Zustand der Maschinen messen und mögliche Störungen oder Verschwendungen erkennen

- Auslastung der Arbeitsplätze oder Räume erfassen und die Raumplanung optimieren.

Die gemessenen Daten lassen sich individuell in Dashboard-Systeme anzeigen und auch in eigene Systeme überführen. Die Mittelstand-Digital Zentren unterstützen Sie dabei, die Vorteile der drahtlosen Sensoren für Ihr Unternehmen zu nutzen. Sie bieten Ihnen mobile Demonstratoren, Workshops und Projekte an, die Ihnen die Technologien näherbringen und für Ihr Unternehmen anwendbar gestaltet werden.

Weiterführende Informationen: **<https://www.digitalzentrum-sh.de/energieeffizienz-koffer>**

5.3 Energieoptimierung mit Simulation am Beispiel der Kläranlage Aschersleben

In Deutschland gibt es rund 10.000 kommunale Kläranlagen. Mit einem mittleren Anteil von ca. 20% gehören Kläranlagen zu den größten kommunalen Stromverbrauchern, wobei der Gesamtstromverbrauch aller kommunaler Kläranlagen bei 4.200 Gigawattstunden pro Jahr liegt. Das entspricht einer Emission von ca. 2,36 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Jahr (mit 562 g CO₂,eq/kWh) (DWA 2015).

Die weiter steigenden Energiepreise und gesetzlichen Anforderungen an die Reinigungsleistung, die Energiewende und die Auswirkungen des Klimawandels stellen den Betrieb von Kläranlagen vor großen Herausforderungen. Im Rahmen einer Studie von Leupolt et al. (2016) zur Energieoptimierung wurden mit Hilfe der dynamischen Kläranlagensimulation die Energieeinsparmöglichkeiten und die Nutzung von erneuerbarer Energie auf der Kläranlage Aschersleben (Ausbaukapazität: 48.000 EW, spezifischer gesamter Energieverbrauch:

38 kWh/(EW*a)) untersucht. Dazu zählten unter anderem der Austausch von zu großen Gebläsen (Betrieb im schlechten Wirkungsgrad) durch kleinere und die Integration einer Photovoltaik und Windenergie zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs. So bestünde für diese konkrete Kläranlage durch den Einsatz zwei kleiner Gebläse und durch die Reduzierung der internen Rezirkulation ein Energieeinsparpotential von 17% (183 MWh/a).

Das Mittelstand-Digital Zentrum Magdeburg unterstützt Abwasserverbände bei der Durchführung von Energieanalysen und bei der Untersuchung von Energieoptimierungspotenzialen von Kläranlagen. Es bietet Ihnen mobile Demonstratoren, Workshops, Digitalisierungssprechstunde und Projekte an, die Ihnen den Einsatz der dynamischen Simulation näherbringen. Nähere Informationen finden Sie unter **www.digitalzentrum-magdeburg.de/**

6. Fördermöglichkeiten und erste Schritte

Für die ersten Schritte empfehlen wir Ihnen eine Unterstützung durch unsere Mittelstand-Digital Zentren Deutschlandweit. Wir bieten Ihnen Unterstützung in Themen der Nachhaltigkeit und der Energie- und Ressourceneffizienz. Dabei unterstützen wir Sie in folgenden Themenfeldern:

- Datenerfassung und Prozessoptimierung
- Energie- und Ressourceneffizienz durch Digitalisierung
- Kreislaufwirtschaft
- Treibhausgasbilanzierung
- Ökobilanzierung

- Energieeffizienz (Produktion und Gebäude)
- Beispiele von anderen Unternehmen zu Umsetzungen in Bezug auf Nachhaltigkeit und Digitalisierung (mit möglicher Vernetzung)

Weiterhin ist es möglich über die Mittelstand-Digital Zentren Fördermöglichkeiten für Regionen und Bundesland zu erhalten. Wenn Sie mehr über Fördermöglichkeiten zum Thema Energie- und Ressourceneffizienz erfahren möchten, werfen Sie einen Blick in unseren LEA-Kurs zu besagtem Thema: **Energie- und Ressourceneffizienz - Fördermaßnahmen (ita-kl.de)**

7. Fazit und Ausblick

Noch immer und gerade jetzt ist das Thema der Nachhaltigkeit in Unternehmen speziell im Rahmen der Energie- und Ressourceneffizienz präsenter denn je. Die Bundesregierung hat das Ziel in Deutschland bis 2045 klimaneutral zu sein und entwickelt derzeit Auflagen zur Transparenz verschiedener Parameter, wie beispielsweise dem Erfassen und Übermitteln des CO₂-Ausstoßes von Unternehmen in allen Branchen (17 Kleemann, 2022). Dazu ist es für Unternehmen und gerade KMU gezwungenermaßen notwendig sich mit der Erfassung von Energiedaten und Verbräuchen von Ressourcen und Energieträgern zu befassen.

Dieses Whitepaper zeigt Ihnen, wie Sie mittels digitalisierter Maßnahmen einen ersten Schritt in die Klimaneutralität machen können. Dabei spielt es eine erhebliche Rolle, strukturiert vorzugehen und sich beispielsweise der VDI DIN 4801 zu bedienen, die Ihnen nicht nur Maßnahmen und Möglichkeiten der Digitalisierung im Sektor Nachhaltigkeit aufzeigt, sondern einen Methodenkoffer und ein Vorgehen zur effizienten Umsetzung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen für Ihr Unternehmen mit an die Hand gibt. Gerne stehen wir Ihnen als Mittelstand-Digital Zentren Deutschlandweit zur Verfügung und bieten Unterstützung in Fragestellungen rund um die im Paper beschriebenen Themenschwerpunkte.



Quellenverzeichnis

1. Bendel, O. (2021, Februar 28). Ressourcen. Gabler Wirtschaftslexikon. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/ressourcen-122425/version-384549>
2. Moldaschl, M. (Hrsg.). (2007). Immaterielle Ressourcen: Nachhaltigkeit von Unternehmensführung und Arbeit I (Arbeit, Innovation und Nachhaltigkeit, 3). München: Hampp. nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-324821. S. 19-22
3. Europäische Kommission, Generaldirektion Binnenmarkt, Industrie, Unternehmertum und KMU, Grohol, M., Veeh, C. (2023). Study on the critical raw materials for the EU 2023 : final report, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585>. S. 44–46
4. Kosmol, J; Kanthak, J; Herrmann, F; Golde, M; Alsleben, C; Penn-Bressel, G; Schmitz, S; Gromke, U. (2012) Glossar zum Ressourcenschutz. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4242.pdf>. S. 22 f, 33
5. Knight C. (2023) Primärrohstoff – was ist das?. Europäische Investitionsbank. <http://www.eib.org/de/stories/virgin-raw-material-nature>
6. McAloone, T. C. & Pigosso, D. C. A. (2021). Ökodesign: Entwicklung von Produkten mit verbesserter Ökobilanz. In Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung (pp. 975-1021). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57303-7_22. S. 979
7. Entnommen aus einem Artikel des Umweltbundesamts die auf die Studie der ideu hinweisen: Lewicki, P. (2023). Energiesparen in Industrie und Gewerbe. Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energiesparen-in-industrie-gewerbe>
8. Wagenblass, D. (2018). Effiziente Druckluft: Stromverbrauch könnte ein Drittel geringer sein. <https://partner.mvv.de/blog/effiziente-druckluft-neue-wege-zur-energieeinsparung>
9. Frischknecht, R. (2020). Einführung. In: Lehrbuch der Ökobilanzierung. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54763-2_1
10. DIN EN ISO 14040:2021-02: Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006 + Amd 1:2020); Deutsche Fassung EN ISO 14040:2006 + A1:2020
11. ISO 14040:2006: Environmental management Life cycle assessment Principles and framework
12. ISO 14044:2006: Environmental management Life cycle assessment Requirements and guidelines
13. Niemeyer, Jan Felix; Schäfer, Malte; Menenga, Mark: Die Treppenmeister GmbH auf dem Weg zur Klimaneutralität, In: Zukunft.Digital, TEWISS – Technik und Wissen, Garbsen, 2022, Ausgabe 02/2022, Seite 18-21, ISBN 978-3-95900-755-9
14. The Greenhouse Gas Protocol – A Corporate Accounting and Reporting Standard 2015, <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>
15. DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.) (2015): Arbeitsblatt DWA-A 216 Energiecheck und Energieanalyse – Instrumente zur Energieoptimierung von Abwasseranlagen, Hennef.
16. Leupolt; Alex, J. und Hübner, C. (2016): Energieeffizienzanalyse von kommunalen Kläranlagen mit Simulation, S. 171-178. In: Koch, M. K.; Jacobsen, H.; Oertel, B.: Wettbewerb „Energieeffiziente Stadt“, Band 7: Dienstleistungen für die energieeffiziente Stadt, LIT Verlag, Berlin.
17. Kleemann, E. (2022, Mai 9). CSRD-Berichtspflicht - Welche Anforderungen müssen Unternehmen erfüllen? - DFGE - Institute for Energy, Ecology and Economy. DFGE - Institute for Energy, Ecology and Economy. <https://dfge.de/csrd-berichtspflicht/>



Mittelstand-Digital
**Zentrum
Kaiserslautern**



Mittelstand-Digital
**Zentrum
Rheinland**



Mittelstand-Digital
**Zentrum
Rostock**



Mittelstand-Digital
**Zentrum
Magdeburg**



Mittelstand-Digital
**Zentrum
Schleswig-Holstein**



Mittelstand-Digital
**Zentrum
Saarbrücken**

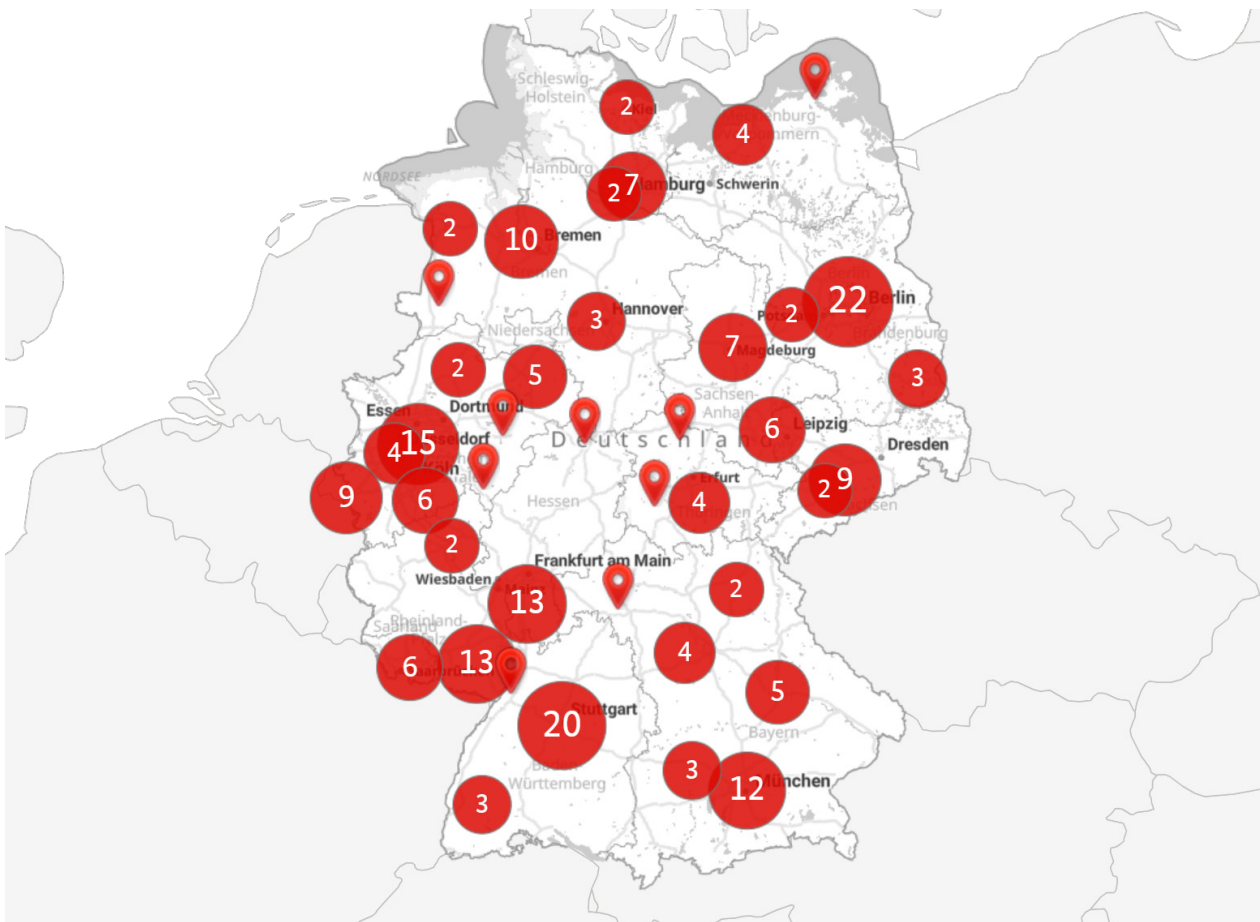


Mittelstand-Digital
**Zentrum
Hannover**



Mittelstand-Digital
**Zentrum
Klima.Neutral.Digital**

Die o.g. Mittelstand-Digital Zentren gehören 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.



Mittelstand-Digital Zentren Deutschlandweit

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 auf www.mittelstand-digital.de