

Anleitung zur Einführung der VDI 4801

Praktikable und kontinuierliche Energieeffizienzsteigerung in kleinen und mittleren Unternehmen



Auftraggeber

LfU Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister Ulrichstr. 160
86179 Augsburg

Auftragnehmer

Bernd Maur Consulting
Eisenbahnstraße 33a
82110 Germering

Projektzeitraum

2019-2022

Inhalt

1	Über diese Anleitung	4
2	Allgemeine Einführung.....	5
2.1	Einführung	5
2.1.1	Unterscheidungsmerkmale zum Energieaudit nach DIN 16247	5
2.1.2	Projekttablauf.....	5
2.1.3	Kontext der Richtlinie.....	7
2.1.4	Gliederung der VDI 4801.....	7
2.2	Ressourceneffizienz- Was ist das?	14
2.2.1	Ressourcen.....	14
2.2.2	Nutzen.....	15
2.3	Darstellung der Zusammenhänge zwischen Prozessen	16
2.4	Strategieliste Energie.....	19
2.5	Praxisbeispiele	23
2.5.1	 Praxisbeispiel 1: Wärmerückgewinnung.....	23
2.5.2	 Praxisbeispiel 2: Trockneroptimierung	26
2.5.3	 Praxisbeispiel 3: Optimierung Kühlsystem.....	29
3	Praxisnahe Anleitung für die Umsetzung	32
3.1.1	Einführung.....	33
3.2	Vorgehen	35
3.2.1	Orientierung und Unternehmenszielsetzung.....	35
3.2.2	Teambildung	37
3.2.3	Ziele für das Team setzen.....	41
3.2.4	Grobanalyse durchführen	43
3.2.5	Ziele anpassen, Schwerpunkte definieren	46

3.2.6	Detailanalyse durchführen	48
3.2.7	Produkt- und Prozessverbesserungen entwickeln	50
3.2.8	Auswahl von Maßnahmen	52
3.2.9	Maßnahmen umsetzen	53
3.2.10	Kontrolle des Maßnahmenerfolgs.....	53
3.2.11	Neue Ziele setzen	54
3.3	Stolpersteine und Lösungsansätze bei der Umsetzung	54
3.3.1	Projektmanagement	64
3.4	Methoden und Methodenauswahl.....	64
3.4.1	Methodenkriterien.....	64
3.4.2	Methoden der VDI 4801 und Methodensteckbriefe.....	66
3.5	Projektdokumentation der eigenen Aktivitäten	67
3.5.1	Energieaktionsliste: Dokumentation von Energie- und Organisationsmaßnahmen.....	68
3.5.2	Das Maßnahmenblatt.....	74
3.5.3	Dokumentation der Aktivitäten, Dokumentenlenkung.....	77
3.5.4	Ergebnissicherung	77
3.6	Einbindung in bestehende Managementsysteme	77
3.7	Normen, Richtlinie und Unterstützung.....	78
4	Anhang.....	79
4.1	Relevante Normen.....	79
4.2	Begriffe	80
4.3	Abbildungsverzeichnis	82
4.4	Tabellenverzeichnis	83
4.5	Quellenverzeichnis	84
4.6	Downloads.....	84

1 Über diese Anleitung

Um dem Klimawandel zu begegnen, muss unser Wirtschaften und unser Verhalten eine erhebliche Änderung erfahren. Diese Änderung wird häufig mit dem Ziel der Nachhaltigkeit beschrieben. Eine Definition der Nachhaltigkeit, bzw. einer nachhaltigen Entwicklung wurde 1987 im sogenannten Brundtlandbericht¹ eingeführt. Volker Hauff übersetzte die Definition 1987 so: „*Dauerhafte Entwicklung ist eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.*“² Dementsprechend müssen wir Maßnahmen einleiten und Methoden zur Anwendung bringen, die uns diesen Weg ermöglichen. Die VDI Richtlinie 4801 „Ressourceneffizienz in klein und mittelständischen Unternehmen“ ist dabei ein wertvoller Baustein für eine strategische Entwicklung zur Erreichung eines Nachhaltigkeitsziels.

Dieser Bericht beschreibt, wie eine Umsetzung der Richtlinie VDI 4801 in den betrieblichen Alltag erfolgen kann. Das Dokument gliedert sich in zwei Teile.

- Einführung in das Thema (s. Kapitel 2)
- Praktische Umsetzung der Richtlinie in den betrieblichen Alltag (s. Kapitel 3)

Dabei werden die Inhalte und Methoden der Richtlinie genutzt und ergänzt mit weiteren sinnvollen Elementen, die überwiegend aus dem Bereich der Energie- und Ressourceneffizienz entstammen.

Der Leser erhält eine einfache und nachvollziehbare Anleitung, wobei immer ein Bezug zur Richtlinie und deren einzelnen Kapiteln hergestellt wird. Relevante Begriffe werden im Anhang erklärt.

Die Richtlinie VDI 4801 wurde bei drei KMU eingeführt und erprobt. Alle Unternehmen haben ein Energieteam gegründet und betreiben dieses. Die Erfolge und auch die Schwierigkeiten bei der Einführung und Umsetzung der Richtlinie wurden dokumentiert. Im Falle von Umsetzungsschwierigkeiten wurde, zusammen mit den Unternehmen, nach praktikablen und effektiven Lösungsmöglichkeiten gesucht. Die Erfahrungsberichte stehen als Download auf unserer Homepage zur Verfügung. Lösungen konnten Hilfsmittel wie Arbeitslisten, Methodenschulungen und Methodensteckbriefe sein. Die Hilfsmittel werden in diesem Dokument ebenfalls kurz vorgestellt und sollen die Leser bei der Einführung und Umsetzung der Richtlinie unterstützen. Die entwickelten Werkzeuge stehen auch als Download zum Bericht zur Verfügung.

¹ (Brundtland, 1987)

² (World Commission on Environment and Development, 1987)

2 Allgemeine Einführung

2.1 Einführung

Die VDI 4801 bietet einen praktikablen und weniger formalen Ansatz als eine Managementsystemnorm, wie zum Beispiel die ISO 50001. Mit ihrer Hilfe kann die Ressourcen- und Energieeffizienz in einem KMU verbessert werden. Sie unterstützt Unternehmen, mit einem reduzierten Aufwand, die Vorteile eines systematischen Verbesserungsprozesses in die Unternehmensstruktur einzubinden. Die Richtlinie ist vorwiegend eine technische Hilfestellung zur Einführung eines vereinfachten Ressourcen- und Energiemanagementsystems. Sie zielt auf die Identifikation von Ansatzpunkten mit Hilfe verschiedener Strategien und Methoden ab. Aus diesen Ansatzpunkten können dann Maßnahmen zur Verbesserung der Effizienz abgeleitet werden. In diesem Sinne kann sie ein ergänzendes Werkzeug sein, um auch in den verschiedenen Managementsystemen, bei der Durchführung von Bewertungen der unternehmerischen Situation, angewandt zu werden.

2.1.1 Unterscheidungsmerkmale zum Energieaudit nach DIN 16247

Perspektivisch unterscheidet sich die VDI 4801 von der DIN 16247 insofern, dass die VDI 4801 den Prozess und die eingesetzten Ressourcen in den Mittelpunkt stellt, während die DIN 16247 eher deskriptiv von außen an das Thema herantritt. Der Schwerpunkt der VDI 4801 ist die Optimierung von Prozessen.

Grundsätzlich sollte auch im Bereich der Ressourceneffizienz die PDCA Strategie von den Unternehmen verfolgt werden. Hierbei stehen:

- P für Plan (Planen)
- D für Do (Durchführen)
- C für Check (Kontrollieren)
- A für Act (Agieren)

Diese, auch *Demingkreis* genannte Vorgehensweise, kennzeichnet die Struktur der allermeisten Management-Systemnormen. Fest integriert ist so der kontinuierliche Verbesserungsprozess, der den gleichen bzw. ähnliche Arbeitsschritte so lange wiederholt, bis sich das erwartete Ergebnis einstellt. Dies ist auch in den Analyseabläufen der VDI 4801 zu erkennen.

2.1.2 Projektablauf

Die Vorgehensweise zur Einrichtung eines einfachen Ressourcenmanagementsystems gemäß der Richtlinie VDI 4801 „Ressourceneffizienz in kleinen und mittelständigen Unternehmen (KMU)“ zeigt die folgende Grafik.

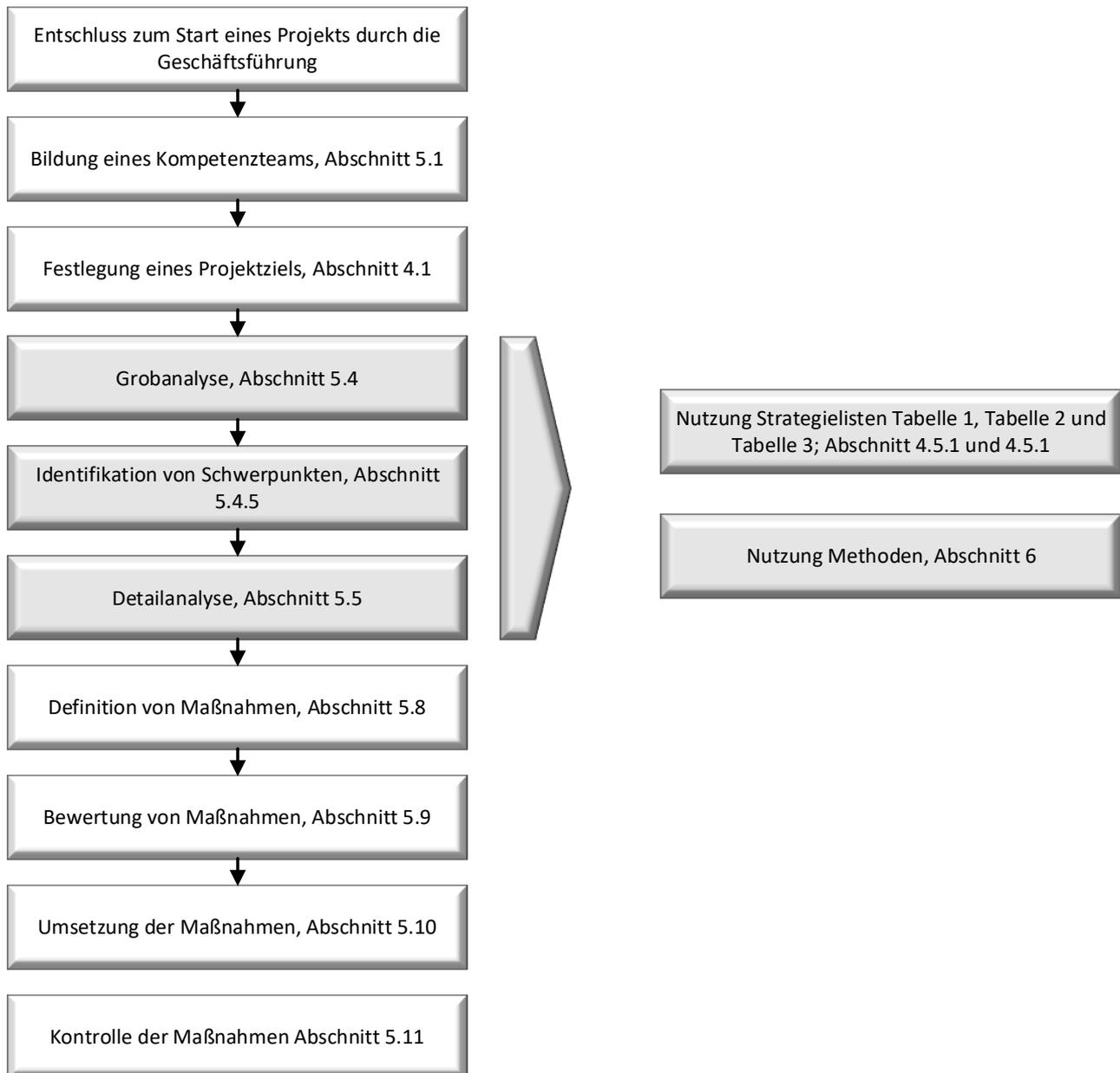


Abbildung 1: Möglicher Projektablauf orientiert an den Abschnitten der VDI-Richtlinie

Die VDI Richtlinie 4801 zielt in ihrem Kern auf die Thematik Ressourceneffizienz ab, die spezielle Zielgruppe hierbei sind die kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Das sind Unternehmen, die nach der Definition der EU folgende Kriterien erfüllen:

- Weniger als 250 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- Bilanzsumme kleiner 43 Mio. €
- Jahresumsatz kleiner als 50 Mio. €

Sie soll dieser Gruppe von Unternehmen als einfache Arbeitshilfe zur Verbesserung der betrieblichen Situation dienen.

2.1.3 Kontext der Richtlinie

Diese Richtlinie ist im Wesentlichen eingebettet in den Kontext der nachstehenden Richtlinien. In den genannten Normen werden Methoden und Techniken vorgestellt, die zur Umsetzung der VDI 4801 nützlich oder teilweise auch erforderlich sind. Die nachfolgende Grafik stellt den engen Kontext übersichtlich dar.

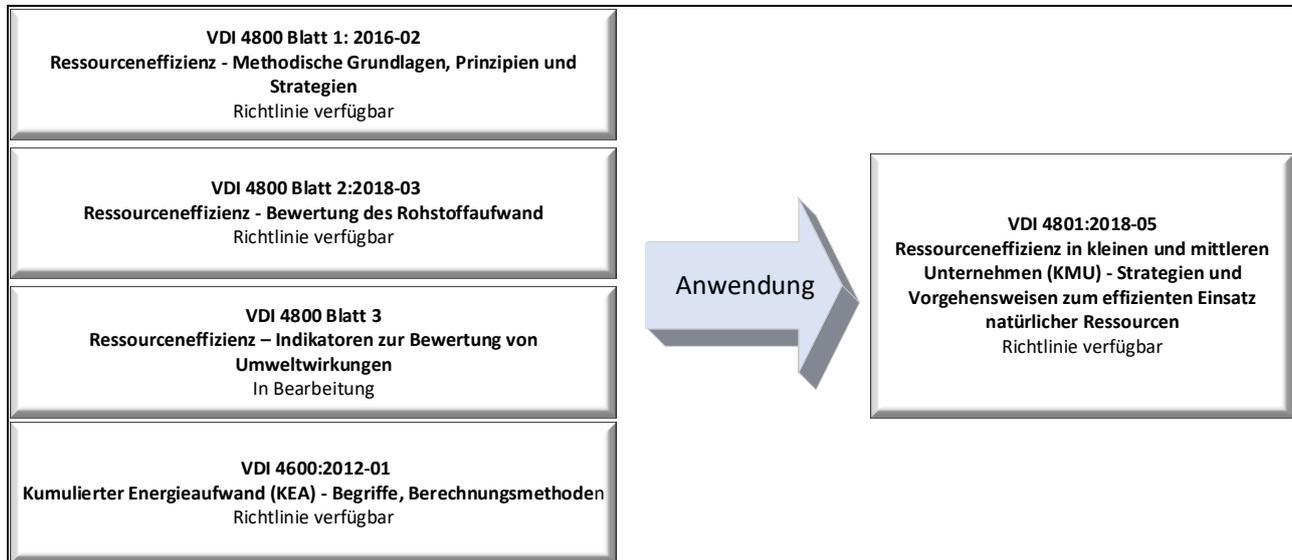


Abbildung 2: Kontext der VDI 4801

Es wird ebenfalls auf weitere Richtlinien und Normen verwiesen, wie zum Beispiel die VDI 4070 Blatt 1, welche das Thema „Nachhaltiges Wirtschaften in kleinen und mittelständischen Unternehmen“ behandelt. Auch zu nennen ist im direkten Kontext der Entwurf der VDI 5208 „Planung von energie- und materialeffizienten Fabriken“.

Die VDI ZRE Kurzanalyse Nr. 20³ gibt ab Seite 60 eine weitere Übersicht der verbundenen Normen und Richtlinien. Die Normen sind in einer Tabelle im Anhang dieses Berichts dargestellt.

2.1.4 Gliederung der VDI 4801

Gegliedert ist die Richtlinie in sieben Teile - die ersten drei Teile beschäftigen sich mit dem Anwendungsbereich, den Begriffen und den Abkürzungen.

³ (Lange & Oberender, 2017)

Kapitel 1	Anwendungsbereich
Kapitel 2	Begriffe
Kapitel 3	Abkürzungen
Kapitel 4	Grundlagen
Kapitel 5	Vorgehensweise zur Steigerung der Ressourceneffizienz
Kapitel 6	Instrumente
Kapitel 7	Zusammenhang der Richtlinien

Abbildung 3: Gliederung der VDI 4801

Im vierten Kapitel werden die Grundlagen für das betriebliche Geschehen rund um das Thema Ressourceneffizienz gelegt. Es wird beschrieben,

- wie Ressourceneffizienz und Effizienzveränderungen dargestellt werden können.
- wo die Grenzen für eine Effizienzbetrachtung gesetzt werden können.
- wie relevant die Erfassung der Einflussfaktoren auf die Effizienz ist.
- wie wichtig die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen bei der Planung und Umsetzung eines Effizienzprojektes sind.
- wie wichtig eine vorrausschauende Produktplanung für den Effizienzerfolg ist.
- welche Strategien und Blickwinkel auf den unternehmerischen Prozess möglich sind, um Effizienzmaßnahmen zu erkennen und umzusetzen.

Die eigentliche Vorgehensweise wird ab Kapitel 5 dargestellt. Es wird auf die Organisation und die Mitarbeitereinbindung eingegangen, dann aber im Wesentlichen die Analyseverfahren beschrieben und vorgestellt. Dabei werden verschiedene Perspektiven verfolgt.

2.1.4.1 Räumlicher Aspekt

Hier wird von einem „Gate to Gate“ (GtG) und einem „Cradle to grave“ (CtG) Ansatz gesprochen. Der erste Ansatz „GtG“ lässt sich mit „von Tor zu Tor“ übersetzen und berücksichtigt ausschließlich

die Vorgänge im eigenen Betrieb. Ausgenommen sind externen Prozesse wie Transporte, Herstellung von Vorprodukten, Nutzung von fertigen Produkten oder Auswirkungen auf die Umwelt im Sinne der Umweltleistung der ISO 14001. Dieser konkret auf das Unternehmen beschränkte Ansatz sorgt dafür, dass der Arbeitsaufwand und die Komplexität des Projektes überschaubar bleiben.

Der zweite Ansatz „CtG“, den man mit „von der Wiege bis zur Bahre“ übersetzen kann, beinhaltet den GtG Ansatz, betrachtet aber auch die vorgelagerte und nachgelagerte Prozesskette. Dadurch kommt er zu einer umfassenderen Betrachtung, die auch der Vorgehensweise der Umweltnormenreihe (ISO 14000) entspricht. Die nächste Abbildung stellt die Bilanzgrenzen beider Ansätze dar.

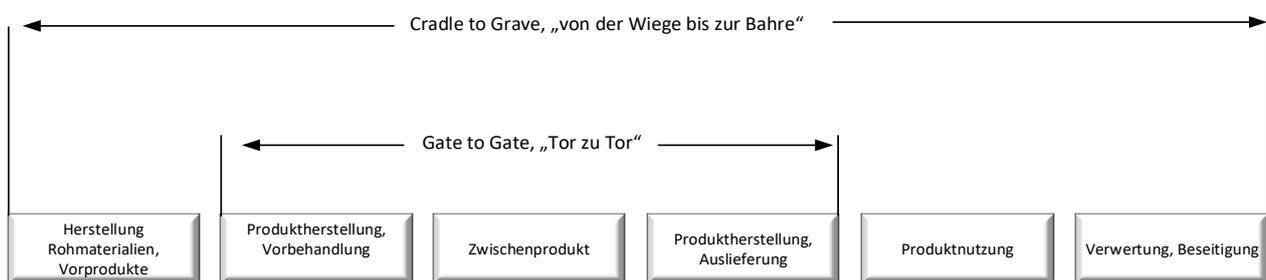


Abbildung 4: Darstellung der Bilanzgrenzen von "Cradle to Grave" und "Gate to Gate"

Aus diesen einzelnen Ansätzen wird deutlich, dass bei der GtG-Analyse der Betrachtungsschwerpunkt bei der **Produktion** liegt, während es bei der CtG-Analyse immer um den vollständigen **Lebensweg eines Produktes** geht. Empfohlen wird, die Analysen im GtG Modell zu starten, da die dadurch identifizierten Maßnahmen von dem Unternehmen leichter umzusetzen sind.

Produkte benötigen während ihrer Herstellung und im Falle von energieverbrauchenden Produkten auch während des Betriebes einen erheblichen Energieeinsatz. Während der Energieeinsatz bei der Herstellung für ein Unternehmen offensichtlich ist, muss über die Unternehmensgrenzen hinweg geschaut werden, um den Einfluss eines Gerätes auf den Energieverbrauch in seinem Produktlebenszyklus zu betrachten. Ein typisches Beispiel hierfür sind Arbeitsmaschinen. Exemplarisch ist im Folgenden die Lebensweganalyse (LCA) einer Kältemaschine unter dem CtG Fokus dargestellt. Diese Analyse können Sie als weiteres Dokument auf unserer Homepage herunterladen.

Dabei wurde der in der nachstehenden Grafik dargestellte Lebensweg verfolgt. Schritt 7 findet parallel zu Schritt 6 statt, ist aber der Bewertung wegen nachfolgend dargestellt.

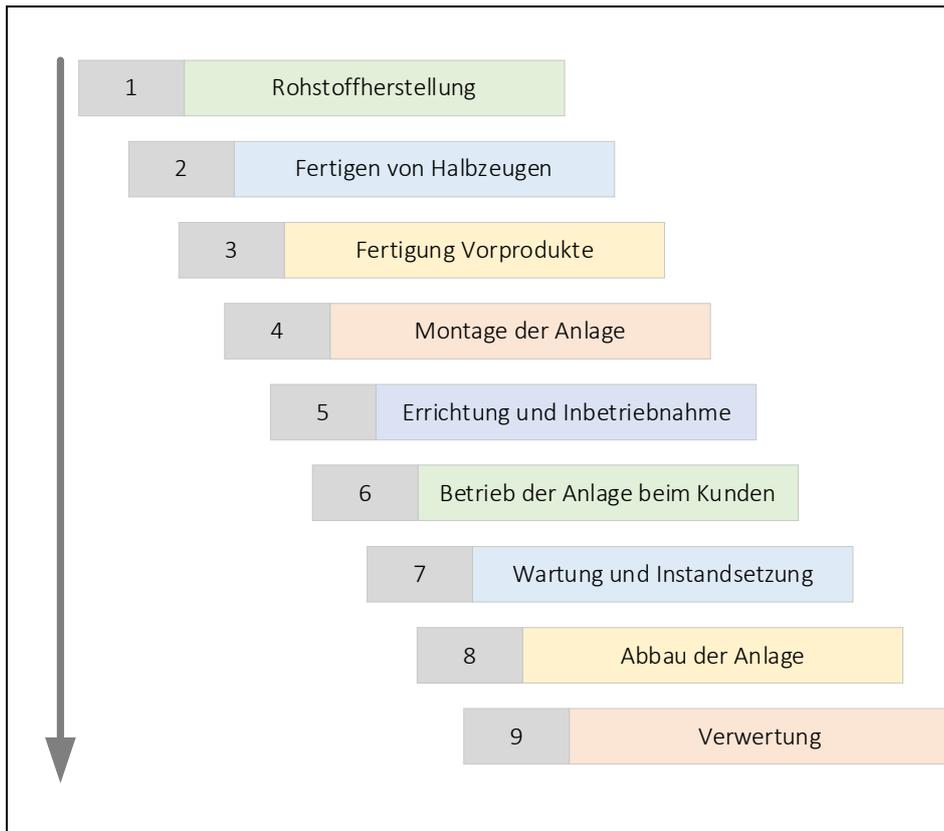


Abbildung 5: Ablauf Lebensweganalyse "Cradle to Grave"

Für jeden der aufgezeigten Schritte (1 bis 9) wurden die CO₂ Emissionen ermittelt. Im Ergebnis konnte festgestellt werden, dass 98 % des Gesamtenergieverbrauchs in der Nutzungsphase, Schritt 6, aufgewendet werden muss.

Tabelle 1: Ergebnis der LCA-Analyse einer Kältemaschine

Ermittlung CO ₂ Emissionen Anteile in %		
Bezeichnung	Wert	Einheit
Schritte 1 bis 3	0,87	%
Schritt 4	0,09	%
Schritt 5	0,03	%
Schritt 6	98,75	%
Schritt 7	0,03	%
Schritt 8	0,01	%
Schritt 9	0,22	%
Summe	100,00	%

Mit einer solchen Erkenntnis können Unternehmen, die selbst einen geringen Energieeinsatz haben, zur Ableitung von Maßnahmen kommen, mit denen sie durch Verbesserung der Energieeffizienz des Produktes einen erheblichen Beitrag zur Verminderung der Umweltwirkung des Produktes leisten können. Es ist im Allgemeinen also davon auszugehen, dass sowohl der auf die Herstellung, als auch der auf das Produkt bezogene Energieeinsatz relevant sein können.

Dies gilt auch für Regelungs- und Wartungsstrategien, welche einen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch haben. Letztendlich bietet das für die Unternehmen verschiedene Chancen:

- Bessere Marktakzeptanz ihrer Produkte
- Bessere Kundenbindung
- Bessere Umweltaußenwirkung des Unternehmens
- Erschließung weiterer Geschäftsfelder

2.1.4.2 Untersuchungsumfang und Detailtiefe

Es wird in der VDI 4801 unterschieden in eine Grobanalyse und eine Detailanalyse. Die nachfolgende Grafik zeigt das grundsätzliche Verständnis dazu, es gibt aber noch weitere denkbare Perspektiven in den Untersuchungen.

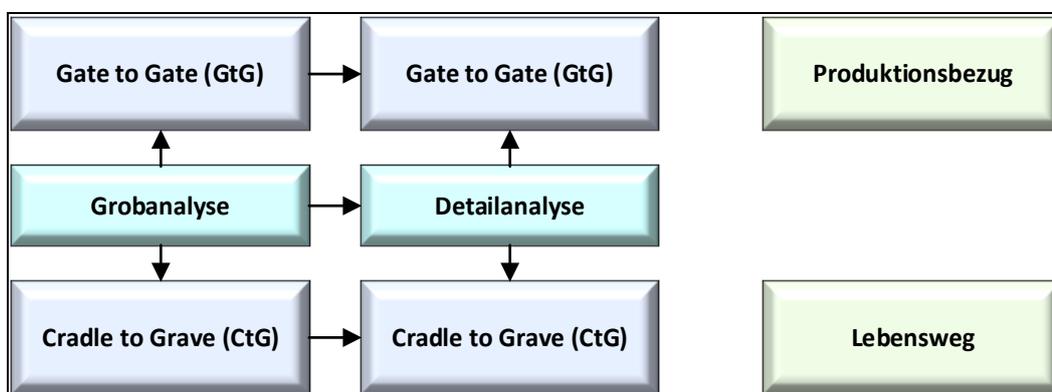


Abbildung 6: Mögliche Untersuchungsansätze und Betrachtungsmöglichkeiten

Diese Einteilung hilft dem Anwender dabei, seine Projekte zu fokussieren, um sie dann mit angemessenem Aufwand zu einem Erfolg zu führen. Jeder Detailanalyse wird eine Grobanalyse vorangestellt. Die Grobanalysen basieren auf leicht verfügbaren oder leicht zu ermittelnden Daten. Das Resultat einer Grobanalyse kann dann die Schwerpunkte für die Detailanalysen liefern, sodass diese zielgerichtet durchgeführt werden können.

Der Ablauf der beiden Untersuchungsmethoden GTG und CtG ist in den Grafiken auf den Seiten 34 und 35 der Richtlinie dargestellt. Die nachstehenden Grafiken sind diesen nachempfunden und stellen den Prozess mit Abschnittsbezügen und einer Einordnung in den PDCA Zyklus (**Plan-Do-Check-Act**) dar. Der PDCA-Zyklus oder auch Demingkreis genannt beinhaltet den zentralen Gedanken eines Managementsystems, der **Nachhaltigkeit**.

Es werden Prozesse/Maßnahmen geplant, umgesetzt und dann auf ihren Erfolg hin überprüft. Stellt sich der gewünschte Erfolg nicht ein, wird durch eine weitere Maßnahme eine Verbesserung herbeigeführt, welche dann wiederum auch auf ihre Wirksamkeit hin überprüft wird. So wird ein kontinuierlicher Lern- und Entwicklungsprozess im Unternehmen herbeigeführt. Aufgrund der Anforderungen eines Managementsystems wird eine zielgerichtete Dokumentation aller Entwicklungsschritte gepflegt. So ist es möglich, die Projektinformationen als relevantes Wissen im Unternehmen zu sichern und zu verankern. Diese Informationen sind dann nicht mehr an besondere Mitarbeiter gebunden, sondern Unternehmenswissen.

Auch die Einführung und Umsetzung der VDI-Richtlinie soll diesem Kontinuitätsgedanken folgen. Nur durch einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess lassen sich langfristig Verbesserungen im Unternehmen generieren und aufrechterhalten. Die folgenden Grafiken sollen noch einmal in übersichtlicher Weise die relevanten Arbeitsschritte für eine Gate to Gate und eine Cradle to Grave (Lebensweg-) Analyse darstellen. Die folgende GtG-Analyse bezieht sich auf die Kapitel 5.4 und 5.6 in der Richtlinie. Diese Ablaufdiagramme helfen bei der Ausgestaltung eines entsprechenden Projekts.

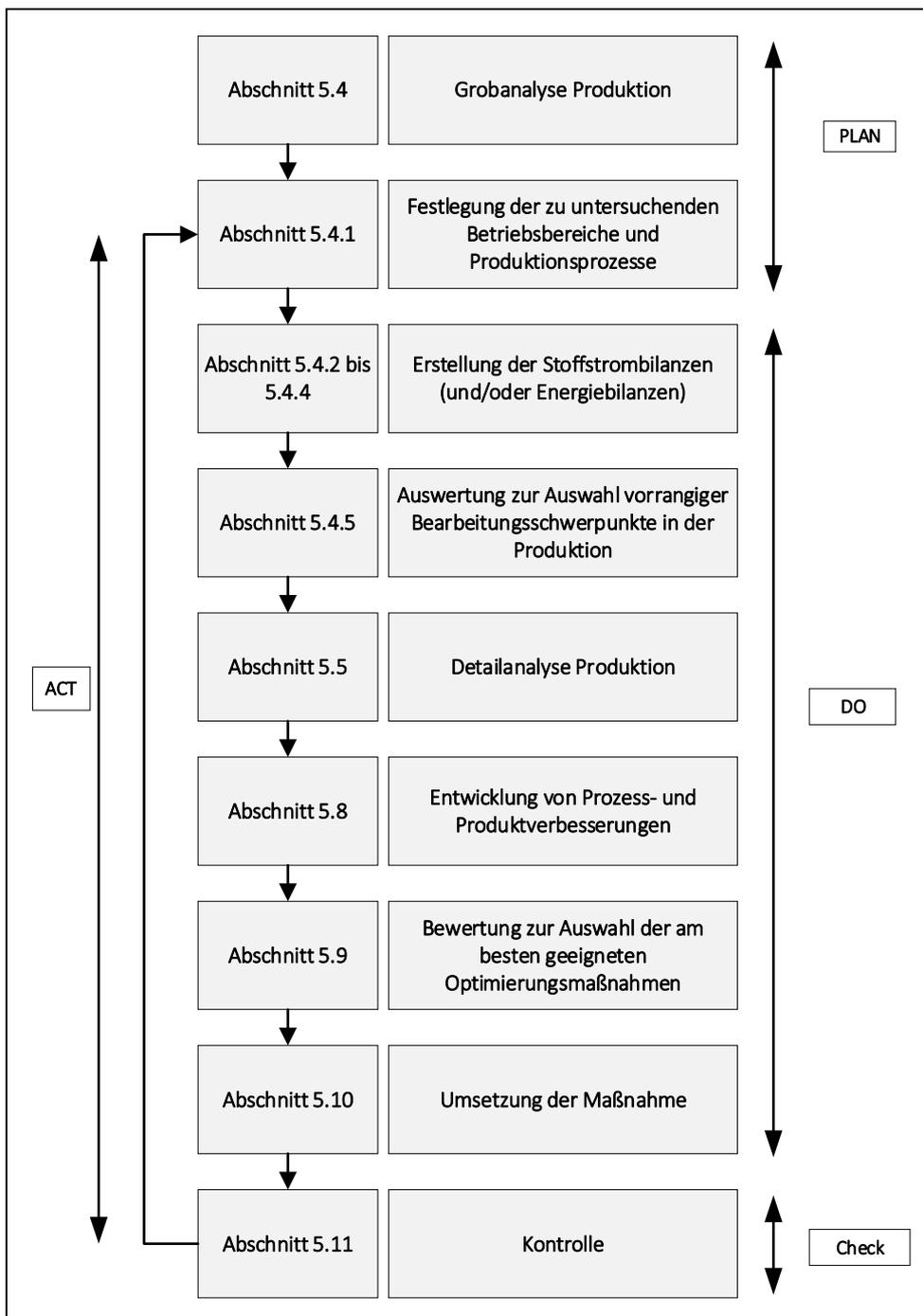


Abbildung 7: Gate to Gate Analyse

Die folgende Grafik zeigt das Vorgehen bei einer Lebensweganalyse.

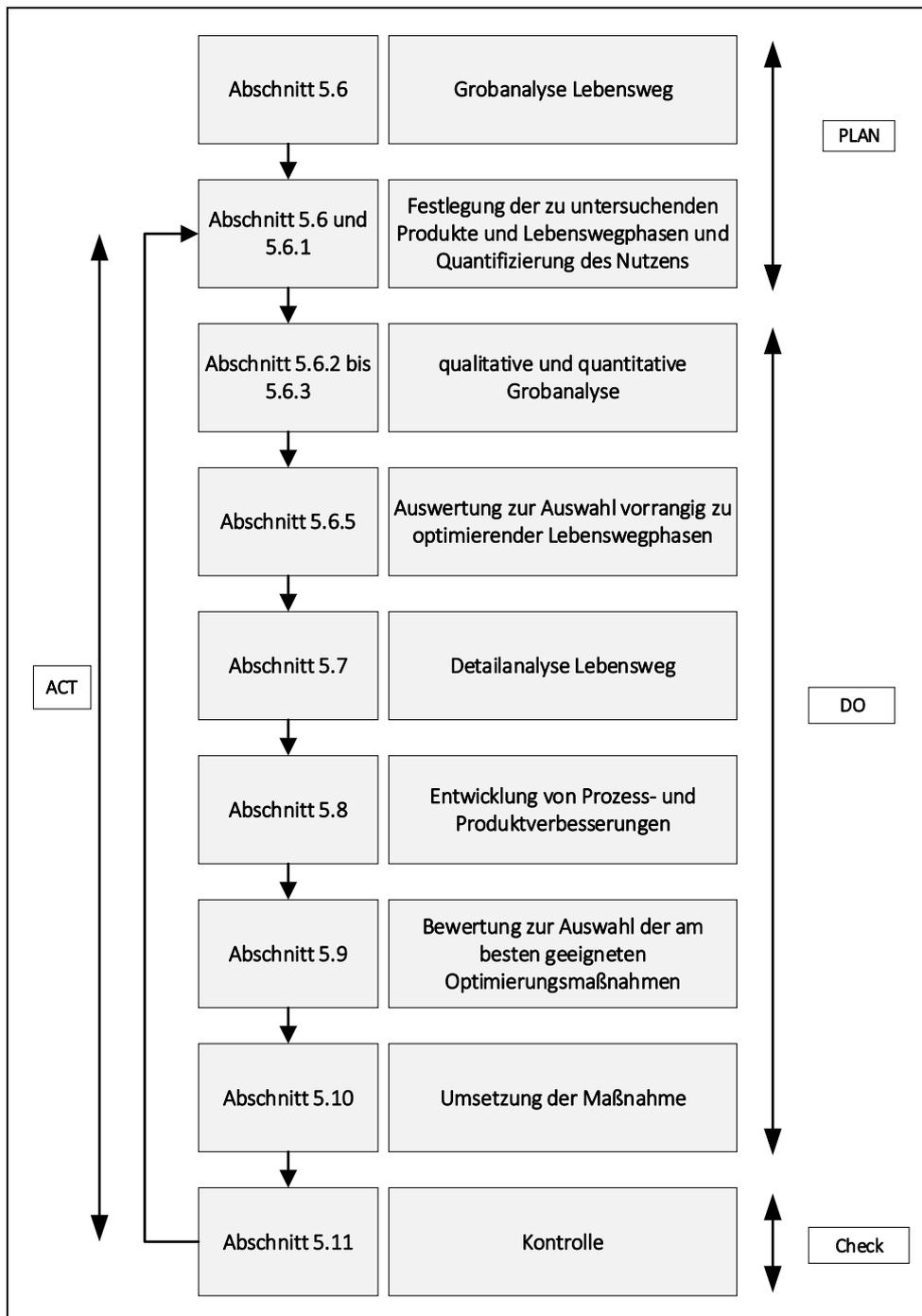


Abbildung 8: Cradle to Grave Analyse

2.2 Ressourceneffizienz- Was ist das?

Ressourceneffizienz ist in der Richtlinie VDI 4800 Blatt 1 definiert als „Verhältnis eines bestimmten Ressourceneinsatzes zum erreichten Nutzen“.⁴

$$\text{Ressourceneffizienz} = \frac{\text{Ressourceneinsatz}}{\text{Nutzen}}$$

Diese Definition entspricht auch dem ökonomischen Prinzip, mit kleinstem Aufwand einen möglichst hohen Ertrag zu erwirtschaften, oder mit dem gleichen Einsatz einen möglichst hohen Ertrag zu erwirtschaften. Das dritte Prinzip, das Optimumsprinzip, ist das Ergebnis einer Grenzwertbetrachtung der eigenen Fähigkeiten und der Aufnahmefähigkeit des Marktes.

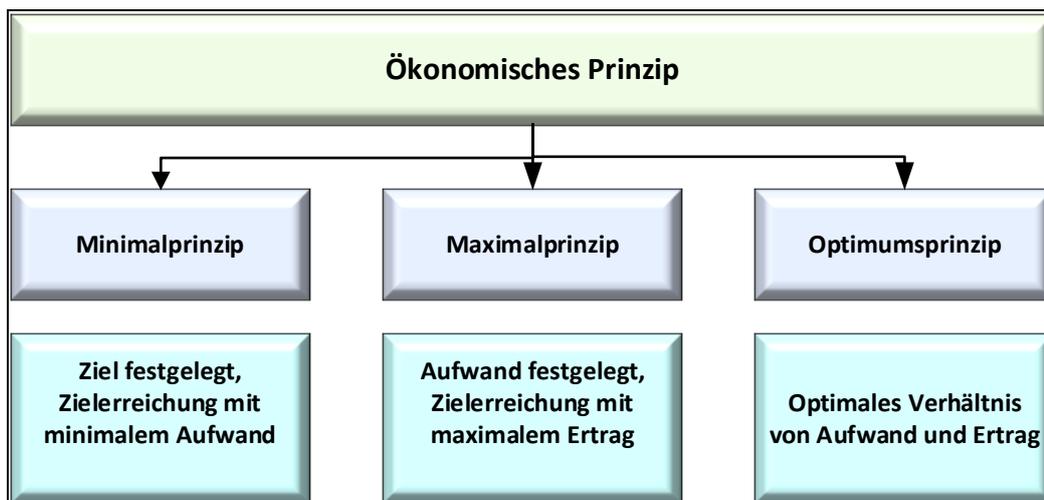


Abbildung 9: Ökonomisches Prinzip beim Einsatz von Ressourcen

2.2.1 Ressourcen

Im Sinne der Richtlinie VDI 4801 (Abs. 4.1) werden Ressourcen als „natürliche Ressourcen“ betrachtet. Hierzu zählen alle Materialien aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Rohstoffen, Wasser, Fläche und Energie.

Ressourcen haben zwei Funktionen, sie können einerseits als Quelle in einem Prozess dienen, auf der anderen Seite können sie als Senke dienen.

Als Quelle wird der Ressource eine Stoffmenge entnommen, aus der dann zum Beispiel Produkte gefertigt werden können.

Dieselbe Ressource, aus der vorher ein Bestandteil entnommen wurde, dient aber auch als Senke. Als Beispiel ist die Paarung Produktionswasser und Abwasser zu nennen, wie sie in der nachstehenden Grafik dargestellt ist.

⁴ (VDI, 03.12.2021)

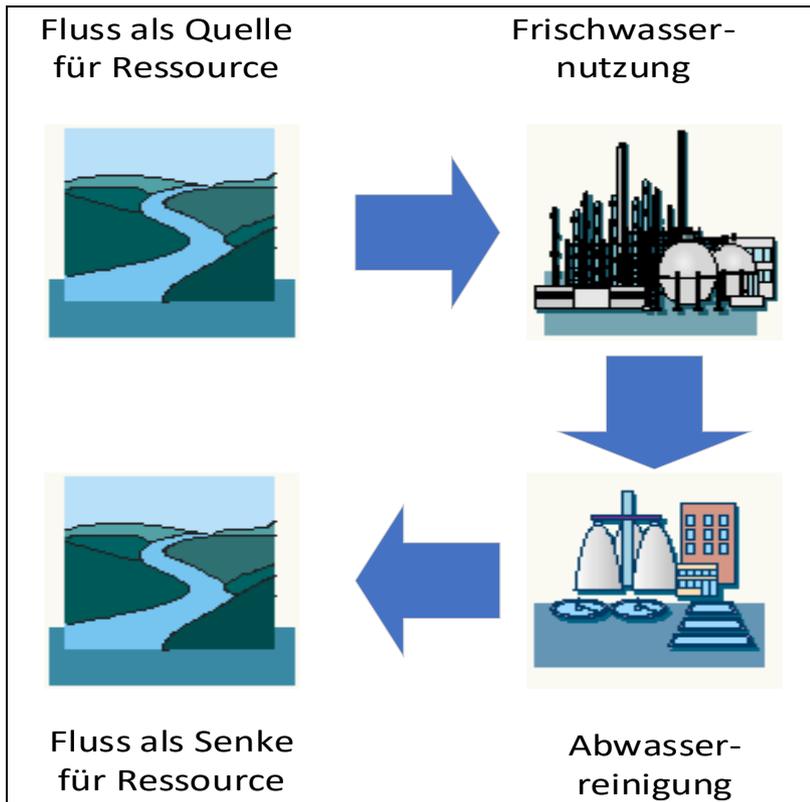


Abbildung 10: Beispiel für eine Ressourcennutzung

Durch dieses Handeln kommt es zu einer Belastung der Ressource Wasser. Belastung bedeutet, dass sich die natürliche Ressource verringert oder durch Zuführung eines Stoffstroms in der Qualität verschlechtert. Ressourceneffizienz bedeutet die effiziente Nutzung von natürlichen Ressourcen. Die effiziente Ausgestaltung technischer Prozesse verbessert somit auch die Ressourceneffizienz. Dies bedeutet, dass Ressourceneffizienz nicht nur eine möglichst materialschonende Konstruktion und einen effizienten Produktionsprozess, also eine geringe Entnahme von Ressourcen, beinhaltet. Sie beinhaltet auch eine grundsätzliche Ausrichtung zur Vermeidung der Belastung der Ressourcen.

2.2.2 Nutzen

Während die Ressourcen leicht zu definieren sind, ist der Nutzen gemäß der Richtlinie 4800 Blatt 1 eine weitaus subjektivere Kategorie. Der Nutzen hängt vom Standpunkt des Anwenders und seiner speziell betrachteten Situation ab. Dies bedeutet, dass eine gleiche Menge von Produkten in gleicher Qualität für zwei verschiedene Anwender durchaus einen unterschiedlichen Nutzen haben kann. Im Bereich des betrieblichen Umfelds wird der Nutzen häufig mit monetären Größen belegt. Vorteil dieser Methode ist, dass die gewählte finanzielle Größe eine zählbare Größe darstellt, an der üblicherweise der Unternehmenserfolg gemessen wird.

2.3 Darstellung der Zusammenhänge zwischen Prozessen

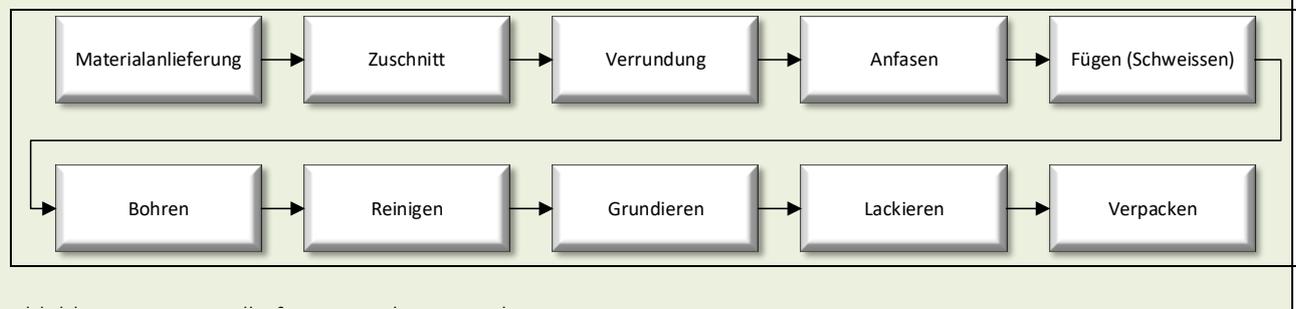
Wesentliche Arbeitsbereiche bei der Verbesserung der Ressourceneffizienz sind:

- Prozessketten zu identifizieren
- Diese Prozesse nach Kriterien zu gewichten (Rohstoffeinsatz, Rohstoffkosten, Qualitätsrelevanz etc.)
- Verbesserungsmöglichkeiten im Bereich der Ressourceneffizienz zu entwickeln
- Maßnahmenplanung und Abschätzung der dafür benötigten Aufwendungen
- Folgeabschätzungen wie z. B. Ressourcen- und Kosteneinsparungen
- Die Ergebnisse strukturiert aufzuarbeiten und zu dokumentieren
- Eine nachvollziehbare Dokumentenablage zu entwickeln

Zu einer Prozesskettenanalyse gehört die Identifikation der Prozesse und ihrer Zusammenhänge. Das beinhaltet eine quantitative wie qualitative Beschreibung der einzelnen Prozesse, sowie der erforderlichen Parameter für die Übergabe zwischen den Prozessen. Um die Prozesszusammenhänge schnell und einfach, sowie transparent und nachvollziehbar zu erfassen, empfiehlt es sich, eine grafische Aufbereitung vorzunehmen. Diese grafische Aufbereitung kann mit jedem grafiktauglichen Programm erstellt werden.

Praxisbeispiel:

Beispielhaft könnte eine Gliederung wie die folgende Grafik aussehen, dargestellt am Beispiel einer Blechbearbeitung.



Nicht jede der angebotenen Software-Möglichkeiten lässt sich über einfaches Selbststudium erlernen, oft sind hier Kurse oder Tutorials erforderlich. Die Praxis hat gezeigt, dass man erst durch mehrfache Anwendung oder Durchführung einer Analyse der eigenen Bedürfnisse genau spezifizieren kann und dann gegebenenfalls über eine solche Anschaffung nachdenkt.

Praxistipp:

Auf dem Markt werden vielfältige Softwarelösungen in unterschiedlicher Komplexität im Kontext dieser Thematik angeboten. Es ist wichtig, erst die realen Anforderungen an eine Software valide zu bestimmen, um unnötige Kosten und unnötige Arbeit zu vermeiden.

Die einzelnen Prozesse – wir beziehen uns hier überwiegend auf Fertigungsprozesse – sind üblicherweise linear angeordnet. Hier empfiehlt sich die Vorgehensweise einer Materialflussanalyse, die dem Hauptprodukt oder den wesentlichen Produkten von den Rohstoffen bis zu den fertigen Produkten folgt. Geht man diesen Weg, so kann jeder einzelne Schritt leicht identifiziert werden und die Schnittstellen mit anderen Prozessen werden deutlich. Es empfiehlt sich eine fortlaufende Beschreibung des Prozesses in Textform, die dann später in eine Grafik überführt werden kann. An den Schnittstellen erkennt man, welche weiteren Roh-/ Hilfsstoffe oder Vorprodukte in den Prozess eingehen, ebenso erkennt man den entsprechenden Energieeintrag bzw. Energieaustrag eines Prozessschrittes. Auch lassen sich mit dieser Analyse Bottlenecks und Überkapazitäten in der Produktion erkennen.

Der nachfolgende Ablauf zeigt das Konzept.

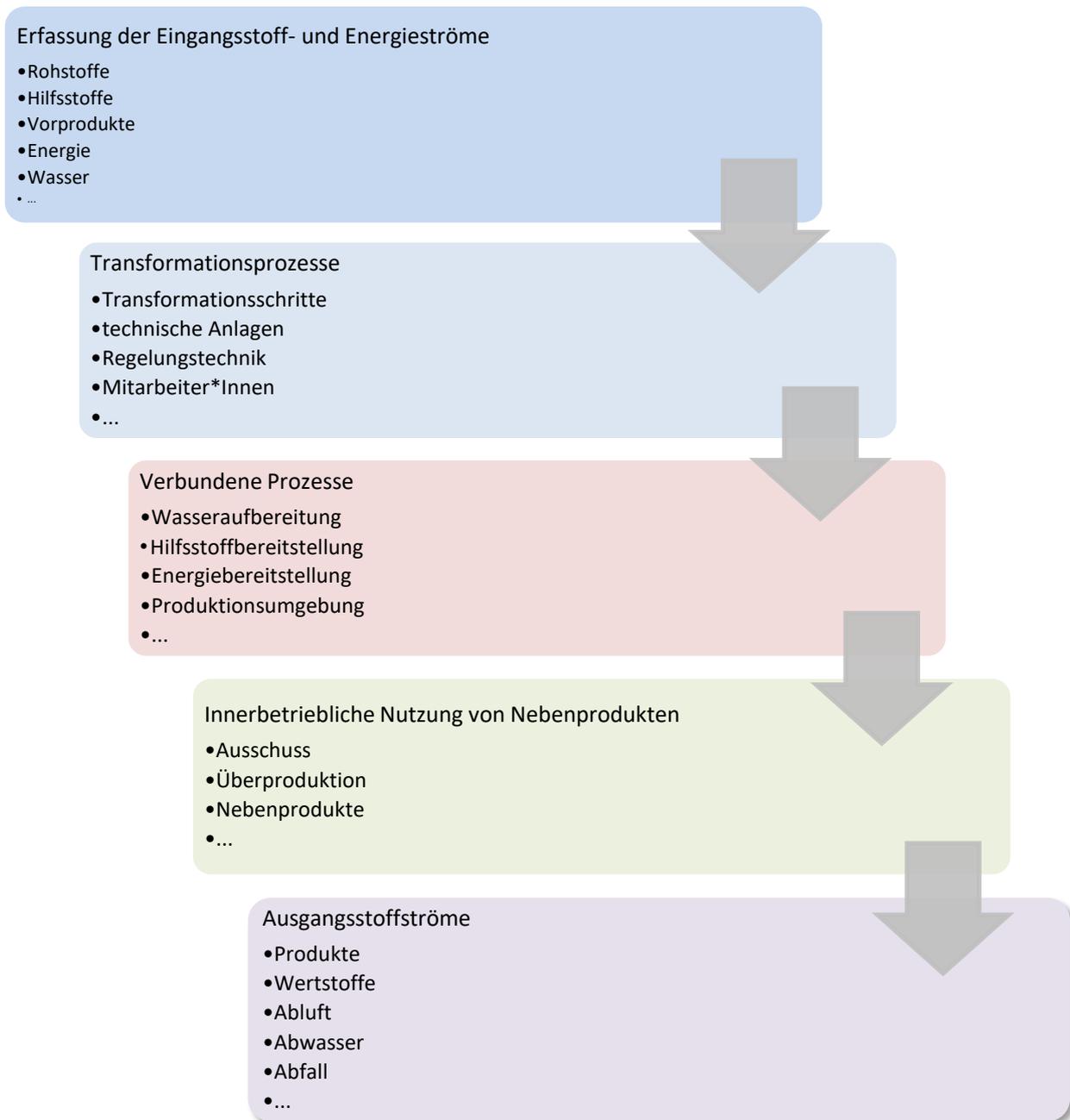


Abbildung 12: Stoffstromanalyse

Die Datenerfassung dieser Analyse kann zum Beispiel über Listen erfolgen, ein einfaches Beispiel zeigt die nachfolgende Tabelle. Rezepte und Produktionspläne eignen sich hier auch sehr gut als Grundlage.

Tabelle 2: Strukturtafel Stoffstromanalyse

Bearbeitungs-schritt	Material-einsatz	Material-menge	Energie-einsatz	Verbraucher	Hilfsstoff-einsatz	Anlass Hilfsstoff-einsatz	Abfälle, ggfs. sekundäre Wertstoffe	Art des Stoffes	Kommentare
		kg	kWh		kg		kg		
Schritt 1	Blech St 35.1, 8mm	10	0,2	Transport Flurförderfahrzeug	Kein		Kein		Nur Einlagerung in Freilager
Schritt 2	Blech St 35.1, 8mm	10	1,2	Zuschnittsäge	Kein		2	Blech St 35.1, 8mm	
Schritt 3	Blech St 35.1, 8mm	8	0,9	Verrundung kanten	Kein		0,1	Strahlgut	
Schritt 4							
...						

Um den Arbeitsaufwand bei der Erstellung einer Stoffstromanalyse in einer wirtschaftlich vertretbaren Höhe zu halten ist es sinnvoll, eine Fokussierung auf die wesentlichen Themen vorzunehmen. Aus der Identifikation der wesentlichen Themen und Ansatzpunkte ergeben sich ggfs. bereits erste Ansatzpunkte, in dem zum Beispiel Prozesse identifiziert werden, bei denen eine Prozessstörung vorgelagerte und nachgelagerte Prozesse negativ beeinflusst.

Durch diese Fokussierungen können angedachte Verbesserungskonzepte, welche sich aus der Analyse ergeben, in eine angemessene Rangfolge gebracht werden. Eine wertvolle Methode hierzu ist die ABC Analyse, welche ebenfalls als Download zur Verfügung steht.

Praxistipp:

Betrachten sie bei der geplanten Maßnahme auch die dazu gehörige Dokumentation (Arbeitsanweisungen, Beschreibungen, etc.), welche im Unternehmen angelegt oder angepasst werden sollte. Diese Dokumentation sollte die Umsetzung der Maßnahme im beruflichen Alltag sichern und bei den Mitarbeitenden festigen. Alle Berechnungen und Bewertungen zu einer gestarteten Maßnahme sollen nachvollziehbar im Unternehmen hinterlegt werden. So wird Unternehmens Know-how unabhängig von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen und bleibt langfristig im Unternehmen.

Diese Daten werden mit entsprechenden wirtschaftlichen Daten verknüpft, der Methodensteckbrief „Stoffstromanalyse“ steht auf unserer Homepage als Download zur Verfügung.

2.4 Strategieliste Energie

Die Liste wurde im Projekt erstellt und soll eine systematische Vorgehensweise mit dem Fokus auf Energiethemen erleichtern. Sie zeigt wesentliche Schritte auf dem betrieblichen Weg zu mehr Energieeffizienz.

Tabelle 3: Strategieliste Energie

Nr.	Arbeitsschritt	Strategien und Betrachtungsweisen	Beschreibung
1	Vorarbeit	Energieverbrauchswerte	Aus Rechnungen und Zählerablesungen alle relevanten Energiemengen in einem definierten Zeitraum, z. B. täglich, wöchentlich, monatlich oder jährlich, erfassen und in kWh umrechnen. Lastgänge benutzen, um die Grundlast und das Verbraucherverhalten zu identifizieren
2	Vorarbeit	Produktionsverfahren	R&I Schemata sichten, Prozessorganisation aufklären, Prozessketten analysieren, Ansprechpartner identifizieren
3	Vorarbeit	Produktionsstunden	Betriebszeiten, Stillstandzeiten ermitteln und ggfs. abschätzen
4	Vorarbeit	Daten aus unternehmensinternen Datenbanken	Abfrage von z.B.: Produktionsmengen, Produkte, Rezepte, Mitarbeiter, Betriebsfläche,
5	Vorarbeit	Personen mit wesentlichem Einfluss	Arbeitsvorbereitung, Produktionsleitung, Führungspositionen Technik und Instandhaltung
6	Vorarbeit	Energieintensive Geräte	Auflisten, Leistungsdaten von Typenschildern entnehmen, Betriebsstunden abschätzen z. B.: Motoren und Antriebe, Pumpen, Ventilatoren, Trockner, Beleuchtung etc.
7	Vorarbeit	Unternehmensinterne Kennzahlen	Aufnehmen von Effizienzkennzahlen
8	Vorarbeit	Energieintensive Prozesse	Funktionale Prozessgruppen bilden und bewerten, zum Beispiel orientiert an einer Prozesskette im Bereich des Zuschnitts und der Nachbereitung von Schneidkanten

Nr	Arbeitsschritt	Strategien und Betrachtungsweisen	Beschreibung
9	Begehung	Gebäude und Gebäudetechnik	Arbeitshilfe: DIN 16247-2, BAFA Homepage (https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html;jsessionid=A9ABF9450B4419E206DFDFD0962B5E59.2_cid378)
10	Begehung	Prozesstechnik	Arbeitshilfe: DIN 16247-3, BAFA Homepage (https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/energieberatung_node.html)
11	Begehung	Transport	Arbeitshilfe: DIN 16247-4, BAG Homepage (https://www.bag.bund.de/DE/Foerderprogramme/foerderprogramme_node.html)
12	Auswertung	Hauptenergieverbraucher	SEU ermitteln, zum Beispiel mit der ABC Analyse (s. Methodensteckbrief)
13	Auswertung	Energiedaten	In zeitlichen und mengenmäßigen Abhängigkeiten darstellen z. B.: Geordneter und ungeordneter Lastgang erstellen und hinsichtlich Verbrauchsverhalten auswerten.
14	Auswertung	Energiamonitoring	Sind z. B. Zähler an energieintensiven Prozessen und Maschinen vorhanden oder ist es sinnvoll hier zu installieren. Ausgestaltung der Erfassungsstrategie im Sinne von manueller Ablesung, zentraler Erfassung und Aufbereitung und weiterer Möglichkeiten.
15	Auswertung	Stand der Technik	Bewerten/Defizite aufzeigen z. B.: Nutzungsgrad, Isolationsdefizite, Energieklassen
16	Auswertung	Vernetzung von Energieströmen	Abwärmenutzung etc.
17	Auswertung	Abwärmequellen	Wärme, die ohne weitere Nutzung (absichtlich oder unabsichtlich) den Standort verlässt. Zeitlichen Anfall, Temperaturniveau, Energieinhalt und räumliche Position ermitteln und bewerten

Nr	Arbeitsschritt	Strategien und Betrachtungsweisen	Beschreibung
18	Auswertung	Wärmesenken	Ermitteln: Energiebedarf, zeitlicher Anfall, Temperaturniveau und räumliche Position ermitteln und bewerten
19	Auswertung	Verhältnis von Energiebereitstellung zu Energiebedarf überprüfen	Druck- und Temperaturniveaus, zeitliche Bereitstellung, etc.
20	Auswertung	Aufrechterhaltung von energetischer Qualität	Systematische Instandhaltung
21	Maßnahmen	Energieeffizienzmaßnahmen	Erkennen und in Energieaktionsliste eintragen
22	Maßnahmen	Energieeffizienzmaßnahmen bewerten	monetäre Aspekte, CO ₂ Minderungspotenzial bestimmen
23	Maßnahmen	Bewertung dokumentieren	Gründe für Umsetzung sollen dokumentiert werden, Gründe für eine Ablehnung oder Zurückstellung ebenso.
24	Maßnahmen	Umsetzung	Umsetzung in Projektstruktur durchführen
25	Maßnahmen	Wirkung der Maßnahme überprüfen und dokumentieren	

2.5 Praxisbeispiele

Im Folgenden werden anhand von drei Fallbeispielen das erfolgreiche Vorgehen von Energieeinsparprojekten beschrieben.

2.5.1 Praxisbeispiel 1: Wärmerückgewinnung

Bei dem ersten Praxisbeispiel wurde die Möglichkeit einer Wärmerückgewinnung von industriellen Spül- und Reinigungsanlagen betrachtet und bewertet.

2.5.1.1 Bezug zur Richtlinie VDI 4801

Unter dem Punkt 28 der Strategieliste in der Richtlinie wird die Betrachtung einer Nutzung von Prozess- und Abwärme empfohlen. In diesem Beispiel wurde die hygienische Behälterreinigung in einem lebensmittelproduzierenden Unternehmen betrachtet.

2.5.1.2 Ausgangslage

Im Unternehmen gibt es verschiedene Spülanlagen, in der Behälter aus der Produktion und Behälter für den Transport der Waren außerhalb des Betriebs gereinigt werden. Die Reinigung erfolgt, nicht zuletzt zur Sicherstellung der Hygiene, mit heißem Wasser und entsprechenden Zusätzen.

Das Wasser wird mit einer Gastherme erhitzt. Das Energieteam hat Ansätze bewertet, den Energieverbrauch zu senken. Dabei waren einzelnen Maßnahmen, wie z. B. die Verlängerung der Nutzungsdauer der Reinigungslösung und Absenkung der Prozesstemperatur, aufgrund der Anforderungen an die Hygiene nicht umsetzbar.

Die Installation einer Wärmerückgewinnung schien, aufgrund der Trennung der Stoffströme, eine hygienisch sichere Lösung zu sein, um eingesetzte Energie in dem Prozess zurückzugewinnen. Deswegen wurde diese Maßnahme genauer betrachtet.

2.5.1.3 Datenerhebung

Im Rahmen der Datenerhebung galt es, verschiedene wesentliche Parameter zu ermitteln:

- Frischwassertemperatur: Datenquelle war eine Messung mit einem Datenlogger
- Frischwassermenge: Datenquelle war eine Wasseruhr am Zulauf der Therme
- Zieltemperatur des Wassers: Datenquelle war die eingestellte Speichertemperatur
- Abwassertemperatur im Ablauf der Maschinen: Datenquelle war eine händische Temperaturmessung

Randbedingungen, die für eine Anlagenauslegung wichtig waren:

- Gleichzeitigkeit von Spülprozess und Abwasseranfall: Diese war mit < 20 % nicht gegeben, daher war die Planung eines Wärmespeichers erforderlich
- Abwasserseite des Wärmetauschers muss gut zu reinigen sein
- Temperaturdifferenz über den Wärmetauscher 7K

2.5.1.4 Auswertung

Die Ermittlung der benötigten Wärmemenge und des Energieinhalts des Abwassers musste berechnet werden. Dies geschieht mit der Formel:

$$Q = \dot{m} * c * \Delta T$$

Tabelle 4: Erläuterung Formel

Formelzeichen	Erläuterung	Einheit
Q	Wärmeenergie	Joule [J]
\dot{m}	Masse des Wassers	Kilogramm [kg]
c	Spezifische Wärmekapazität des Wassers	Joule pro (Kilogramm * Kelvin [J/(kg*K)])
ΔT	Temperaturdifferenz des Wassers	Kelvin [K]

Aus den Datenerhebungen ergeben sich dann die in der nachstehenden Tabelle dargestellten Zahlen.

Tabelle 5: Berechnung Energieeinsatz

Bezeichnung	Wert	Einheit
Frischwassermenge im Jahr	5.300.250	l
Frischwassertemperatur im Mittel	8	°C
Zielwassertemperatur	60	°C
Temperaturdifferenz	52	K
spezifische Wärmekapazität	4,183	J/(kg K)
Benötigte Energiemenge theoretisch	1.152.889.179	J
Benötigte Energiemenge in kWh	320.247	kWh
Wirkungsgrad Gastherme	90	%
Benötigte Energiemenge theoretisch (Gastherme)	355.830	kWh
Brennwert Gas	11,4	kWh/m ³
Benötigte Gasmenge	31.213	m ³
Gaspreis	0,032	€/kWh
Energiekosten im Jahr	11.387	€

Etwa 15 % des eingebrachten Wassers verdampfen im Prozess und werden nicht als Abwasser abgeleitet. Damit ergibt sich das erreichbare Einsparungspotenzial wie in der nachstehenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 6. Berechnung Einsparpotenzial

Bezeichnung	Wert	Einheit
Abwassermenge im Jahr	4.505.213	l
Abwassertemperatur im Mittel	52	°C
Einzuhaltende Temperaturdifferenz	7	K
Erwärmung Frischwasser möglich auf	45	°C
Temperaturdifferenz	37	K
spezifische Wärmekapazität	4,183	J/(kg K)
Energiemenge WRG theoretisch	697.276.244	J
Energiemenge WRG in kWh	193.688	kWh
Wirkungsgrad Wärmetauscher	85	%
Benötigte Energiemenge theoretisch	164.635	kWh
Brennwert Gas	11,4	kWh/m ³
Benötigte Gasmenge	14.442	m ³
Gaspreis	0,032	€/kWh
Einsparung im Jahr	5.268	€

2.5.1.5 Bewertung

Mit der bewerteten Maßnahme konnten, wie in der nächsten Tabelle ausgewiesen, die folgenden Einsparungen erreicht werden. Zu bedenken ist, dass ein zusätzlicher elektrischer Energiebedarf von 1.060 kWh für die nötigen Pumpen entstehen wird, dieser wird bei der Maßnahmenbewertung berücksichtigt.

Tabelle 7: Ausweisung Einsparung

Bezeichnung	Wert	Einheit
Energieeinsparung Gas	164.635	kWh
Energiemehraufwand Strom	1.060	kWh
Kosteneinsparung Wärme	5.268	€
Strompreis	142	€/MWh
Mehraufwand Kosten Strom	150,52	€
Einsparung netto	5.118	€
CO ₂ Faktor Gas (Quelle BAFA)	0,201	kg/kWh
CO ₂ Faktor Strom (Quelle BAFA)	0,732	kg/kWh
Eingesparte CO ₂ Menge pro Jahr	32,3	t/a

2.5.1.6 Umsetzung

Für die Umsetzung ist ein Investitionsaufwand von 15.430,- € erforderlich. Damit ergibt sich ein statischer ROI von 3 Jahren, der Barwert der Maßnahme beläuft sich bei einem Zinssatz von 4 % und einem Betrachtungszeitraum von 10 Jahren auf 12.335,- €.

2.5.2 Praxisbeispiel 2: Trockneroptimierung

Bei dem zweiten Praxisbeispiel handelt es sich um die Optimierung eines mehrstufigen Bandrockners. Es wurde die Möglichkeit der Kaskadierung des Abluftstroms an einer Trocknungseinrichtung betrachtet. Durch den Kaskadierungsprozess soll die bisher abgeführte Wärme noch in einer vorgelagerten Trocknungsstufe eingesetzt werden.

2.5.2.1 Bezug zur Richtlinie VDI 4801

Unter dem Punkt 33 der Strategieliste in der Richtlinie wird die Betrachtung einer kaskadierten Nutzung von Hilfs- und Betriebsstoffen empfohlen. In dieser Maßnahme wurde betrachtet, ob sich die Abluft aus einem Mehrzonentrockner innerhalb des Prozesses noch einmal nutzen lässt.

2.5.2.2 Ausgangslage

Im Unternehmen gibt es verschiedene Trocknungsanlagen, mit denen Lebensmittel getrocknet werden. Die Steuerung der Produktfeuchte hat im Trocknungsprozess wesentlichen Einfluss auf die Produktqualität. Deswegen muss die Luftfeuchtigkeit in der Trocknungskammer festgelegte Grenzen einhalten.

Die Bandrockner haben verschiedene Zonen, die individuell mit Gasbrennern geheizt werden. Die Luft wird größtenteils in Umluft geführt. Zur Regelung des gewünschten Feuchtigkeitsgehaltes des Produkts wird aus diesem Umluftstrom kontinuierlich ein Anteil entnommen und an die Umwelt abgegeben. Somit wird das verdampfte Wasser dem Prozess entnommen, die aufgewendete Trocknungsenergie wird hierbei ungenutzt abgegeben. Eine Untersuchung hat ergeben, dass die Abluft der hinteren, bereits sehr trockenen Abluftströme nutzbar ist.

Die grundsätzliche Schaltung der Anlage sieht wie folgt aus.

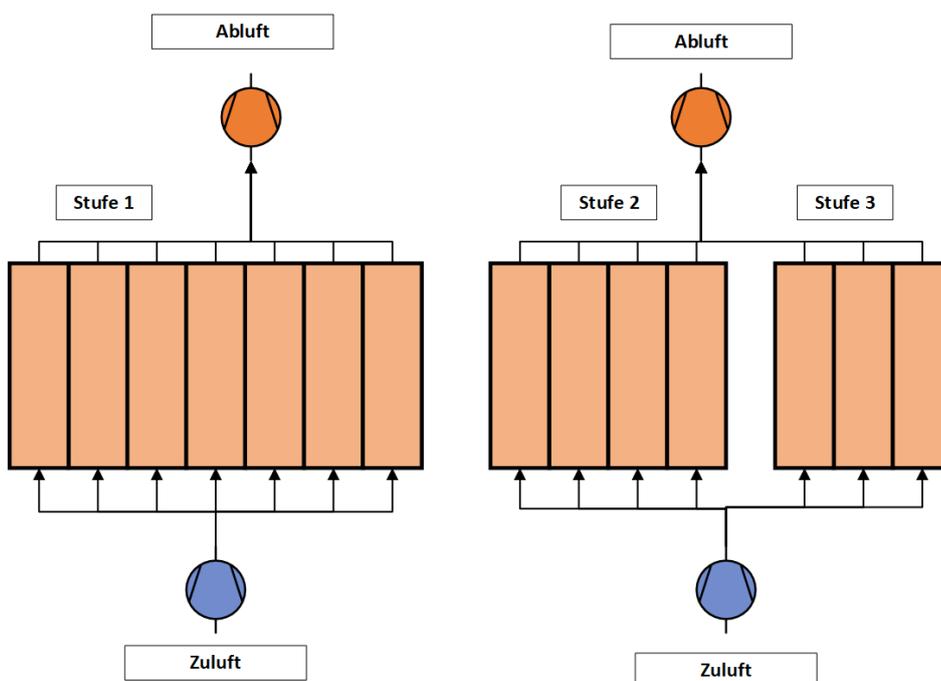


Abbildung 13. Trocknungsanlage vor Umbau

Nach dem Umbau sieht die Anlage wie folgt dargestellt aus.

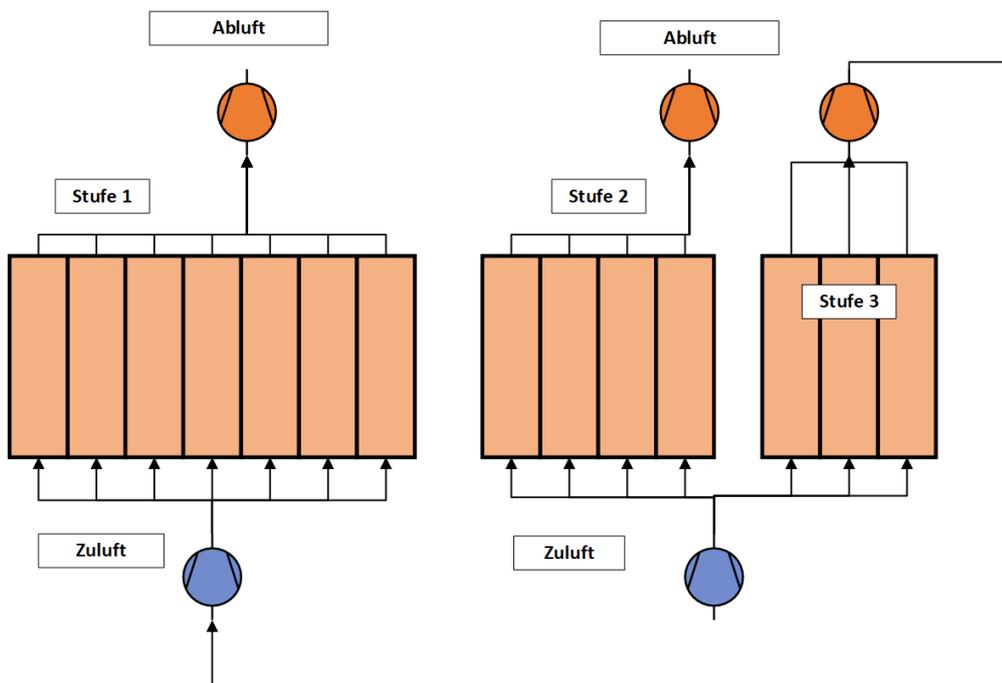


Abbildung 14: Trocknungsanlage nach Umbau

2.5.2.3 Datenerhebung

Im Rahmen der Datenerhebung galt es verschiedene wesentliche Parameter zu ermitteln:

- Ablufttemperatur der hinteren Zonen: Datenquelle war das Prozessleitsystem
- Abluftfeuchtigkeit der hinteren Zonen: Datenquelle war das Prozessleitsystem
- Energieeinsatz der hinteren Zone: Datenquelle war eine Rückrechnung aus dem Prozessleitsystem aus der Betriebsauslastung der Gasbrenner
- Aufnahmefähigkeit der vorderen Trocknungszone: Datenquelle war Rückrechnung aus dem Prozessleitsystem aus der Betriebsauslastung der Gasbrenner

Randbedingung, die für eine Anlagenauslegung wichtig war:

- Gleichzeitigkeit von Abluft- und Luftbedarf: Diese war mit > 98 % gegeben, ein Wärmespeicher ist demnach nicht erforderlich

2.5.2.4 Auswertung

Der Wärmebedarf und die mögliche Einsparung ist zu berechnen, da Messungen der Luftmengen und Luftzuständen aufgrund der Rohrleitungsführung nicht belastbar möglich sind. Aus den Datenerhebungen ergeben sich die in den nachstehenden Tabellen dargestellten Zahlen.

Tabelle 8: Prozentuale Energieverteilung

Prozentuale Energieverteilung der Trocknerstufen	
Gaseinsatz Trocknerstufe 1	65,0 %
Gaseinsatz Trocknerstufe 2	28,6 %
Gaseinsatz Trocknerstufe 3	6,4 %
Gaseinsatz gesamt im Jahr	100,0 %

Tabelle 9: Kostenersparnis der Maßnahme

Bezeichnung	Wert	Einheit
Gaseinsatz gesamt im Jahr	5.832	MWh
Gaseinsatz Trocknerstufe 1	3.790,8	MWh
Gaseinsatz Trocknerstufe 2	1.668,0	MWh
Gaseinsatz Trocknerstufe 3	373,2	MWh
Gaskosten	28	€/MWh
Kostenersparnis im Jahr	10.451	€

Die Wärme der dritten Stufe wird zu fast 100 % in die Stufe 1 übertragen und genutzt. Dementsprechend ist der Maßnahmenenerfolg mit dem Gaseinsatz für die Trocknerstufe 3 übereinstimmend.

2.5.2.5 Bewertung

Mit der bewerteten Maßnahme konnten, wie in der nächsten Tabelle ausgewiesen, die folgenden Einsparungen erreicht werden. Der zusätzliche elektrische Energiebedarf von 7.000 kWh für die nötigen Pumpen wird bei der Maßnahmenbewertung berücksichtigt.

Tabelle 10: Ausweisung Einsparung

Bezeichnung	Wert	Einheit
Mögliche Energieeinsparung Gas	373	MWh
Energiemehraufwand Strom	7.000	kWh
Mögliche Kosteneinsparung Wärme	10.451	€
Strompreis	183	€/MWh
Mehraufwand Kosten Strom	1.281	€
Einsparung netto	9.170	€
CO ₂ Faktor Gas (Quelle BAFA)	0,201	kg/kWh
CO ₂ Faktor Strom (Quelle BAFA)	0,732	kg/kWh
Eingesparte CO ₂ Menge pro Jahr	69,9	t/a

2.5.2.6 Umsetzung

Für die Umsetzung ist ein Investitionsaufwand von 8.750,- € erforderlich. Damit ergibt sich ein statischer ROI von 0,93 Jahren, der Barwert der Maßnahme beläuft sich bei einem Zinssatz von 4 % und einem Betrachtungszeitraum von 10 Jahren auf 60.091 €.

2.5.3 Praxisbeispiel 3: Optimierung Kühlsystem

Bei dem dritten Praxisbeispiel wurde die Verbesserung eines Kühlsystems für Klimatisierungszwecke betrachtet. Durch eine Erweiterung der Anlage und Anpassung der Regelungsstrategie lassen sich signifikante Einsparungen erreichen.

2.5.3.1 Bezug zur Richtlinie VDI 4801

Unter dem Punkt 29 der Strategieliste in der Richtlinie wird die Betrachtung von effizienter Gebäudetechnik empfohlen. In diesem Praxisbeispiel wurde betrachtet, wie sich der Energiebedarf einer Kühlungsanlage durch den Einsatz eines Speichers und einer Verbesserung der Regelung zur Nutzung von freier Kühlung verbessern lässt.

2.5.3.2 Ausgangslage

Ein Gebäude wird durch eine konventionelle Kältemaschine älteren Baujahrs mit Kälte versorgt. Die Anlage verfügt nicht über eine freie Kühlung, die Versorgung erfolgt dauerhaft über die Kompressionskältemaschine, was zu einem hohen Strombedarf führt. Da der Kühlbedarf nicht zu reduzieren war, wurde überlegt, wie der Energiebedarf der Anlage möglichst weit abzusenken ist.

Hierbei wurden zwei wesentliche Änderungen an der Anlage durchgeführt, die Installation einer freien Kühlung und die Integration von zwei Kältespeichern.

2.5.3.3 Datenerhebung

Im Rahmen der Datenerhebung galt es verschiedene wesentliche Parameter zu ermitteln:

- Jahresverlauf der Außentemperatur am Standort: Die Daten wurden über den deutschen Wetterdienst beschafft
- Erfassung des Energiebedarfs der installierten Anlage: Datenquelle war eine registrierende Strommessung

Randbedingung, die für eine Anlagenauslegung wichtig war:

- Der Kühlkreislauf der freien Kühlung muss frostgeschützt sein, Aufbau eines frostsicheren Sekundärkreises erforderlich

2.5.3.4 Auswertung

Als erstes wurde der Außentemperaturverlauf bestimmt, welcher es möglich macht, die Einsatzstunden der freien Kühlung abzuschätzen. Dazu wurden die Temperaturwerte in einen geordneten Jahresgang überführt, hierbei werden die Temperaturwerte absteigend nach ihrer Größe angeordnet. Die Temperaturgrenze für die freie Kühlung wurde zur gewünschten Kühlwassertemperatur von 12 °C mit 8 °C festgelegt.

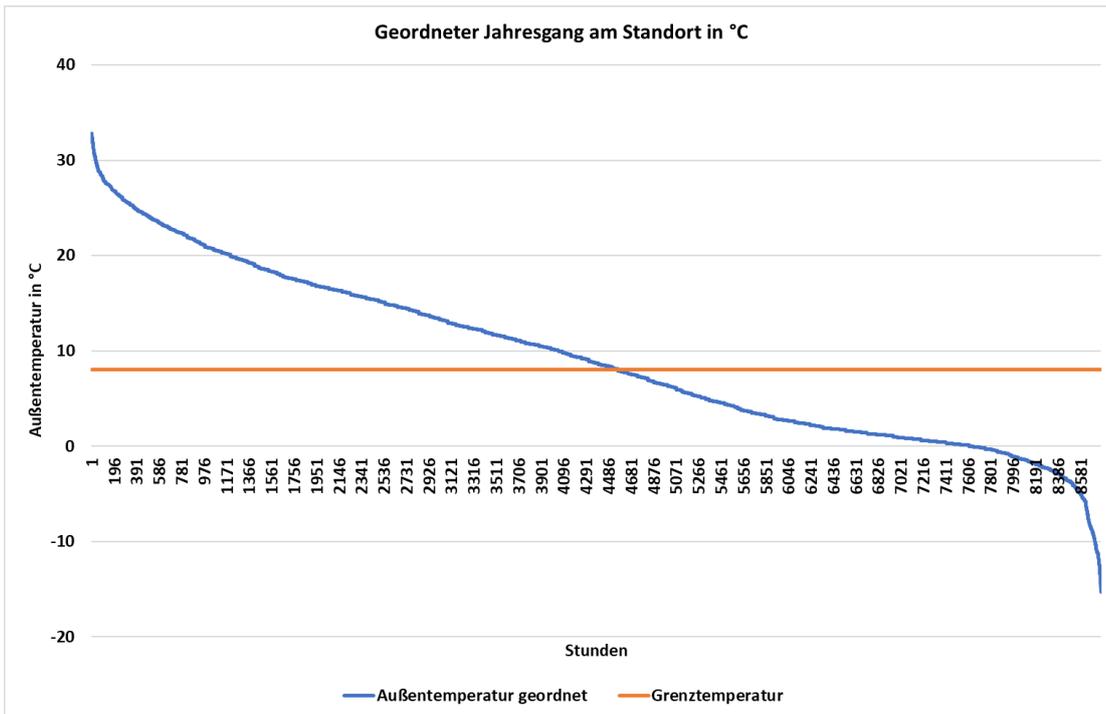


Abbildung 15: Geordneter Jahresgang

Damit ergibt sich eine Nutzungszeit der freien Kühlung von 4.190 Jahresstunden. Durch eine gleitende Temperaturregelung soll die Effizienz noch weiter verbessert werden.

In der folgenden Abbildung sind die Stromverbräuche ihrem zeitlichen Anfall entsprechend dargestellt. Deutlich ist der erhöhte Verbrauch von elektrischer Energie im Sommer zu erkennen.

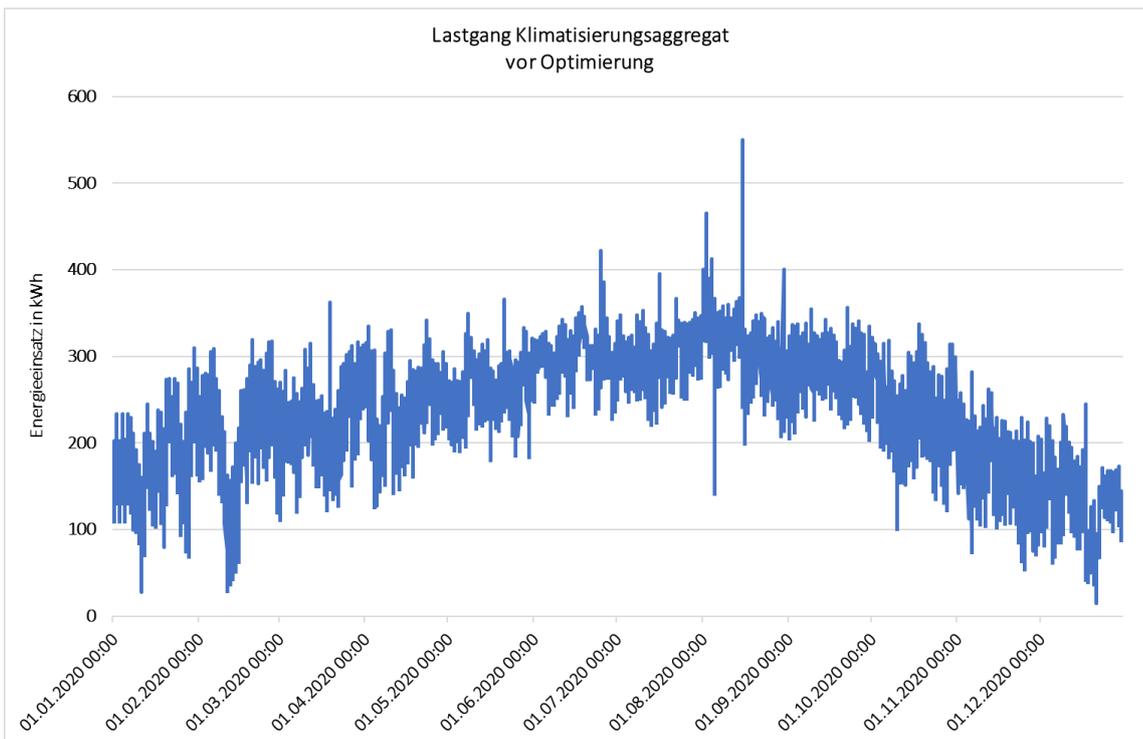


Abbildung 16: Ungeordneter Stromlastgang

Durch die im Kreislauf installierten Kältespeicher wird ein ähnlicher Effekt erreicht, da die Nutzungszeit der freien Kühlung verbessert werden kann.

2.5.3.5 Bewertung

Mit der bewerteten Maßnahme konnten, wie in der nächsten Tabelle ausgewiesen, die folgenden Einsparungen erreicht werden. Die Bestimmung der Einsparung erfolgte aus der Lastganganalyse des elektrischen Energieeinsatzes am Standort.

Tabelle 11: Maßnahmenbewertung

Bezeichnung	Wert	Einheit
Ausgangsstromverbrauch	2.083	MWh
Mögliche Energieeinsparung Strom	504	MWh
Strompreis	183	€/MWh
Einsparung netto	92.141	€
CO ₂ Faktor Strom (Quelle BAFA)	0,732	kg/kWh
Eingesparte CO ₂ Menge pro Jahr	368,6	t/a

2.5.3.6 Umsetzung

Für die Umsetzung ist ein Investitionsaufwand von 240.000,- € erforderlich. Damit ergibt sich ein statischer ROI von 3,4 Jahren, der Barwert der Maßnahme beläuft sich bei einem Zinssatz von 4 % und einem Betrachtungszeitraum von 10 Jahren auf 126.353,- €.

3 Praxisnahe Anleitung für die Umsetzung

Für die Einführung und Anwendung dieser Richtlinie ist es hilfreich, die Richtlinie im Original zu beschaffen oder an einer der Auslegestellen (<https://www.beuth.de/de/normen-services/auslegestellen#/>) einzusehen. Zu beziehen ist die Richtlinie über den Beuth Verlag: <https://www.beuth.de/de>.

Grundsätzlich folgt ein Effizienzprozess dem in der nachstehenden Grafik dargestellten Vorgehen.

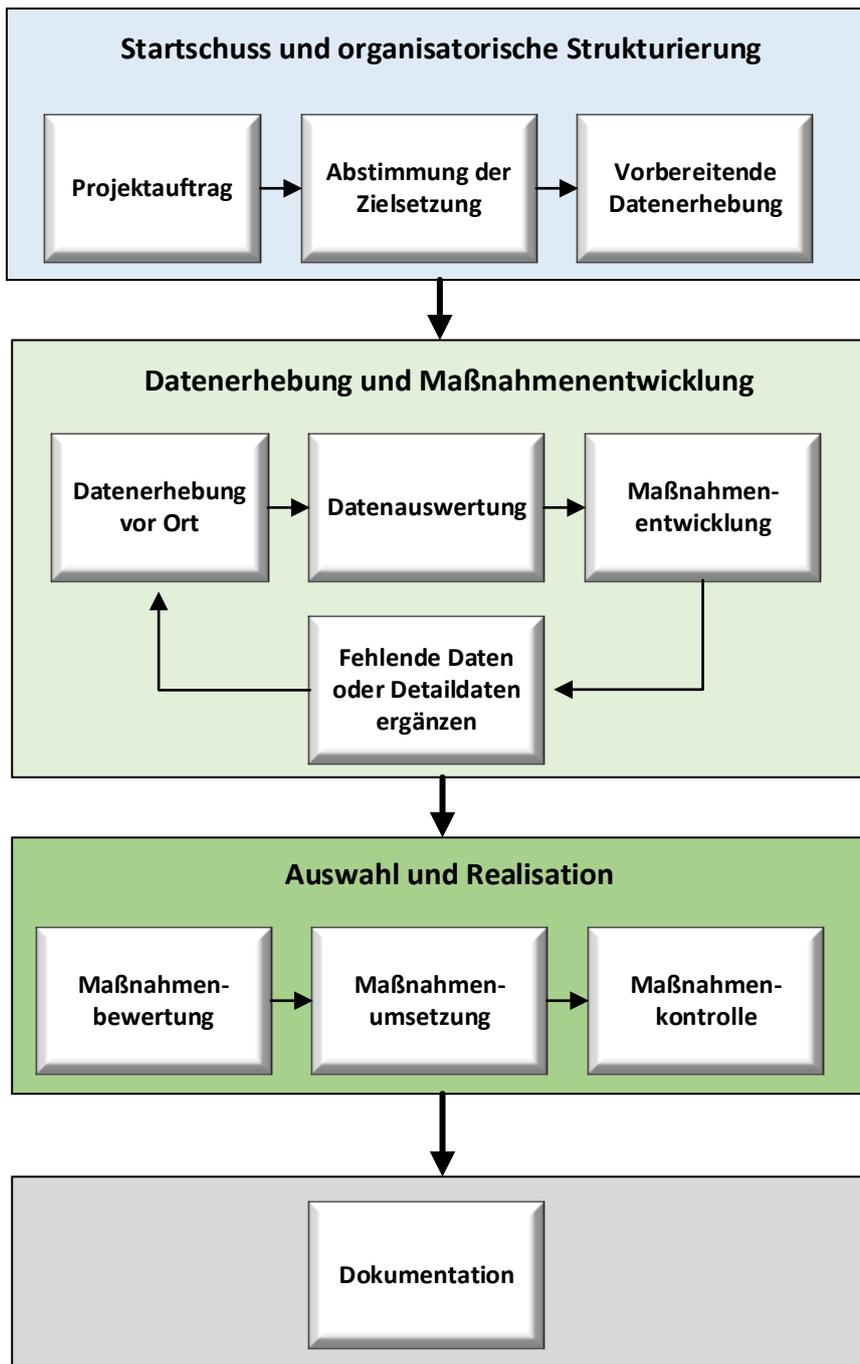


Abbildung 17: Projektablauf

Als strukturgebendes Element kommt dem Projektauftrag eine besondere Bedeutung zu. Ist die Aufgabenstellung klar beschrieben, der Untersuchungsrahmen räumlich und organisatorisch abgestimmt, kann das Projekt wie beabsichtigt durchgeführt werden und unnötiger Mehraufwand wird vermieden. Wie fokussiere ich auf die wesentlichen Themen?

Viele Projekte scheitern im betrieblichen Alltag an einer mangelnden Fokussierung auf die wesentlichen Aspekte. Dies sind die Ansatzpunkte, an denen sich für das Unternehmen mit dem kleinsten Aufwand die größte Verbesserung der Situation herbeiführen lässt. Deswegen ist es wichtig, immer erst die Situation in einer „Draufsicht“ zu erfassen. Diese Situationserfassung zeigt dann mit hinreichender Genauigkeit mögliche Arbeitsschwerpunkte und kann in einer weiteren Analyse vertieft werden. Die VDI 4801 geht genau in diesem Schema vor, sie stellt immer eine Grobanalyse vor die Feinanalyse.

3.1.1 Einführung

Bei der Einführung kommt es darauf an, den Projektablauf möglichst gut zu strukturieren. Dazu gehören die Planungen zu:

- Akteuren
- geplanten innerbetrieblichen Ressourcen
- die Grenzen der Aktivitäten (Begrenzung auf eine Prozesskette, Standorte, Werkshallen, Produktfamilien etc.)
- Fokussierung auf die wesentlichen Prozesse
- Zeitrahmen

Die zu fokussierenden Prozesse im Bereich Energie ergeben sich aus den wesentlichen Energieeinsatzbereichen (SEU). Das sind die Prozesse und Anlagen, mit dem höchsten Energieeinsatz, denn hier ist die Wahrscheinlichkeit am größten, wesentliche Einsparpotenziale aufzudecken.

Praxistipp:

Zusätzlich zu den SEU sollten auch die folgenden Aspekte hinsichtlich der Querschnittstechnologien und ihres Zustands betrachtet werden.

- *Antriebe/Motoren*
- *Pumpen*
- *Beleuchtung*
- *Raumklimatisierung (Kühlen/Wärmen)*
- *Lüftung*
- *Druckluftherzeugung*
- *Wärmedämmung*

Häufig ist es bei diesen Querschnittstechnologien ohne besonderen Aufwand möglich

Der größte betriebliche Nutzen der Aktivitäten wird in einem produzierenden Unternehmen jedoch von Maßnahmen in den wesentlichen Energieeinsatzbereichen erwartet. Häufig führen diese aber auch zu einem größeren Planungsaufwand und auch höheren Umsetzungskosten als die im Praxistipp beschriebenen „einfachen“ Maßnahmen.

In der Praxis hat sich die Identifikation von Ansatzpunkten aus verschiedenen Blickwinkeln als sehr hilfreich erwiesen, wie in der nachstehenden Tabelle exemplarisch dargestellt ist.

Tabelle 12: Vier Blickwinkel zur Identifizierung wesentlicher Ansatzpunkte

Nr.	Blickwinkel	Beschreibung	Umsetzung
1	Organisatorische Maßnahmen	Unter organisatorische Maßnahmen fallen in dieser Sichtweise alle Maßnahmen, die sich durch das Handeln von Personen bewerkstelligen lassen.	Organisatorische Maßnahmen werden üblicherweise in Arbeitsanweisungen, wie zum Beispiel „Licht aus am Arbeitsende, Abschalten von Druckluftanlagen und Ähnlichem“, festgelegt. Sie sind üblicherweise nicht oder gering investiv, zeigen aber deutliche Effekte. ⁵ Ebenfalls werden Arbeitsabläufe, Aufgabenverteilungen, Produktionsplanungen etc. betrachtet.
2	Defekte und Reparaturbedarf identifizieren	Hier identifiziert man alle Maßnahmen, die sich durch Instandsetzung und Reparaturen durchführen lassen.	Unter diesen Aspekt fallen zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> • nicht geschlossene Gebäudeöffnungen • Leckagen in Druckluftsystemen • Austausch defekter Leuchtstoffröhren • Fehlende Isolationen
3	Stand der Technik herstellen	„Stand der Technik“ bedeutet alte, wenig energieeffiziente Technik, durch neue zu ersetzen. Diese neue Technik entspricht dem derzeitigen Stand der Marktverfügbarkeit und einer breiteren Einführung.	Zu diesem Maßnahmenfeld gehört zum Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> • Raumklimatisierung • Beleuchtung (Konventionell gegen LED austauschen) • Drucklufttechnik • Lüftung • Pumpen • Antriebe
4	Prozesse optimieren	Hier werden Prozesse analysiert, auf Effizienz, Kontext und Sinnhaftigkeit überprüft und gegebenenfalls Maßnahmen zur Verbesserung der Situation abgeleitet.	Diese Maßnahmen erfordern ein hohes Prozessverständnis und sind von der Analyse sowie der Umsetzungsplanung in der Regel die komplexesten. Sie führen aber auch regelmäßig zu den höchsten Energieeinsparungen. Prozessoptimierungen beinhalten z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Anpassung von Rezepturen • Anpassung von Regelungsparametern • Struktur der Abarbeitungsschritte • Überprüfung der Grenzwerte

⁵ (Fischer et alii., 2019)

Diese Tabelle ist nur eine der Möglichkeiten Blickwinkel festzulegen. Sie hilft konkret einen strukturierten Einstieg in ein Projekt zu finden. In der VDI 4801 sind mit den Tabellen 1 bis 3 weitere strategische Ansatzpunkte und Beispiele gegeben. Es empfiehlt sich, diese drei Tabellen zu Beginn eines Projekts zu besprechen und eine Gewichtung in Bezug auf die betrieblichen Gegebenheiten vorzunehmen. Diese Gewichtung speist sich dabei zu Beginn aus den Erfahrungen der Projektteammitglieder und kann sich im Laufe des Projekts ändern.

3.2 Vorgehen

Ein mögliches Vorgehen wird in den folgenden Unterkapiteln dargestellt und orientiert sich dabei an der Richtlinie.

3.2.1 Orientierung und Unternehmenszielsetzung

Eine betriebswirtschaftliche Regel lautet: „Kein Projekt ohne Projektauftrag“.

Aus diesem einfachen Leitsatz lässt sich der erste Schritt zur Einführung der VDI 4801 und eines entsprechenden Projektes ableiten. Ein Projektauftrag ergibt sich erst dadurch, dass Ziele gesetzt werden. Die Projekte werden von der Geschäftsführung gestartet, da sie für die betriebliche Zielsetzung und die Zuteilung der Ressourcen verantwortlich ist.

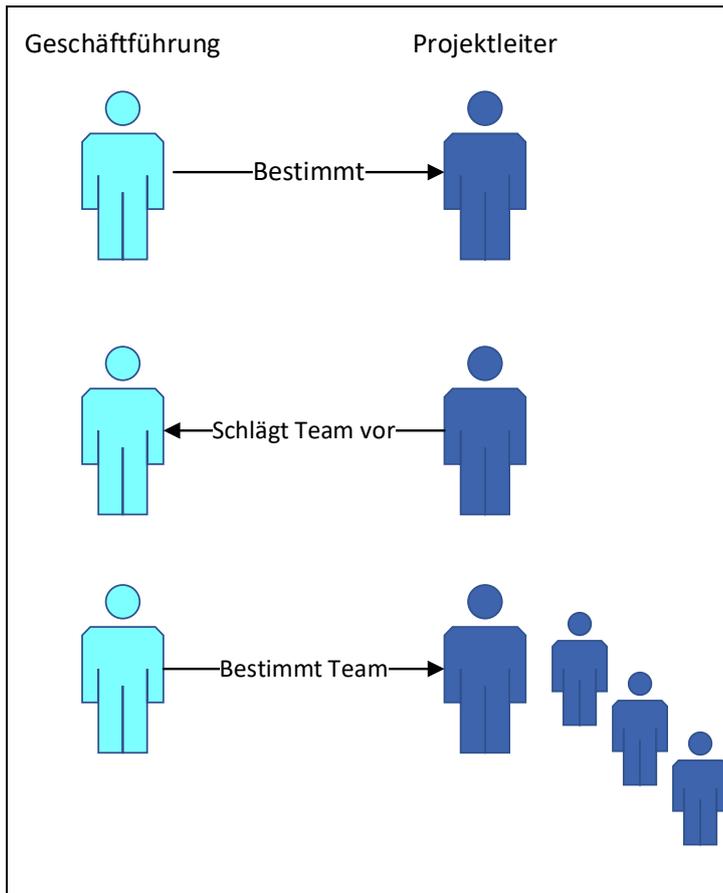


Abbildung 18: Projektauftrag an Mitarbeiter

Im ersten Schritt muss sich die Organisation bewusst darüber werden, welche globalen Ziele sie mit dem Projekt erreichen möchte. Möchte sie zum Beispiel:

- Beschaffungskosten senken
- Energie einsparen
- Ressourcen einsparen
- Produktion vereinfachen

Exkurs: „Ziele im Unternehmen“

Diese Ziele sollten Bestandteil der normativen Ausrichtung des Unternehmens sein. Eine normative Ausrichtung, hier im Sinne des Sankt Galler Unternehmensmodells, hat eine Perspektive von fünf bis zehn Jahren. Im Rahmen der Managementsystemnormen wird diese Zielausrichtung durch die oberste Leitung in der „Politik“, einer schriftlich gefassten Absichtserklärung, in der Organisation verankert und kommuniziert. Diese Politik setzt den Leitrahmen für die Entwicklung der Organisation und gleichzeitig global zu verstehendem Ziel. Die Formulierung der Absichten als globale Ziele dient dann als Vorgabe zur Festlegung von strategischen Zielen. Diese haben einen Erwartungshorizont von drei bis fünf Jahren. Hier werden konkret messbare und erreichbare Ziele definiert, die dann durch operative Maßnahmen und Organisationsentwicklung erreicht werden sollen.

Es empfiehlt sich, sofern nicht schon geschehen, als erstes über diese Aspekte Klarheit zu erzeugen. Fehler in der Planung von Projekten, insbesondere bei der Zielsetzung, die zu Beginn gemacht werden, wirken sich nachher im gesamten Projektverlauf negativ aus.

Aufgrund aktueller politischer Entwicklungen ist es für die Organisationen eine gute Option, die eigene Politik und die eigenen Ziele zu überprüfen und gegebenenfalls auszurichten. Der Anspruch auf Klimaneutralität bis zum Jahr 2045, festgeschrieben im Klimaschutzgesetz, wird dazu führen, dass sich das wirtschaftliche Umfeld und der legislatorische Rahmen in den nächsten Jahren deutlich verändern wird. Während heute noch viele Maßnahmen auf dem Weg zur Klimaneutralität über sogenannte Kompensation erfolgen können, wird diese Möglichkeit mit einer steigenden Anzahl von Organisationen, die sich daran beteiligen, immer weiter sinken. Es muss also Aufgabe sein, die Organisation auf die kommenden Herausforderungen auszurichten. Der Bund stellt aber nicht nur Ansprüche, sondern unterstützt die Organisationen und Unternehmen auch in der Erreichung ihrer Ziele. Dies geschieht durch vielfältige Informationen und Veranstaltungen, aber auch ganz konkret im Bereich der Förderung. Um die hier vorgeschlagene Anpassung der Organisation zu planen und vorzunehmen käme hier das „Modul 5: Transformationskonzepte“¹ im Förderprogramm Energie und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft infrage.

Wenn die übergeordneten Unternehmensziele definiert und auch schriftlich fixiert sind, sollte als nächster Schritt ein Team gebildet werden.

3.2.2 Teambildung

Ein Projekt braucht ein Team mit breiter Kompetenz. Bei solchen Transformationsprozessen, wie es ein Projekt nach der VDI Richtlinie 4801 darstellt, ist die Mithilfe und Kompetenz aus vielen Bereichen erforderlich. Dies liegt darin begründet, dass neben den rein technischen Aspekten einer Produktion auch die Planerischen und Umsetzungsaspekte der betrieblichen Organisation eine wesentliche Rolle spielen.

Im Kapitel 5.1 der VDI 4801 wird auf die Teambildung eingegangen. Das Team kann zusammengesetzt werden aus internen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen und gegebenenfalls ergänzt werden durch externe Fachkräfte. Die Zusammensetzung und Größe eines Teams hängen von den gesetzten Zielen, den dafür benötigten Kompetenzen und den zur Verfügung stehenden Mitteln ab. Ein solches Team kann sich auch um ein entsprechendes Vorschlagswesen kümmern, damit die Belegschaft möglichst aktiv eingebunden wird. Durch diese organisatorische Zuordnung werden Kommunikationsverluste begrenzt.

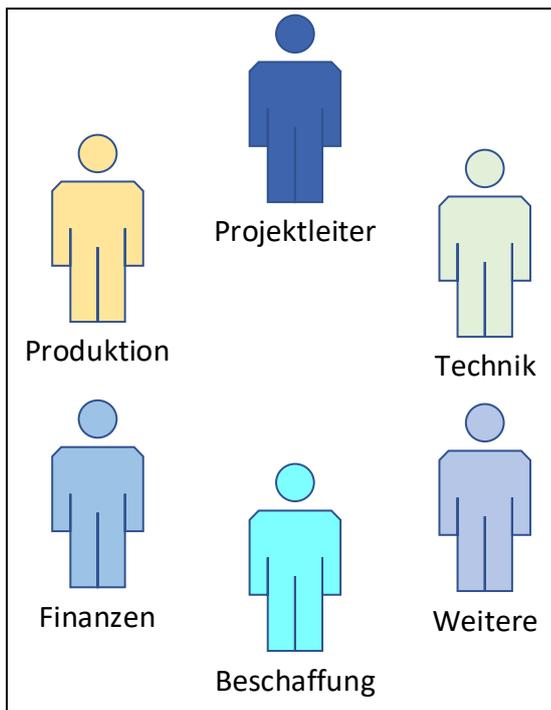


Abbildung 19: Beispiel für eine Teamzusammensetzung

Ein produktives Team sollte nicht zu groß sein, eine Empfehlung wäre, je nach Anforderungen, eine Teamgröße von zwei bis sechs Teilnehmer und Teilnehmerinnen. Bei einer geringeren Teilnehmerzahl kann es leicht zu einer zu hohen zusätzlichen Arbeitsbelastung der Teammitglieder kommen. Projekte verzögern sich dann oder werden ganz aus dem Fokus genommen. Bei zu vielen Mitgliedern werden Teams ineffektiv, da zu viel Zeit in Abstimmungsprozessen verloren geht. Hier ist es dann sinnvoll, ein Kernteam aufzustellen, welches zu bestimmten Themenbereichen interne „Experten“ einlädt.

Die Projektdurchführung kann auch in die Aufgaben eines bestehenden Teams eingegliedert werden. Das Thema Ressourceneffizienz und Anwendung der VDI 4801 fügt sich integrativ in die verschiedenen Managementsysteme, insbesondere im Bereich Umwelt, Energie und Qualität, ein. Hierdurch werden Synergien in der Unternehmung genutzt und die Arbeit kann schneller und effizienter beginnen, da bereits eingeübte Routinen und Verfahren existieren.

Für das Team sollten gemäß der Richtlinie folgende Aspekte und Kenntnisse berücksichtigt werden:

1. Kenntnis über die Methodik zur Steigerung der Ressourceneffizienz

Ist eine solche Kenntnis nicht intern vorhanden, werden die folgenden Informationsquellen empfohlen. Hier findet man sehr viele nützliche Informationen und weitere Verlinkungen:

- Handbuch Kurzanleitung zur Einführung der VDI 4801
- Praxisleitfaden der ISO 50001
- Bayerische Energieeffizienz-Netzwerke Initiative von „Bayern Innovativ“⁶,
- Internetseite des bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz
- Energie-Atlas Bayern⁷, Unternehmen und Abwärme
- Umwelt + Klimapakt Bayern⁸
- Umweltbundesamt.de/publikationen/energiemanagementsysteme-in-praxis

2. Entscheidungskompetenz zur Planung und Durchführung von Maßnahmen

Es gibt grundsätzlich zwei Möglichkeiten das Team auszugestalten. Soll es ein Team sein, das sich vorrangig mit der Erarbeitung von Maßnahmenvorschlägen befasst, die dann der Geschäftsführung oder ähnlichen Ansprechpartnern vorgelegt werden, oder soll es ein Team sein, in dem die Entscheidungskompetenz gleich integriert ist und sich dadurch der Weg von der Ideenentwicklung zur betrieblichen Umsetzung deutlich verkürzt. Vorteil der ersten Variante ist, dass ein neuer Standpunkt eingenommen wird. In der Kreativtechnik nennt man ein solches Vorgehen „Kopfstandmethode“. Hierdurch werden neue Blickwinkel und Ideen generiert, die dann in späteren Diskussionen mit Entscheidungsträgern weiter ausgearbeitet werden. Vorteil der letzten Variante ist, dass die Entscheider nicht noch speziell zu den einzelnen Maßnahmen eingewiesen werden müssen, da sie aktiv an der Entwicklung dieser beteiligt waren.

3. Festlegung eines Zuständigen

Zuständigkeiten sind in jedem Team festzulegen. Jedes Projekt benötigt einen Teamleiter, der sich um die Einhaltung der drei Ziele Kosten, Zeit und Ressourcen kümmert. Fehlt dieser Teamleiter, leidet die Produktivität und die Qualität der Arbeit.

4. Kenntnis über die Produktionszusammenhänge, Prozesswissen

Bereits einfache Maßnahmen, wie zum Beispiel die Absenkung des Drucks im Druckluftnetz, erfordern Kenntnisse über die Produktion und die darin stattfindende Verwendung der Druckluft. Deswegen ist es nützlich Teammitglieder zu benennen, die mit den technischen Details der Produktion und Versorgungseinrichtungen vertraut sind.

5. Kenntnis über limitierende Faktoren bei Prozessveränderungen

Wie bereits im Punkt vier angesprochen, ist ein hohes Prozesswissen erforderlich, wenn man Prozesse neugestalten oder in ihrer Durchführung verbessern möchte. Im Vordergrund eines

⁶ [BEEN-i: Die Bayerische EnergieEffizienz-Netzwerk-Initiative](#)

⁷ (STMWi, 2022)

⁸ (LfU, 2021)

Unternehmens steht aus rein wirtschaftlichen Gründen die Qualität und Verfügbarkeit des Produkts oder einer Dienstleistung. Gerade wenn Unternehmen nicht energieintensiv sind, spielen die Energiekosten, mit Anteilen unter 2 bis 3 % der Gesamtkosten, nur eine sehr untergeordnete Rolle. Durch den Fokus auf das Produkt oder die Dienstleistung ergeben sich limitierende Faktoren, die bei der Planung und Durchführung von Maßnahmen unbedingt zu beachten sind. Es ist zu empfehlen, diese Faktoren im Rahmen der Analyse präzise zu beschreiben und zu dokumentieren. So ist es für nachfolgende Projekte wesentlich einfacher, die Ausrichtung der Maßnahmen und deren Gewichtung für die einzelnen Projekte festzulegen.

6. Kenntnis über betriebliche und produktbezogene Kostenstruktur

Energie oder Ressourcen einzusparen, gehört zur Zielsetzung eines Unternehmens. Es ist sinnvoll, die Kostenstrukturen der Produkte und des Unternehmens zu kennen, um später zu einer validen Maßnahmenbewertung zu kommen. Es ist für die innerbetriebliche Kommunikation ein Vorteil, wenn den Mitarbeiter und die Mitarbeiterinnen nicht nur eine abstrakte Größe von Energie oder CO₂-Einsparung genannt wird, sondern auch der monetären Vorteil, den das Unternehmen mit der Maßnahme erreichen wird. Von einer nachvollziehbaren Beschreibung mit real angesetzten Kosten können MitarbeiterInnen gegebenenfalls auch in ihrem Privatbereich profitieren. Das steigert, aus der Erfahrung des Autors, deutlich die Akzeptanz für die Evaluierung und Durchführung von Energieeinsparmaßnahmen.

7. Kenntnis über Lieferketten

Insbesondere wenn man den Bereich der Grobanalyse der Richtlinie, den Gate to Gate Ansatz, verlässt und eine Cradle to Grave Analyse beginnt, ist es unabdingbar, Kenntnisse über die Lieferketten und die Zusammenhänge zu haben. Dies betrifft einerseits den Bereich der Produkte für die Produktion, in dem es um Hilfsstoffe, Rohstoffe und Vorprodukte geht, andererseits auch den Bereich Energielieferung, da die hiermit verbundenen Gegebenheiten Energiemaßnahmen in direkter Weise beeinflussen.

8. Kenntnisse im Bereich Gesetze, Entsorgung und Umweltschutz

Es ist nicht zwingend, dass ein Rechtsexperte Teammitglied ist, aber im Team muss ausreichend Kompetenz vorhanden sein, um die Auswirkungen einer Maßnahme auf das rechtliche Umfeld der Unternehmung einschätzen zu können. Zum Beispiel erfordert die Errichtung einer Anlage im Bereich der erneuerbaren Energien, zum Beispiel ein Holzhackschnitzelkraftwerk, profunde Kenntnisse über das Genehmigungs- und Energierecht. An dieser Stelle ist es grundsätzlich zu empfehlen, auch externe Fachkräfte einzubinden, die auf diese Themengebiete spezialisiert sind. Ein wichtiger Bereich, der abgedeckt werden sollte, ist das Thema Förderung von Maßnahmen. Zurzeit gibt es eine sehr große Förderlandschaft, die Unternehmen messbare und spürbare Unterstützung verschafft, Maßnahmen umzusetzen. Es gibt einen großen Expertenpool, auf den man zurückgreifen kann.

9. Marktkenntnisse über Energieeffizienztechnologien

Verschiedene Maßnahmen können zum Einsatz neuer Technologien, sei es im Bereich der Energieeffizienzverbesserung oder der Erzeugung von erneuerbaren Energien, führen. Am Markt ist leider immer wieder festzustellen, dass Anbieter sehr stark auf ihre eigenen Produkte fokussieren, und alternative Lösungen nicht in ein Projekt einbringen wollen. Dies ist nachvollziehbar, da ja sonst das eigene Geschäft geschädigt würde. Aus diesem Grund müssen Energieexperten, die als Berater beim BAFA oder der KfW zugelassen sind, unabhängig sein. So wird sichergestellt, dass das Unternehmen eine marktneutrale Lösung erhält, die möglichst optimal auf dieses zugeschnitten ist. Es können für gleiche Leistungen sehr unterschiedliche Preise bezahlt werden. Wichtig ist, dass Lösungen für Aufgabenstellungen nicht nur unabhängig vom Unternehmenskontext und den anderen technischen Einrichtungen betrachtet werden, sondern immer im Verbund.

Praxistipp:

Nutzen Sie die Kompetenz bereits vorhandener Arbeitskreise.

3.2.3 Ziele für das Team setzen

Wenn das Team zusammengesetzt ist, müssen die konkreten Ziele mit der Gruppe vereinbart werden. Ein konkretes Ziel im ersten Schritt ist zum Beispiel ein Zeitrahmen, in dem die ersten Ergebnisse vorliegen sollen. Die Zielperspektiven eines Projekts zeigt die nachfolgende Grafik.

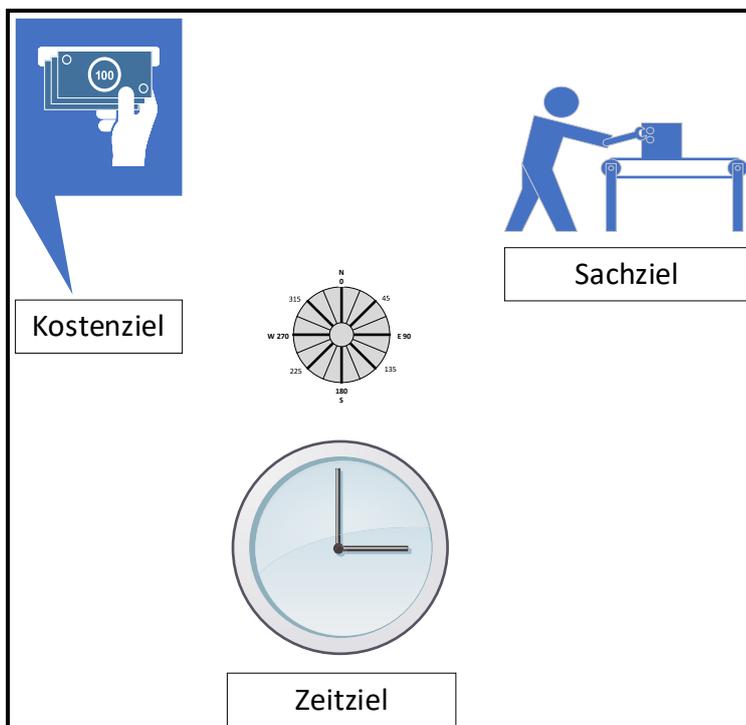


Abbildung 20: Projektziele

Des Weiteren sollte man sich verständigen, in welche Bereichen und unter welchem Blickwinkel die ersten Analysen durchgeführt werden sollen. Hierfür kann es hilfreich sein, wenn schon zu dieser Zielsetzung die ersten Grundinformationen durch kompetente Teammitglieder vorliegen und zu den wesentlichsten möglichen Ansatzpunkten Anregungen gegeben werden können.

Praxistipp:

Nutzen Sie bereits vorliegende Auditergebnisse oder Ergebnisse von Untersuchungen für eine Priorisierung.

3.2.4 Grobanalyse durchführen

Im nächsten Schritt wird eine Grobanalyse in den vereinbarten Bereichen durchgeführt. Im Rahmen dieser Grobanalyse werden die wesentlichen Daten zusammengetragen.

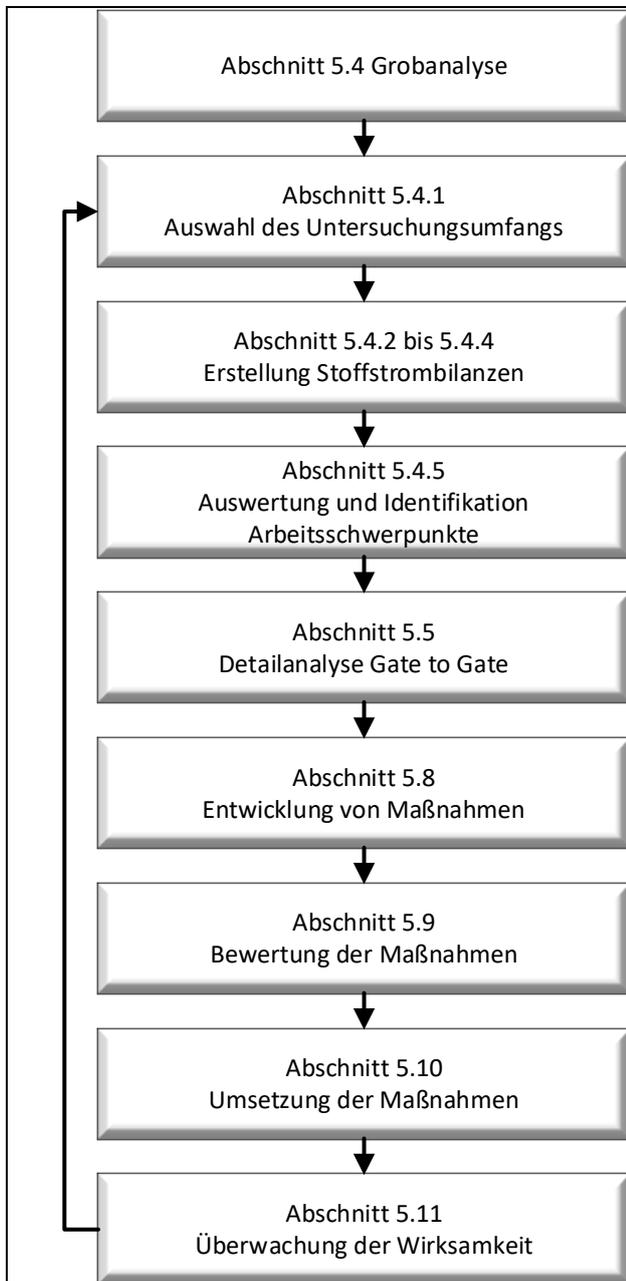


Abbildung 21: Vorgehensweise nach Kapiteln der VDI 4801 angeordnet

Die zu erhebenden Daten bestehen aus Energiedaten, Kostendaten und einer Zuordnung über die Prozesskette. Im ersten Schritt ist es nicht wesentlich, die Prozesskette in allen Details abzubilden, aber es soll ein valider Überblick geschaffen werden.

Exkurs: „Energiedatenbeschaffung“

Tabelle 13: Energiedatenbeschaffung

Datenlieferant	Art der Daten	Erkenntnis 1	Erkenntnis 2	Erkenntnis 3
Energielieferant	Energie-abrechnungen	Verbrauchs-veränderung	Kosten-veränderung	Jahresgang (Abhängigkeit Verbrauch-Außenklima)
Energielieferant	Lastgang*	Spitzenverbräuche	Abschalt-verhalten am Abend, Wochenenden etc.	Grundlast-verbrauch
Unternehmens-eigene Messeinrichtungen – Betriebserfassungssystem	Messdaten-erfassung in bearbeitbarer Form	Verbrauchsverhalten der energieintensivsten Prozesse	Spitzenlast-management	Netzbelastung
Unterlagen aus Audits, Messkampagnen, etc.	Aufschreibungen und Berichte von Experten	Verbrauchsverhalten der energieintensivsten Prozesse	Spitzenlast-management	Netzqualität

**Zeitgenaue Verbrauchswerte der abgerufenen Leistung; Strom 15 Min, Gas 60 Min*

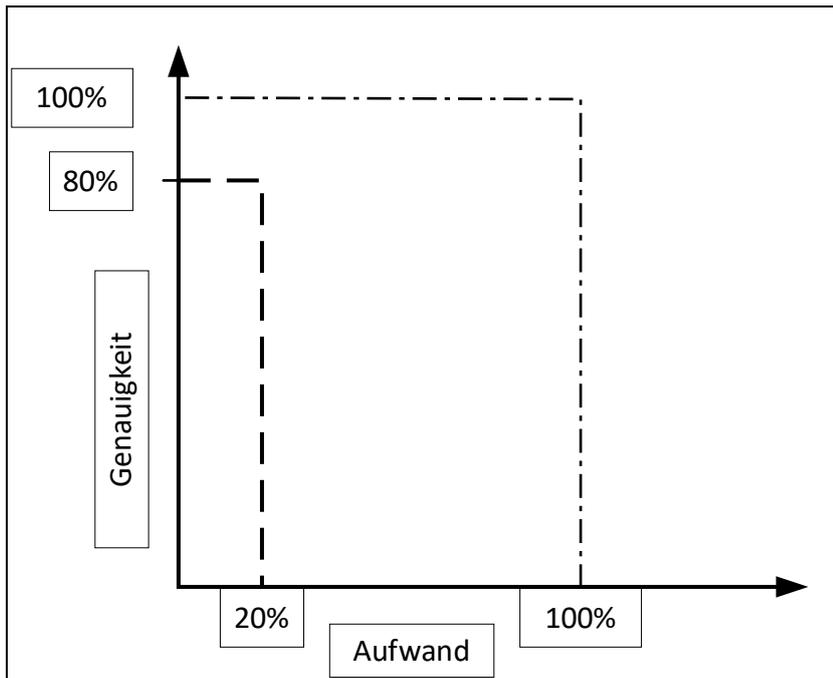


Abbildung 22: Aufwand und Nutzen

Im Rahmen dieser Grobanalyse werden die wesentlichen Energieeinsatzbereiche identifiziert. Zu empfehlen ist eine Benutzung der weiter oben in diesem Bericht aufgeführten vier Blickwinkel, da in allen Bereichen lohnende Potenziale zu finden sind.

Um neue Maßnahmen zu generieren und auch um einer gewissen Betriebsblindheit entgegenzuwirken, können durch die Bearbeitung der Tabelle 1 der VDI 4801 „Strategien zur Steigerung der Ressourceneffizienz“ wichtige neue Ansatzpunkte aufgezeigt werden. Die Tabelle bietet einen Überblick über strategische Ansätze zur Verbesserung der Ressourceneffizienz. Dabei ordnet sie den Ansätzen die Perspektiven

- Bezug (Produkt oder Produktion),
- einflussnehmender Akteur,
- Lebensphasen,
- und Bewertung der Sinnhaftigkeit eine Lebensweganalyse

zu.

Hier ist zum Beispiel das Thema Ausschuss oder Nacharbeit zu nennen. Bei Ausschussproduktion ist der gesamte Energieeinsatz, den das Unternehmen bei der Herstellung des Produktes getätigt hat, verloren.

Praxistipp:

Eine Grobanalyse basiert oft auf bereits im Unternehmen vorhandenen Daten. Das können beispielsweise sein:

- *Energieabrechnungen*
- *Materialabrechnungen*
- *Daten aus durchgeführten Untersuchungen und Energieaudits*
- *Daten aus dem Betriebsdatenerfassungssystem*
- *Daten aus Maschinensteuerungen*
- *Daten aus Messsystemen*
- *Technische Daten zu Maschinen, Betriebsanleitungen*

Hierdurch kann ein schneller Einstieg erfolgen, die erhobenen Daten eignen sich zu einem späteren Zeitpunkt dann auch zur Validierung von Untersuchungsergebnissen und Maßnahmenbewertungen

3.2.5 Ziele anpassen, Schwerpunkte definieren

Als Resultat der Grobanalyse werden die Schwerpunkte für die weitere Tätigkeit bestimmt.

Um diese Zielbestimmungen vorzunehmen ist es wichtig, dass Kriterien zur Bewertung der Maßnahmen eingeführt und dokumentiert werden. Typischerweise sind die Kriterien

- die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme,
- das Risiko einer Maßnahmenumsetzung auf die Produktion oder das Produkt,
- sowie die zur Verfügung stehenden Investitionsmittel

die wichtigsten bei einer Bewertung. Die nachstehende Grafik zeigt weitere Kriterien, die den eigenen Ansprüchen und Vorstellungen entsprechen müssen. Dazu zählt sicher auch die gewünschte Untersuchungstiefe und Datenqualität.

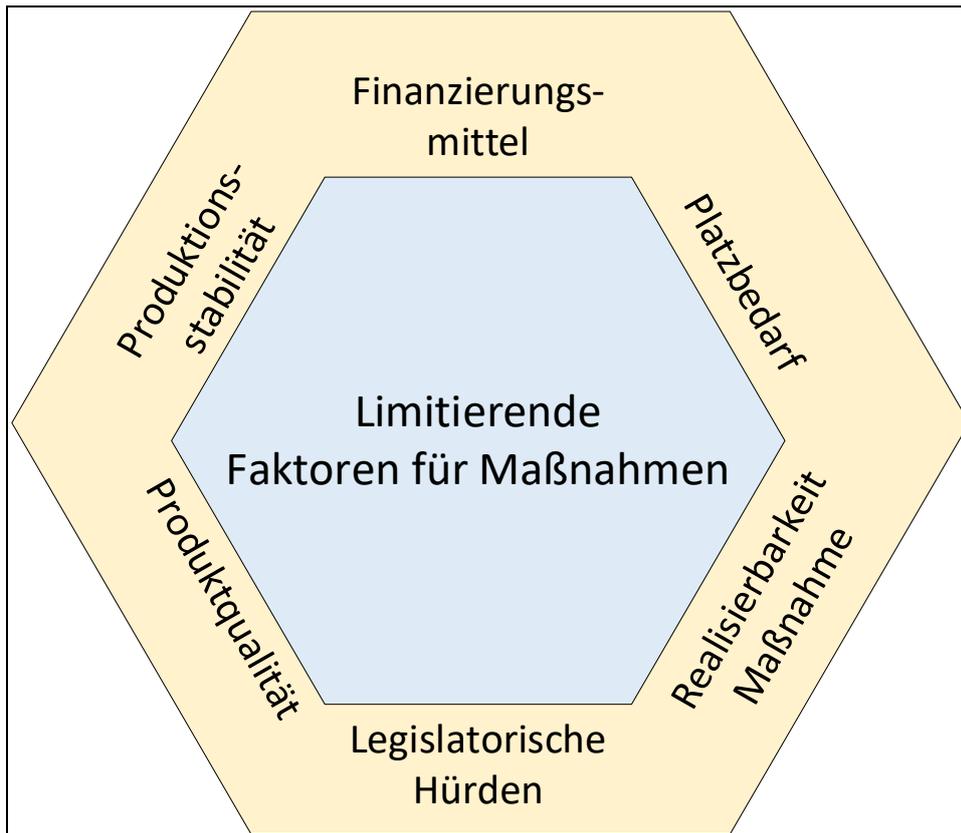


Abbildung 23: Limitierende Faktoren für Maßnahmen

Mit diesen möglichen Einstufungen können die Maßnahmen mit einer Priorisierung versehen werden und dann die betrieblichen Ressourcen auf die Maßnahme mit den höchsten Prioritäten fokussiert werden. Ein typisches Resultat sind die sogenannten „Low hanging fruits“. Diese lassen sich mit geringem Kosten und Zeitaufwand umsetzen, sind üblicherweise Stand der Technik und führen rasch zu den ersten motivierenden Erfolgen. Es lässt sich aus einer Grobanalyse nicht immer gleich eine Maßnahme ableiten, oft wird sie nur überblicksmäßig beschrieben und muss dann im Detail weiterentwickelt werden.

Sind die Kriterien, an denen sich eine Maßnahme messen lassen muss, festgelegt, dann ist eine Priorisierung aller Maßnahmen mit Hilfe der ABC-Analyse leicht möglich.

Praxistipp:

Zu beachten ist hierbei, dass die Qualität dieser ABC-Analyse in direkter Weise von der präzisen Fragestellung abhängt.

Die folgende Tabelle zeigt beispielhaft wie eine ABC-Analyse erfolgen kann.

Tabelle 14: ABC-Analyse

Priorität	Beschreibung	Datensatz 1	Datensatz 2	Datensatz 3	Datensatz 4
A	sehr wichtig/sehr viel/sehr wertig/sehr problematisch/sehr großer Handlungsbedarf	X		X	
B	wichtig/viel/wertig/problematisch/mittelfristiger Handlungsbedarf		X		
C	Unwichtig/wenig/geringwertig/unproblematisch/kein Handlungsbedarf				X

Diese Einordnung der Maßnahmen dient dann als Entscheidungsgrundlage für die nachfolgende Zielanpassung und Schwerpunktdefinition. Sie verhindert, dass mit zu viel Zeit- und Kostenaufwand Maßnahmen bearbeitet werden, bei denen schon durch die Einstufung zu erkennen ist, dass Aufwand und Erfolg in einem Missverhältnis stehen. Ebenfalls verhindert die Auseinandersetzung mit den Kriterien, an denen sich eine Maßnahme messen lassen muss, organisatorische Fehllenkungen.

3.2.6 Detailanalyse durchführen

Die Durchführung der Detailanalyse liefert die nötigen Informationen, um eine konkrete Planung der Maßnahmen durchführen zu können.

Als Basis für die Entwicklung von Produkt-/Prozessverbesserungen müssen die Daten genau genug sein. Je genauer die Daten erhoben werden, desto stärker steigt der Aufwand für die Erhebung. Das ist häufig nicht wirtschaftlich. Wichtiger ist es einen validen Datensatz zu erzeugen, anstelle eines hochpräzisen Datensatzes, dessen Validität aber nicht belegt werden kann. Die nächste Grafik stellt die Einbindung einer Validierung dar.

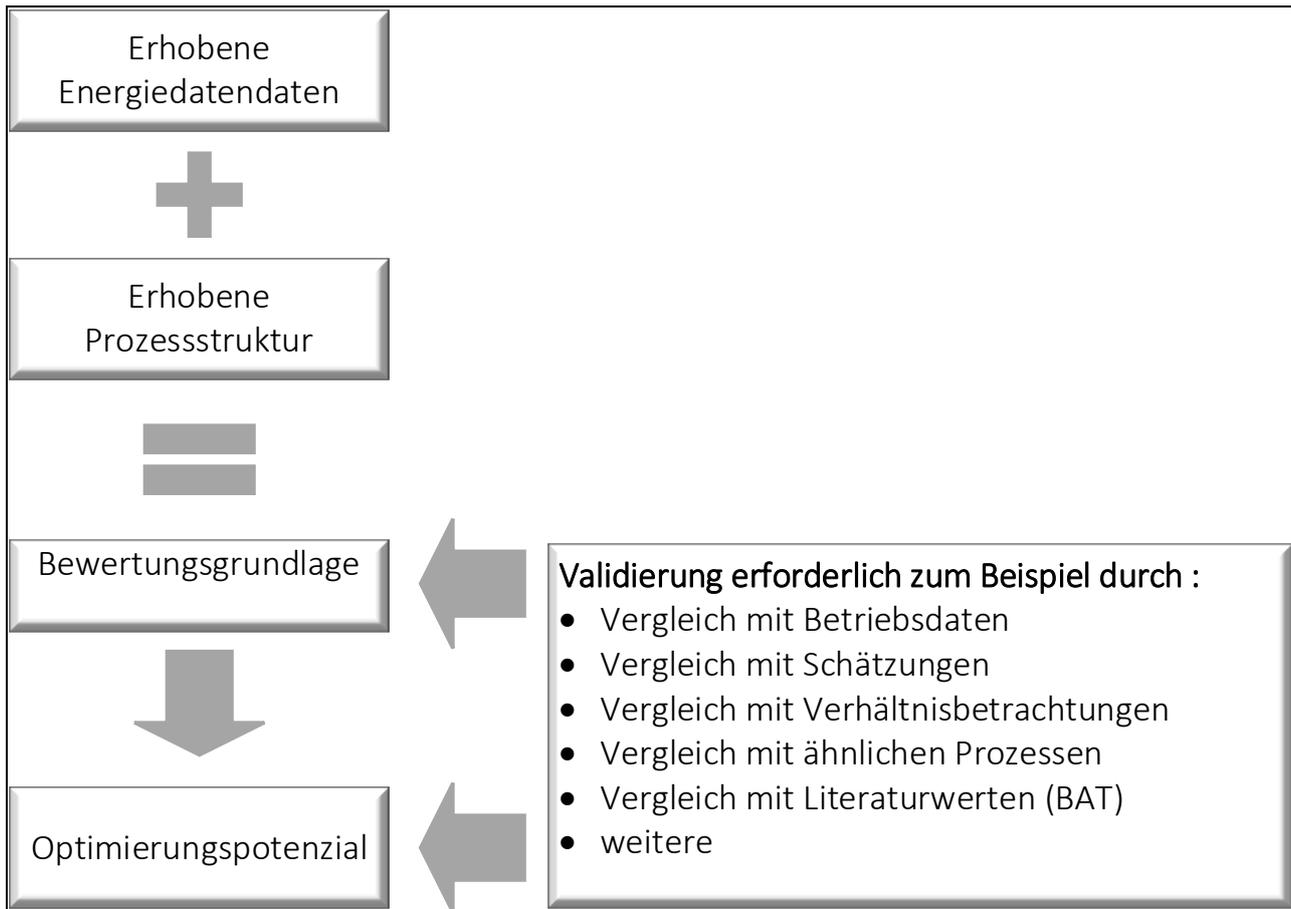


Abbildung 24: Validierung

Der Validierung von Daten kommt eine große Bedeutung zu. Wird ein Projekt auf Basis falscher Zahlen, Daten und Fakten begonnen, kommt es automatisch zu Fehlern in der Projektdurchführung und oft kann das Projektziel nicht erreicht werden.

Dennoch werden im betrieblichen Alltag Schätzungen zum Energieverbrauch immer wieder notwendig sein, da häufig nicht für jede einzelne Anlage Messdaten zur Verfügung stehen. Dies hat zur Folge, dass auch der erwartete Maßnahmen Erfolg abgeschätzt werden muss.

Es ist ebenfalls nicht immer sinnvoll, ein außerordentlich detailliertes Messsystem aufzubauen, da dies viel Kapital binden kann und einen regelmäßigen Instandhaltungs- und Betreuungsaufwand benötigt.

Praxisbeispiel:

Es wäre zum Beispiel nicht valide, bei einem Drehstrommotor mit einer Leistung von 5 kW diesen Wert mit den Jahresstunden zu multiplizieren, um den durchschnittlichen Energieverbrauch festzustellen. Auch wenn der Motor unregelt ist, gibt er nur die Leistung ab, die die Anlage in dem jeweiligen Betriebszustand abrufen. Anlagen sind üblicherweise nicht zur Abgabe von ständig 100 % ausgelegt, da sie ansonsten sehr stark verschleifen würden, weil es erwartbar zu regelmäßigen Überlastungen kommen würde. Eine Vorgabe von 80 % der Maximalleistung ist eine Zahl, die man in seine Abschätzung einfließen lassen kann. Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die Zahl der Betriebsstunden, in denen eine Anlage betrieben wird. Auch wenn Arbeitszeiten von 8 oder 9 Stunden angesetzt sind, werden die einzelnen Anlagen vielleicht nur ein oder zwei Stunden am Tag tatsächlich betrieben. Hier gilt es die wahren Betriebsstunden hinreichend genau zu ermitteln.

3.2.7 Produkt- und Prozessverbesserungen entwickeln

Die Maßnahmen, die jetzt in der Detailanalyse entwickelt werden, haben verschiedene Aspekte.

- Maßnahmen ohne Produktionsbezug
- Maßnahmen mit Produktionsbezug
- Organisatorische Maßnahmen
- Prozessuale Maßnahmen
-

Es gibt Maßnahmen, die keinen direkten messbaren Bezug zum Produkt oder Prozess haben. Ein Beispiel dafür sind Öffnungen in der Gebäudehülle, die beispielsweise durch das Entfernen von Rohrleitungen, Ventilatoren und dergleichen entstanden sind. Diese wirken wie ein Kamin, führen zu einem höheren Wärmebedarf, beeinflussen aber weder Produkt noch Produktion unmittelbar. Es empfiehlt sich, für die einzelnen entwickelten Maßnahmen eine Risikobewertung durchzuführen.

Mit dieser Bewertung werden mögliche Gegenargumente oder Vorbehalte von anderen betrieblichen Akteuren berücksichtigt und in eher objektiver Weise bewertet. So ist es möglich, die Akzeptanz einer Maßnahmenumsetzung bei den verschiedenen betrieblichen Akteuren und Gruppen mit belastbaren Argumenten zu verbessern und Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen zu einer Unterstützung zu motivieren.

Eine Risikomatrix stellt ein Hilfsmittel dar, die Risiken objektiver zu beurteilen und Chancen zu validieren.

Tabelle 15: Ermittlung Risikoprioritätszahl

Risiken	Entstehungswahrscheinlichkeit des Fehlers RZ 1	Schweregrad des Fehlers RZ 2	Entdeckungswahrscheinlichkeit des Fehlers RZ 3	Risikoprioritätszahl RPZ
Produktionsausfall	1	4	1	4
Reklamationen	5	5	3	75
Qualitätsbeeinträchtigung	5	1	1	5
Materialmehrverbrauch	2	8	3	48
Mehrarbeit	1	1	10	10
...				

Die einzelnen, für die Risikozahlen einzutragenden Zahlen in dieser Tabelle folgen den Vorgaben der nachstehenden Tabelle.

Tabelle 16: Werte Risikozahl

Wert	RZ 1 Entstehung	RZ 2 Schweregrad	RZ 3 Entdeckung
1	klein	gering	Sicher
2			
3			
4			
5	Mittel	Mittel	Mittel
6			
7			
8			
9			
10	Sehr hoch	sehr stark	unwahrscheinlich

Die Risikoprioritätszahl ergibt sich dann aus der Multiplikation der einzelnen Risikozahlen.

Für die Auswertung gilt dann beispielsweise:

- $RPZ < 50$ keine Aktion erforderlich
- $50 < RPZ < 125$ kleine Korrekturmaßnahmen erforderlich
- $RPZ > 125$, Risiko zu hoch, zwingend Maßnahmen erforderlich

Die Spannen und die Anwendung in den Einzelfällen sind jeweils durch die Unternehmung zu bestimmen, da eine gleiche RPZ noch nicht zwangsweise zu einer gleichen negativen Auswirkung und damit Bewertung führen muss. Eine RPZ von größer 80 kann zum Beispiel unterschiedliche Schweregrade der Auswirkung enthalten. Deswegen sollte man diese Schwellenwerte flexibel betrachten, da es subjektive Bewertungen bleiben und die Auswirkungen von Fehlern sich bei gleicher RPZ deutlich unterscheiden können.

Für den vierten Blickwinkel „Prozessoptimierung“ sollten die Erläuterungen der Tabelle 2 der VDI 4801 mit in die Maßnahmenentwicklung einbezogen werden. Orientiert man sich an diesen Kriterien, so erhält man viele wichtige Hinweise darauf, was in welcher Form zu tun wäre. Natürlich können auch die Ergebnisse einer Prozessstrukturanalyse oder weitere interne Vorgabedokumente hierzu eingesetzt werden.

Ob eine Lebensweganalyse unbedingt erforderlich ist, ist eine individuelle Entscheidung der Unternehmen. Lebensweganalysen sind üblicherweise aufwendiger und komplexer als die Planung einfacher Energiemaßnahmen, da wesentlich mehr Faktoren und Variablen in den Gesamtprozess mit einbezogen werden müssen.

3.2.8 Auswahl von Maßnahmen

Nachdem die Detailanalyse durchgeführt wurde und die entsprechenden Verbesserungen bewertet wurden, führt man wieder die Maßnahmenpriorisierung durch. Auf Basis der nun besser verfügbaren Daten wird die Entscheidung vereinfacht und sicherer. Bei der Auswahl sollte beachtet werden, nur solche Maßnahmen in Betracht zu ziehen, welche, entsprechend den verfügbaren Ressourcen, auch real umsetzbar sind. Gegebenenfalls müssen größere Potenziale erst einmal zurückgestellt werden, um die umsetzbaren kleineren Maßnahmen angehen zu können. Wichtig bei der Maßnahmenauswahl ist die mögliche Wechselwirkung zwischen den Maßnahmen. Gibt es zum Beispiel die Maßnahme, die Wärmedämmung einer Anlage zu verbessern, müsste eine gleichzeitige geplante Optimierung der Hallenklimatechnik entsprechend angepasst werden. Hier ist ein empfehlenswertes Werkzeug eine Beeinflussungsmatrix. In dieser ist auf einfache Weise zu erkennen, welche Maßnahmen unabhängig voneinander durchzuführen sind und bei welchen Maßnahmen komplexere Betrachtungen anzustellen sind.

Tabelle 17: Beeinflussungsmatrix

Beeinflussung: 0=keine Auswirkung; += Maßnahmen begünstigen sich; ++= sehr starke Begünstigung -= Beeinträchtigung der Maßnahmen, --=sehr starke Beeinträchtigung										
Maßnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0									
2	+	0								
3	+	+	0							
4	-	-	+	0						
5	0	+	-	0	0					
6	+	--	++	-	+	0				
7	-	-	+	-	-	+	0			
8	++	+	-	0	0	+	-	0		
9	+	--	-	+	-	0	++	-	0	
10	0	-	+	+	+	0	-	-	+	0

3.2.9 Maßnahmen umsetzen

Für die Maßnahmenumsetzung ist es wichtig, alle Beteiligten in das Projekt einzubeziehen. Es müssen Mittel geplant und bereitgestellt werden, Umbauten geplant, sowie gegebenenfalls weitere Angebote eingeholt werden. Auch die Zeitplanung ist ein wesentlicher Faktor, da bestimmte Maßnahmen sich nicht in der laufenden Produktion umsetzen lassen, sondern eine produktionsfreie Zeit erfordern. Für die einzelnen Maßnahmenumsetzungen sind Verantwortliche zu bestimmen, die dann die Projektziele im Auge behalten und den Projekterfolg entsprechend steuern.

3.2.10 Kontrolle des Maßnahmenenerfolgs

Wesentlich ist es, nach Abschluss der Umsetzung eine Maßnahmenkontrolle durchzuführen. Diese Maßnahmenkontrolle bezieht sich einerseits auf die Höhe der erzielten Einsparungen, andererseits auf die aufgewendeten Ressourcen und somit auf die Veränderung der Ressourceneffizienz. Ohne eine solche Bewertung könnten Maßnahmen wiederholt werden, die bei einer früheren Umsetzung nicht die erwartete Effektivität und Effizienzsteigerung geleistet haben. Eine Überwachung sollte immer so aufgebaut sein, dass eine dritte unabhängige Person den Maßnahmenenerfolg kontrolliert. Ähnlich wie Auditoren sollten sie unabhängig vom Bereich der Maßnahmenumsetzung sein. Hierdurch wird eine gewisse Objektivität gewährleistet, welche hilft, Maßnahmen realistisch zu bewerten.

Praxistipp:

Bitte nicht die ausführliche Dokumentation zu den einzelnen Entscheidungsschritten vergessen. Diese Dokumentation wird Ihnen bei einer erneuten Maßnahmenentwicklung oder Bewertung sehr viel Zeit sparen.

Es kommt insbesondere bei externen Angeboten, zum Beispiel im Bereich der LED-Lichttechnik, immer wieder zu Ausweisung eines ROI von ein bis zwei Jahren. Nach Durchführung der Arbeiten ergibt sich aufgrund der verbundenen Arbeiten und deren Kosten ein realistischer ROI von fünf bis sechs Jahren. Das ist generell nicht schlecht, erzeugt aber, wenn es nicht rechtzeitig kommuniziert wird, Frustration die weitere Projekte in Planung und Umsetzung behindern. Es geht Vertrauen verloren. Gegebenenfalls werden durch die höheren und ungeplanten Aufwendungen auch anders eingeplante Ressourcen hierdurch blockiert. Eine Maßnahmenplanung sollte immer sehr konservativ im Bereich der zu erwartenden Einsparung durchgeführt werden.

Praxistipp:

Lassen Sie sich nicht hinreißen, Maßnahmen zu positiv zu bewerten, auch wenn strenge Vorgaben an den ROI dies „quasi“ erzwingen. Bleiben Sie realistisch und beachten Sie auch die Aufwendungen rund um die zentrale Maßnahme, um zu einer realistischen Abschätzung zu kommen. Zum Beispiel werden im Fall von LED-Beleuchtung häufiger die Leuchten selbst angeboten, der Arbeits- und Verkabelungsaufwand aber nicht berücksichtigt oder ausgewiesen.

3.2.11 Neue Ziele setzen

Grundsätzlich gilt „nach dem Projekt ist vor dem Projekt“. Jetzt sollte man wieder zur Tab. 1 auf der Seite 17 der VDI Richtlinie zurückkehren. Auch ist die Dokumentation der Bewertungsergebnisse anderer Maßnahmen eine wertvolle Quelle für neue Inspirationen. Die Mitarbeit in Effizienznetzwerken ist immer zu empfehlen, da hier ein enormes Wissen, das oft mit übertragbaren Beispielen unterlegt ist, existiert. Als Beispiel sei hier die Bayerische EnergieEffizienz-Netzwerk-Initiative⁹ des bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie genannt.

3.3 Stolpersteine und Lösungsansätze bei der Umsetzung

Stolpersteine sind Umstände, die in Projekten regelmäßig auftreten und die, um den Projekterfolg sicherzustellen, gelöst werden müssen. Typische Themen sind:

- Effektivität und die Vermeidung von „Zeitfressern“
- Validierung von Ergebnissen
- Von der Idee zur technischen Umsetzung

Die nachstehende Tabelle zeigt mögliche Stolpersteine mit vorgeschlagenen Maßnahmen zur Lösung der Herausforderungen.

⁹ (Bayern Innovativ, 2022)

Tabelle 18: Stolpersteine vor Projektstart

Vor Projektstart	
Stolperstein	Maßnahme
Keine Ansatzpunkte finden	Fortbildung durchführen, auch Inhouseschulung organisieren
	Beitritt zu einem Effizienznetzwerk
	Literaturstudium, BVT Merkblätter und Schlussfolgerungen ¹⁰ , Branchenleitfäden
	Suche im Internet
	Externe Untersuchung in Auftrag geben

Tabelle 19: Stolpersteine Zielfassung

Zielfassung	
Stolperstein	Maßnahme
Kein 40 % Ziel verfügbar	40 % Ziele spielen im Modul 5 des BMWI bis 2030 eine Rolle, es handelt sich hierbei um eine Zielvorgabe für den Umfang der Maßnahmenentwicklung bei einer Förderung
Schon alles umgesetzt	Kreativmethode versuchen (Kopfstand)
Zielkonflikte in Abteilungen	Prioritäten setzen und Abstimmung herbeiführen
Ziele sind zu "klein"	Jeder Schritt hilft
Unklarheit bezüglich Ziele spezifisch/absolut	Beides ist möglich, spezifisch ist die Regel, um Kosten zu ermitteln Ziel absolut bestimmen
Unklarheit ob des Nutzens	Bei Ressourceneffizienzprojekten spielt es eine untergeordnete Rolle, an welchem Schritt im Lebensweg die Einsparung erreicht wird, die Verbesserung ist das Ziel
Kein Ziel vorstellbar	Benchmark mit anderen Unternehmen durchführen, Netzwerkarbeit

¹⁰ (Umweltbundesamt, 2022)

Tabelle 20: Stolpersteine Mitarbeiterauslastung und Kompetenz

Mitarbeiterauslastung und Kompetenz	
Stolperstein	Maßnahme
Mitarbeiter überlastet	Beauftragte Arbeiten prüfen, Aufgaben neu zuordnen
	Sinnhaftigkeit der Tätigkeiten überprüfen, Beschränkung auf das Erforderliche durchführen
	Externe Hilfe einbinden, Förderungen und Fördermittel nutzen
	Neue Stelle schaffen
	Bachelor oder Masterthesis organisieren, Werkstudenten einbinden
Kompetenzstreitigkeiten	Vorgaben machen und fixieren, Streit schlichten
Zeitmangel	Klare Zeitfenster für Aktivitäten planen, Freistellung organisieren
Fehlende Kompetenz	Interne Schulungen durchführen
	Externe Schulungen organisieren

Tabelle 21: Stolpersteine Datenerhebung

Datenerhebung	
Stolperstein	Maßnahme
Großer Aufwand für die Erhebung	Gegebenenfalls ein Energiemonitoring aufbauen, sonst punktuelle Messungen
Nicht alle Daten verfügbar	Besichtigung und Schätzung durchführen, Pareto Prinzip beachten
Daten nicht verfügbar	Ablage verbessern
	Bei Lieferant nachfassen
Daten nicht verständlich	Prozesskenntnis verbessern durch Diskussion, Messung; Schulung
	Daten überprüfen und Messungen validieren
Daten passen nicht zur Erwartung	Zuordnung prüfen, bei physischen Prozessen und Messsystem abgehen
Datenzusammenhänge	Daten mit einer Prozesskettenanalyse unterlagern, Korrelationsanalyse durchführen
Daten lassen sich nicht messen	Betriebs- und Arbeitsanweisungen einbeziehen

Tabelle 22: Stolpersteine Auswertung und Maßnahmenentwicklung

Auswertung und Maßnahmenentwicklung	
Stolperstein	Maßnahme
Unsicherheiten in der Auswertung	Anwendbare Methoden suchen und anwenden
Form der Auswertung unklar	Klaren Berichtsrahmen erstellen
Maßnahmenerfolg ungewöhnlich hoch	Validierung durchführen

Tabelle 23: Stolpersteine Maßnahmenbewertung

Maßnahmenbewertung	
Stolperstein	Maßnahme
Energiekosten nicht klar	Daten erheben oder Referenzdaten aus Marktdaten erstellen
Einsparung lässt sich nicht genau bestimmen	Valide Schätzung durchführen
Auswirkungen auf Prozesse unklar	FMEA Analyse durchführen
Maßnahmenkosten nicht klar	Angebote einholen, groben Projektplan erstellen

Tabelle 24: Stolpersteine Maßnahmenumsetzung

Maßnahmenumsetzung	
Stolperstein	Maßnahme
Lieferant bietet nicht das Gewünschte an	Maßnahme erneut mit Lieferant besprechen
Maßnahme wird anders als geplant umgesetzt	Korrekturmaßnahmen einleiten
Maßnahme kann nicht wie geplant umgesetzt werden	Neubewertung durchführen

Tabelle 25: Stolpersteine Maßnahmenkontrolle

Maßnahmenkontrolle	
Stolperstein	Maßnahme
Maßnahme war zu klein, um messtechnisch global nachgewiesen zu werden	Berechnung der Einsparung vornehmen
Maßnahme lässt sich nicht wie geplant überprüfen	Methode anpassen

Eine weitere Liste, die in dem Projektverlauf mit den Teilnehmern erarbeitet wurde, ist die Tabelle zu der praxisbezogenen Hemmnissen, die im Folgenden dargestellt ist.

Tabelle 26: Hemmnisse & Lösungsvorschläge

Nr.	Hemmnis	Beschreibung und Folge	Lösungsvorschlag
1	<p>Vermeintlich sind alle wesentlichen Potenziale erschlossen. Zitat eines Teilnehmers: "<i>Wir haben alle Hausaufgaben gemacht.</i>"</p>	<p>Da angenommen wird, dass man sich mit allen wesentlichen Potenzialen auseinandergesetzt hat, werden keine weiteren Aktionen begonnen. Die "einfachen" Maßnahmen waren schon umgesetzt, mehr Einsparmöglichkeiten waren scheinbar nicht vorhanden.</p>	<p>An diesem Punkt ist der Einsatz von externen Spezialisten von z. B. Behörden, der IHK, der HWK oder Verbänden sinnvoll, die bereits eine Vielzahl von Angeboten haben. Durch einen neuen Blickwinkel auf das Unternehmen kann eine gewisse "Betriebsblindheit" erfolgreich durchbrochen werden und neue Energiesparmaßnahmen generiert werden.</p>
2	<p>Zitate von Teilnehmern: "<i>Wir wissen nicht, wo wir anfangen sollen!</i>"; "<i>Man sieht den Wald vor lauter Bäumen nicht.</i>" Es gibt sehr viele unterschiedliche und unübersichtliche Angebote und Methoden, die helfen sollen, die Energieeffizienz zu verbessern. (Bund, Länder, Verbände, Fachliteratur)</p>	<p>Den Unternehmen fehlen Werkzeuge und Erfahrung zur Priorisierung von Methoden und Aktivitäten. Die Informationen werden nicht systematisch angeboten und den Teilnehmern fehlt die Zeit sich neben ihrem normalen Produktionsfokus ausgiebig zu informieren.</p>	<p>Als Anreiz die Energieverbräuche systematisch zu betrachten sind erste kleinen Tools und Tipps hilfreich, um zu zeigen, wie auf eine einfache Weise Maßnahmenansätze und eine solide wirtschaftliche Abschätzung vorgenommen werden kann. So können "Low hanging fruits" ohne großen Aufwand gefunden werden und der Erfolg kann zu einer weiteren systematischen Betrachtung der Energieverbräuche motivieren.</p>
3	<p>Nutzung durch Mitarbeiter*Innen Zitat Teilnehmer: "<i>Wir wissen nicht, wo wir anfangen sollen.</i>" "<i>Es gibt zu viele unterschiedliche Angebote und Methoden, die helfen sollen, die Energieeffizienz zu</i></p>	<p>Die Nutzung von Normen und Richtlinien ist vielen Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen nicht geläufig, der Abstraktionsgrad erschwert die Übertragung in den betrieblichen Alltag. Es wird oft nicht erkannt, dass in der Richtlinie VDI 4801 keine einzelne Methode beschrieben wird, sondern dass sie verschiedene</p>	<p>Wenn die Norm, wie bereits bei den eben erwähnten VDE Büchern, direkt in einem betrieblichen Kontext dargestellt würde, wäre die Umsetzung einfacher. Das vorliegende Handbuch mit Beispielen soll hier Abhilfe schaffen. Die Richtlinie ist für den "Praktiker" wenig haptisch und</p>

Nr.	Hemmnis	Beschreibung und Folge	Lösungsvorschlag
	<p><i>verbessern. Aber was passt zu unserem Unternehmen und zu unserem Zeit- und Kostenrahmen?"</i></p>	<p>Methoden beinhaltet. Es erschließt sich nicht in kurzer Zeit, dass Sie ein System oder einen "Systemwerkzeugkasten" darstellt, aus dem sich die Unternehmen die passenden Elemente herausuchen können.</p>	<p>erschließt sich Lesern, welche keinen bis wenig Umgang mit Normen und Normensprache haben, nicht leicht. Der Leser fühlt sich frustriert und sucht nach einem einfacheren Einstieg ins Thema; das Potenzial der Richtlinie wird erst gar nicht erkannt. Es wird vorgeschlagen, für jeden Geltungsbereich ein eigenes Kapitel zu gestalten und einfache Hilfsmittel, wie z. B. der systematische Ablauf einer energetischen Untersuchung aussehen könnte, in das Dokument einzugliedern. In dem der Leser schrittweise durch die ineinandergreifenden Arbeitsschritte geführt wird, wächst auch sein Verständnis für den gesamten Inhalt der Richtlinie. Eine Möglichkeit ist in der „Strategieliste Energie“ dargestellt.</p>
4	<p>Verständnis der Richtlinie</p>	<p>Wer nicht im Umgang mit solchen Richtlinien geübt ist, und auch keinen Erfahrungsschatz im Umgang mit den Strukturen und möglichen Anforderungen hat, ist vielleicht nicht in der Lage, die Inhalte und Methoden der Richtlinie sachlich und zeitlich sinnvoll in ein praktisches Projekt zu überführen.</p>	<p>Kurse für Unternehmensangehörige entwickeln, Zeitvorgaben/Projektvorlagen für Arbeitsschritte erarbeiten. Die Zerlegung der Aktivität in, durch Tools unterstützte, einfach aufeinander aufbauende Arbeitsschritte/"Kochrezepte" könnte das Verständnis verbessern und helfen die "Starthürde" leichter zu überwinden. Das vorliegende Handbuch anwenden.</p>

Nr.	Hemmnis	Beschreibung und Folge	Lösungsvorschlag
5		Eine Richtlinie/Norm zu erfassen und in den betrieblichen Alltag umzusetzen, ist ein nicht unerheblicher Zeitaufwand. Wechselt die ausgebildete Fachkraft, entsteht in dem Betrieb ein Wissensdefizit, zudem sind die Themen so vielfältig, das interne Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter überfordert werden können.	Kurse für Unternehmensangehörige entwickeln, Zeitvorgaben/Projektvorlagen für Arbeitsschritte erarbeiten. Die Zerlegung der Aktivität in, durch Tools unterstützte, einfach aufeinander aufbauende Arbeitsschritte/"Kochrezepte" könnte das Verständnis verbessern und helfen die "Starthürde" leichter zu überwinden.
6	Intransparenz der Energiedaten, Datenquellen	Energiedaten sind kostenrelevante Daten, mit denen Unternehmen tendenziell in der Verbreitung sehr zurückhaltend sind. Oft ist auch nicht eindeutig geklärt, welche Informationen wo innerbetrieblich zur Verfügung stehen und wer zu diesen Informationen Zugang hat.	Betriebsinterne energierelevante Daten sammeln und sortieren und mit Hilfe der erlernten Werkzeuge aufbereiten. Zur Datengenerierung einen geregelten Prozess entwickeln. Beim Energielieferanten alle möglichen relevanten Energiedaten und Tabellen abfragen.
7	Intransparenz der Energiedaten, Historie	Die Energiedatenaufbereitung ist oft nicht kontinuierlich geplant und umgesetzt. Insbesondere werden bei Veränderungen der energetischen Ausgangsbasis Veränderungen nur unzureichend kommuniziert und beachtet .	Aufstellung der Energieverbräuche über zurückliegende Jahre in einem Prozess organisieren und relevante energetische Änderungen im Unternehmen dokumentieren.
8	Mangelnde Prozesstransparenz	Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen sind oft in eigenen Arbeitsbereichen eingesetzt, in denen Sie sich dann auch gut orientieren können. Über das Geschehen in den vorgelagerten oder nachgelagerten Prozessen	Aufklärung der betrieblichen Situation, Erstellung einer Prozesslandkarte und Schulung der Beteiligten.

Nr.	Hemmnis	Beschreibung und Folge	Lösungsvorschlag
		<p>besteht häufig ein abgeschwächtes Verständnis. Die (möglichen) Verknüpfungen zwischen linearen oder parallelen Prozessen können so oft nicht hinreichend transparent erfasst und dargestellt werden.</p>	
9	Arbeitszeit	<p>Bei der Umsetzung eines solchen Projektes werden Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen zusätzlich zeitlich belastet. Häufig verzögert sich die Bearbeitung und Umsetzung von Maßnahmen, die Ergebnisqualität verschlechtert sich und Kosteneffekte treten erst später ein.</p>	<p>Durch geeignete Arbeitshilfen den Aufwand für die Projektbeteiligten so gering wie möglich zu halten. Schulungen zum Thema "Innerbetriebliche Kommunikation" anbieten, um z. B. den Zeitaufwand für Projektbesprechungen so gering und effektiv wie möglich zu halten.</p>
10	Mitarbeitereinbindung	<p>Die Abarbeitung wird oft auf Einzelne oder auf kleine Gruppen reduziert. Dadurch verzögert sich die Bearbeitung, Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen fühlen sich ggfs. ausgegrenzt.</p>	<p>Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen im Projekt einbinden und so Wissen generieren und Aufmerksamkeit auf das Thema im Unternehmen schaffen</p>
11	Unregelmäßige Themenbearbeitung	<p>Oft ist kein systematischer kontinuierlicher Verbesserungsprozess in den betrieblichen Alltag integriert oder wird im alltäglichen Arbeitsgeschehen als "nicht so wichtig" vernachlässigt. Verbesserungen werden vielmehr durch Einzelpersonen und unsystematische Einzelaktionen getriggert. Durch diese Beschränkung werden nicht die vollen Potenziale identifiziert und gehoben.</p>	<p>Regelmäßige Energieteamstimmungen initiieren und bewerten mit Hilfe der im Projekt vorgestellten "Strategieliste Energie" die energetische Situation im Unternehmen neu. Es können daraus neue Maßnahmen generiert werden. Verbesserungsvorschläge und Ideen aus dem Energieteam und aus den Vorschlägen aller Mitarbeitenden aufnehmen und in den Maßnahmenlisten bewerten.</p>

Nr.	Hemmnis	Beschreibung und Folge	Lösungsvorschlag
12	Intransparenz der Energiedaten, Datenquellen	Die Arbeitszeit der Beschäftigten ist ein endliches Gut. Durch die Entwicklung von zusätzlichen Aktivitäten, z. B. Energieteam Sitzungen, wird diese Ressource zusätzlich belastet. Sitzungen fallen wegen betrieblicher Belange aus. Energiedaten sind kostenrelevante Daten, mit denen Unternehmen tendenziell in der Verbreitung sehr zurückhaltend sind. Oft ist auch nicht eindeutig geklärt, welche Informationen wo innerbetrieblich zur Verfügung stehen und wer zu diesen Informationen Zugang hat.	Die Energieteam Sitzung in eine schon fest in den Arbeitsalltag installierte Sitzung integrieren. Anhand einfacher, übersichtlicher Arbeitshilfen das Thema systematisch und zeitsparend bearbeiten. Betriebsinterne energierelevante Daten sammeln und sortieren und mit Hilfe der erlernten Werkzeuge aufbereiten. Zur Datengenerierung einen geregelten Prozess entwickeln. Beim Energielieferanten alle möglichen relevanten Energiedaten und Tabellen abfragen.
13	Ergebnissicherung Intransparenz der Energiedaten, Historie	Um Maßnahmen entwickeln und bewerten zu können braucht man Arbeitszeit und Spezialwissen. Damit dieses Wissen nicht verloren geht und weitere Arbeitszeit nicht unnötig eingesetzt werden muss, sollten diese Ergebnisse ausreichend dokumentiert werden. Die Energiedatenaufbereitung ist oft nicht kontinuierlich geplant und umgesetzt. Insbesondere werden bei Veränderungen der energetischen Ausgangsbasis Veränderungen nur unzureichend kommuniziert und beachtet.	Führen von System- und Energieaktionslisten. Einrichtung gemeinsamer, zugänglicher Netzspeicherorten. Aufstellung der Energieverbräuche über zurückliegende Jahre in einem Prozess organisieren und relevante energetische Änderungen im Unternehmen dokumentieren.
14	Mangelnde Prozesstransparenz	Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen sind oft in eigenen Arbeitsbereichen eingesetzt, in denen Sie sich dann auch gut orientieren können. Über das Geschehen in	Aufklärung der betrieblichen Situation, Erstellung einer Prozesslandkarte und Schulung der Beteiligten.

Nr.	Hemmnis	Beschreibung und Folge	Lösungsvorschlag
		den vorgelagerten oder nachgelagerten Prozessen besteht häufig ein abgeschwächtes Verständnis.	

3.3.1 Projektmanagement

Während der Projektplanung und Durchführung kann es leicht zu ungeplanten Hürden und Schwierigkeiten kommen, welche verhindern, dass das Projekt erfolgreich abgeschlossen werden kann. Hilft an der Stelle die Stolperbibliothek nicht weiter, so sollte externe Hilfe in Anspruch genommen werden. Dies muss nicht zwangsweise ein Berater sein; IHK, HWK, LFU und weitere Organisationen geben oft gerne und umsonst Unterstützung.

3.4 Methoden und Methodenauswahl

Methoden sind Werkzeuge, mit denen man betriebliche Zustände anhand Daten bewertet. Ziel einer Methode ist es, mögliche Verbesserungspotenziale aufzuzeigen und ggfs. eine Abschätzung der Potenzialhöhe zu ermöglichen.

3.4.1 Methodenkriterien

Der Einsatz der verschiedenen in der Richtlinie adressierten Methoden ist nicht immer einfach. Die Identifikation einer zum Problem passenden Methode ist unter Umständen schwierig.

Methodenbeschreibungen sind mitunter nicht einfach verständlich, ohne über ein entsprechendes Vorwissen zu verfügen. Die zu erhebenden Daten möglicher Datenquellen sind nicht offensichtlich und die geforderte Genauigkeit vielleicht zu hoch angesetzt. Um zu einer Auswahl von verschiedenen Methoden zu gelangen, können folgende wichtige Grundsätze angenommen werden.

3.4.1.1 Verhältnis des betrieblichen Aufwands zum erwarteten Ergebnis

Aus der wirtschaftlichen Perspektive einer Unternehmung handelt es sich um eine kontinuierliche Kosten/Nutzen Abwägung, die zum Einsatz betrieblicher Ressourcen führt. Gesetzte Ziele sollen mit einem möglichst kleinen Aufwand erreicht werden. Damit lässt sich ein Kriterium für eine Methodenauswahl ableiten:

Mit einem kleinen Aufwand eine valide Übersicht schaffen.

Mit diesem Kriterium ist es möglich, den Methodeneinsatz anhand einer Einstufung in Bezug auf das Verhältnis von Arbeitsaufwand und erwartetem Erfolg zu beurteilen.

Damit man später eine verrechenbare Größe erhält, könnte eine Orientierung an das Verfahren zur Ermittlung von Risikoprioritätszahlen zu empfehlen sein. Mithilfe dieser Vorgehensweise lässt sich möglicherweise später eine objektivere Methodenbewertung ableiten.

3.4.1.2 Bedeutung des Untersuchungsgegenstandes

In eine ähnliche Richtung geht die Ermittlung der betrieblichen Bedeutung des Analysegegenstandes. Die Frage ist:

Welchen betrieblichen Nutzen habe ich durch eine Verbesserung an dieser Stelle, basierend auf dem Methodenergebnis, zu erwarten?

Beantwortet man diese Frage, so ergibt sich eine weitere Beurteilungsgröße, die Zustände zwischen „nicht messbar“ und „sehr groß“ beschreibt. So nähert man sich – in Verbindung mit dem vorgelagerten Kriterium – der Auswahl der geeigneten Methoden. Es schließt sich aus, sehr komplexe und aufwändige Methoden bei solchen Thematiken anzuwenden, die keinen oder einen sehr geringen wirtschaftlichen Einfluss im Unternehmen haben.

3.4.1.3 Vorwissen von Mitarbeitern

Für eine Methodenauswahl kommt es des Weiteren darauf an, ob entsprechendes Vorwissen im Unternehmen bei den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen vorhanden ist. Ist dieses nicht vorhanden, sollte Methodenwissen durch Schulungen oder Selbststudium erlernt werden. Dieser Prozess verursacht Kosten, denen ein zum Zeitpunkt der Entscheidung ungewisser Nutzen gegenübersteht. Die Einarbeitung in Literatur, die sich auch durch einen speziellen und präzisen Sprachgebrauch von Alltagsliteratur unterscheidet, kostet Zeit. Also gehört zur Methodenauswahl auch das folgende Kriterium:

Wie hoch ist der Aufwand, um die Methode zu erlernen?

3.4.1.4 Wiederholbarkeit der Methode

In Betracht gezogen werden könnte auch der Aspekt des wiederholten Nutzens einer Methode. Kann eine Methode oft genutzt werden, zum Beispiel zur Bewertung gleichartiger Prozesse, lohnt sich der Aufwand, wird die Methode nur singulär benötigt, lohnt sich der Aufwand vielleicht nicht. Das Kriterium sollte deshalb sein:

- **Ist eine wiederholte Nutzung gegeben?**

3.4.1.5 Verfügbarkeit von externer Unterstützung

Externe Unterstützung ist für Betriebe eine übliche Möglichkeit, um auf externes Wissen und Erfahrung zurückzugreifen. Die hierfür eingesetzten Fachkräfte bringen bereits eine hohe Methodenkompetenz, sowie häufig bereits vorbereitete, aber dennoch auf das Unternehmen zu adaptierende Vorgehensweisen mit. Die Umsetzung erfolgt dann häufig rascher. Wichtig ist dabei, dass die Unternehmung den Aspekt der Validierung der Ergebnisse berücksichtigt. Nachteil einer externen Kompetenz ist häufig die fehlende, dem KMU eigene, Spezialkompetenz für die zu untersuchenden Prozesse. Vorteil ist eine schnellere Bearbeitung und ein Wissenstransfer in das Unternehmen, in dem auch Vergleiche mit anderen Unternehmen Einfluss nehmen.

Das Kriterium hierzu wäre:

- **Bietet externe Unterstützung einen Zeit- oder Kostenvorteil?**

An dieser Stelle gilt es auch, die Förderlandschaft auf mögliche Projektförderungen hin zu untersuchen. Dabei gibt es sowohl Fördermittel im Beratungsbereich, wie zum Beispiele im Modul 5 des BAFA „Transformationskonzepte“, als auch für die Durchführung von investiven Maßnahmen, z. B. Modul 4 des BAFA. Durch Förderungen können die externen Kosten häufig signifikant gesenkt werden. Ein weiterer Vorteil ist dabei, dass die externen Fachkräfte eine nachgewiesene fachliche

Eignung im Rahmen der Zulassung für die Förderprogramme haben müssen. Dies hilft, die Projektqualität zu steigern.

3.4.2 Methoden der VDI 4801 und Methodensteckbriefe

Die Methoden der VDI 4801 sind in der Richtlinie nicht detailliert beschrieben, oder klar in ihrer Anzahl oder Anwendung bestimmt. Die Richtlinie referenziert hier über einen Link auf die Seite der VDI ZRE GmbH¹¹, auf dem eine große Anzahl verschiedener Instrumente aufgelistet ist. Diese Liste ist nicht abschließend, prinzipiell können auch andere Methoden oder Instrumente eingesetzt werden.

Zu den einzelnen Instrumenten bietet die VDI ZRE GmbH kurze Beschreibung an, die häufig über einen Link zu einer Quelle verknüpft ist. Hinter den Verknüpfungen verbergen sich sehr unterschiedliche Informationsquellen. Das Spektrum reicht hierbei von einfachen Checklisten bis hin zu ganzen Forschungsberichten. Eine Auswahl ist entsprechend schwierig, da gegebenenfalls sehr viel Material durcharbeiten ist. Teilweise wird auf Normen oder Richtlinien referenziert, die man dann entweder erwerben muss, oder über einen Perinorm Zugang einsehen kann.

Dieser Perinorm Zugang ist häufig in Bibliotheken eingerichtet, zu denen jeder kostenlos in der Bibliothek Zugang hat oder Zugang erhalten kann. Auf der Internetseite des Beuth Verlags¹² sind die Auslegestellen veröffentlicht: <https://www.beuth.de/de/normen-services/auslegestellen#/>

In der Praxis wurde festgestellt, dass es sinnvoll wäre, die wichtigsten verwendeten Methoden ausführlich zu beschreiben. Aus diesem Grund wurde jeweils ein Methodensteckbrief zu den folgenden wesentlichen Methoden entworfen, die auf unserer Homepage herunterzuladen sind:

Methodensteckbrief Benchmark

Das Ziel ist es, die eigene Leistungsfähigkeit durch das Vorbild der Vergleichspartner entscheidend zu verbessern oder die Güte der Prozessführung zu überwachen. Benchmarking vergleicht die Daten eines Prozesses mit:

- Eigenen Kennzahlen
- Kennzahlen anderer Werke
- Kennzahlen aus der Branche
- internetbasierten und umweltökonomischen Daten einer vergleichbaren Firma derselben Branche

Methodensteckbrief ABC-Analyse

Hier werden Aufgaben und Projekte, aber auch z. B. Energieverbräuche nach Priorität oder Menge entsprechend ihrer Bedeutung gewichtet. Daraus können dann aktivitätsschwerpunkte abgeleitet werden.

Methodensteckbrief ABC-XYZ Analyse

¹¹ (VDI, 03.12.2021)

¹² (Beuth Verlag, 15.01.2022)

In der ABC XYZ Analyse wird die ABC Analyse um einen weiteren Bewertungsaspekt, der für das Unternehmen von Bedeutung ist, ergänzt.

Methodensteckbrief Stoffstromanalyse

Mit der Stoffstromanalyse werden Materialströme (Rohstoffe, Energie, Abfälle, etc.) innerhalb eines Systems betrachtet. Hierdurch werden Prozesse transparenter und Ressourcen- und Energieeinsparpotenziale sichtbar.

Methodensteckbrief Fehler-Möglichkeiten-Einfluss-Analyse¹³ (FMEA)

Mit dieser Methode sollen potenzielle Fehlerquellen in Produkten oder Schwachstellen in Prozessen gefunden werden. Diese möglichen Fehlerquellen werden dann auf ihre Bedeutung für das Unternehmen untersucht und mit einer Risiko-Prioritätszahl RPZ belegt. Aufgrund der Information über besonders risikoreiche Fehler können dann vorbeugende Maßnahmen zur Fehlerverhinderung gestartet werden.

Die ausgewählten Methoden sind erprobte Hilfsmittel aus vielen Untersuchungen. Sie unterscheiden sich deutlich in ihrer Komplexität und sollten dementsprechend gut verstanden sein.

3.5 Projektdokumentation der eigenen Aktivitäten

Wenn Analysen und Maßnahmenbewertungen nicht hinreichend und auffindbar dokumentiert werden, besteht die Gefahr, dass Aktivitäten wiederholt durchgeführt werden.

Sinnvoller ist es, die Informationen aus den Ideen- und Maßnahmenbewertungen gezielt zu sammeln, um sie dann bei Bedarf – ggf. unter geänderten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen – neu zu bewerten.

Es wurde dazu eine **Energieaktionsliste** und eine **Systemmaßnahmenliste** entwickelt. Ziel dieser Dokumentation ist es, Ergebnisse von Prozessen für die Zukunft festzuhalten und dementsprechend, bei Bedarf, wieder nutzen zu können.

Die Systemmaßnahmenliste hilft bei der Dokumentation von systemischen, organisationsbezogenen Aktivitäten. Hier geht es zum Beispiel um die Anpassung von Verfahrensanweisungen oder die Planung von Schulungsaktivitäten.

Die Energieaktionsliste dokumentiert die entwickelten Maßnahmen und Ideen. Möglich ist damit zum Beispiel eine zügige neue Maßnahmenbetrachtung durch eine Variation der Energiepreise, um die entsprechenden Veränderungen der Wirtschaftlichkeit sichtbar zu machen. Diese Liste ist als Excelliste im Anhang dieses Berichtes verfügbar. Zu beachten ist, dass es immer sinnvoll ist, Daten datenbankkompatibel abzulegen, sodass man sie auch in andere Systeme importieren kann.

Im nachstehenden Abschnitt werden die einzelnen Spalten der beiden Listen erläutert.

¹³ (Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat)

3.5.1 Energieaktionsliste: Dokumentation von Energie- und Organisationsmaßnahmen

Die Energieaktionsliste kann von der Homepage geladen werden.

Basierend auf Excel, bietet die Aktionsliste eine einfache Möglichkeit, Ideen und Energieaktionen zu dokumentieren und einer Bewertung zu unterziehen. Dazu setzt sich die Liste aus verschiedenen, zu Gruppen zusammenfassbaren Elementen zusammen.

- Zusammenfassender Maßnahmenüberblick
- Berechnungen
- Kosten
- Überprüfen des Maßnahmenerfolgs
- Zusammenfassender Maßnahmenüberblick

3.5.1.1 Spaltengruppe „zusammenfassender Maßnahmenüberblick“

Tabelle 27: Spaltengruppe "zusammenfassender Maßnahmenüberblick"

Spaltengruppe	Spaltennummer	Spaltentitel
Zusammenfassender Maßnahmenüberblick	1	Nr.
	2	Abteilung
	3	Maßnahmenname
	4	Beschreibung
	5	Herkunft der Maßnahme
	6	Priorität
	7	Bearbeitungsstatus
	8	Aufnahmejahr der Maßnahme
	9	Umsetzungszeitraum der Maßnahme
	10	Kosten €
	11	Nettogesamteinsparung €

In der folgenden Tabelle werden die einzelnen gewünschten Spalteninhalte beschrieben.

Tabelle 28: Inhaltsbeschreibung der Spalten

Spaltennummer	Inhaltsbeschreibung
1	Es wird der Energiemaßnahme eine eindeutige Kenn-Nummer zugeordnet. Mithilfe dieser Kennzeichnung kann später die Dokumentation zu Ideen, Planungen und den Maßnahmen eindeutig zugeordnet werden. Diese Nummern sollten ausschließlich einmal vergeben werden, damit auch in vielen Jahren die Zuordnung nicht gestört wird.
2	Kennzeichnet den Ort der Maßnahme . Dies kann sowohl organisatorisch eingeordnet oder auch tatsächlich raum- oder gebäudebezogen geschehen. Es empfiehlt sich an der Stelle mit allen betroffenen Personenkreisen über eine Vorgehensweise zu verständigen, damit die Filterfunktion später nicht beeinträchtigt wird.
3	Legt den Kurztitel der Maßnahme fest. Diese dient dazu, in der innerbetrieblichen Kommunikation sicherzustellen, dass Teilnehmer in Meetings oder Bearbeiter von Dokumenten über die gleiche Aktion sprechen. Der Name sollte nicht zu ausführlich sein, aber schon eine Identifikationsmöglichkeit beinhalten.
4	Hier ist Platz für eine Kurzbeschreibung . Damit die Tabelle überschaubar bleibt, sollte hier nur das Wesentliche der Maßnahme kurz zusammengefasst beschrieben werden. Für die einzelnen Maßnahmen gibt es ergänzend ein spezielles Maßnahmenblatt, auf dem dann mehr Raum für eine verbale Beschreibung ist. Das Maßnahmenblatt wird später vorgestellt.
5	Sie dient der Zuordnung zum Entwickler der Maßnahme . Dies ist insofern von Bedeutung, dass man mit dem Entwickler einer Idee bei einer weiteren Analyse der Gegebenheiten sprechen sollte. In diesem Gespräch ist abzuklären, unter welchen Randbedingungen die Idee entstanden ist und wie der Ideengeber sich die Umsetzung vorstellt. Sollte ein betriebliches Vorschlagswesen existieren, kann hierüber dann auch eine Dokumentation erfolgen.
6	Dies ist die Spalte der Festlegung der Priorität . Es gibt keine allgemeingültige Vorgabe für die Kennzeichnung, wobei ein numerischer Wert aus Sicht des Autors vorzuziehen ist. Wie bereits weiter oben im Bereich der Methodenblätter ausgeführt, bieten numerische Werte die Möglichkeit einer Verrechnung. Hiermit wird gegebenenfalls eine

Spaltennummer	Inhaltsbeschreibung
	zusätzliche Objektivität geschaffen, von der das Unternehmen profitieren kann. Ein Beispiel für eine solche Prioritäten-Bildung oder Verrechnung von Zahlen miteinander ist die Risiko-Prioritätszahl, wie sie im Bereich der Fehler-Möglichkeiten-Einfluss-Analyse (FMEA) eingesetzt wird. Sie stellt eine wichtige Entscheidungshilfe für die Ausgestaltung des betrieblichen Geschehens dar.
7	Sie zeigt den aktuellen Bearbeitungsstatus . Auch hier ist der Anwender frei in seinen Begrifflichkeiten, sollte aber die Menge der Begriffe gering und eindeutig halten, damit eine Filterung der Liste auch nach diesem Kriterium möglich bleibt.
8 bis 11	Die nächsten Tabellenspalten beschäftigen sich mit dem Aufnahmejahr, dem geplanten Umsetzungsjahr und den wirtschaftlichen Aspekten der Maßnahmen. Hier empfiehlt es sich frühzeitig eine Abschätzung vorzunehmen, da dies ein wichtiges Kriterium für eine Priorisierung sein wird.

3.5.1.2 Spaltengruppe „Berechnungen“

Die nächste Spaltengruppe der Tabelle beschäftigt sich mit der **Berechnung** der Energieeinsparungen und der daraus resultierenden Kosteneinsparung. Die folgende Tabelle zeigt die dazugehörigen Spaltenköpfe der Energieaktionsliste.

Tabelle 29: Spaltengruppen "Berechnungen"

Spaltengruppe	Spaltennummer	Spaltentitel
Berechnungen	1	Einsparung Wärme MWh / Jahr
	2	Einsparung Wärme €
	3	Einsparung Strom MWh / Jahr
	4	Einsparung Strom €
	5	Einsparung CO ₂
	6	Betriebsstunden
	7	ROI

In diesen Spalten werden die entsprechenden Daten zu den erwarteten Einsparungen eingetragen, und ergeben dann mit den Energiepreisen, die weiter oben in der Tabelle als Eingabefelder zu finden sind, die monetäre Einsparung. Wenn die Emissionsfaktoren bekannt sind, kann die Tabelle auch ergänzt werden um die Ausweisung der CO₂-Einsparung durch die Maßnahme.

3.5.1.3 Spaltengruppe „Kosten“

Die Ausweisung des **Returns on Investment (ROI)** zeigt die derzeitige zu erwartende Zeitdauer, in der das Kapital durch die Einsparung wieder verdient ist. Hierbei handelt es sich jedoch um eine statische Berechnungsmethode, die überwiegend zur Risikobewertung eingesetzt werden sollte. Um eine zuverlässigere finanzielle Abschätzung einer Maßnahme zu erreichen, sollte eine dynamische Berechnung, wie die Barwertberechnung, zur Anwendung kommen. Diese Methode wurde in einer einfachen Form in das „Maßnahmenblatt“ integriert. Das „Maßnahmenblatt“ wird im folgenden Kapitel beschrieben.

3.5.1.4 Spaltengruppe „Überprüfung des Maßnahmenerfolges“

Der letzte Teil der Energieaktionsliste sieht wie in der folgenden Tabelle aus.

Tabelle 30: Spaltengruppe "Überprüfen des Maßnahmenerfolgs"

Spaltengruppe	Spaltennummer	Spaltentitel
Überprüfung des Maßnahmenerfolgs	1	Nachweismethode
	2	Bemerkung
	3	Projektpate
	4	Risiko
	5	Quelle Kosten
	6	Kosten der Maßnahmen
	7	Quelle Einsparungen
	8	Summe Einsparungen
	9	Kostenvergleich
	10	Bewertung des Maßnahmenerfolgs
	11	Überprüfung durch
	12	Überprüft am

In der folgenden Tabelle werden die gewünschten Inhalte zu den jeweiligen Spaltenüberschriften beschrieben.

Tabelle 31: Inhaltsbeschreibung der Spalten

Spaltennummer	Inhaltsbeschreibung
1	Die wesentlichen Möglichkeiten der Nachweismethode sind eine rechnerische oder eine messtechnische Überprüfung.
2	Unter „ Bemerkung “ wird das Ergebnis der Überprüfung dokumentiert, sodass der Maßnahmenerfolg und die Begründung dafür auch für einen Dritten zu erkennen ist.
3	Die Spalte „ Projektpate “ hält fest, wer das Projekt umgesetzt hat. So wird sichergestellt, dass bei Fragen der Ansprechpartner leicht zu identifizieren ist.
4	Die Spalte „ Risiko “ soll eine Risikobeschreibung für den Erfolg/Misserfolg einer Maßnahme beinhalten. Welche Faktoren waren besonders wichtig für diese Maßnahme, wo hätte die Maßnahme scheitern können. Wie wurde das verhindert?
5	An dieser Stelle soll die „ Quelle der entstandenen Kosten “ angegeben werden. Diese Angabe hilft später bei der Maßnahmenüberprüfung oder im Laufe der Entscheidung, die Belastbarkeit der angesetzten Kosten zu überprüfen. Hat man noch keine Angebote oder valide Kostenabschätzungen, ist die Empfehlung, an dieser Stelle das Wort „Schätzung“ einzutragen.
6	Bei der Angabe „ Kosten der Maßnahme “ soll eine Summe angegeben werden.
7	Bei der „ Quelle Einsparungen “ soll die Methode der Berechnung der Einsparungen beschrieben werden
8	Bei der Angabe „ Summe Einsparung “ soll eine Summe angegeben werden.
9	Beim „ Kostenvergleich “ werden die erwarteten Kosten mit den real entstandenen Kosten verglichen
10	Am Ende der Tabelle findet die „ Bewertung des Maßnahmenerfolgs “ statt.

Die letzten zwei Spalten beinhalten Informationen über den **Prüfer** und das Datum der Überprüfung.

Praxistipp:

Es wird üblicherweise schon bei der Entscheidung für eine Verbesserungsmaßnahme festgelegt, in welcher Weise diese später überprüft werden soll. Im Bereich der Managementsysteme ist dies bindend durchzuführen. So ist es einfacher die Maßnahmenbewertung durchzuführen und auch später nachvollziehen zu können.

3.5.2 Das Maßnahmenblatt

Ergänzend zu dieser Liste wurde ein **Maßnahmenblatt** entwickelt, in das die wichtigsten Daten einer einzelnen Maßnahme einzutragen sind (im herunterladbaren Material unter Maßnahmenblatt.xls). Dieses Blatt dient der vertiefenden Dokumentation und der wirtschaftlichen Bewertung der Maßnahme.

Tabelle 32: Maßnahmenblatt

Bewertung des Energieeinsparpotenzials					
Maßnahme	Projektname:	Kurzbezeichnung Maßnahme:	Kosten €/MWh Strom:	154 €	
EM 11	Frau Meier	Optimierung Belüftung	Kosten €/MWh Wärme:	68 €	
Beschreibung der Maßnahme					
Die Gebäudebelüftung im Bereiche des Lagers 3 soll verbessert werden. Hiefür ist eine Messung der aktuellen Zustände durchzuführen und anschließend eine neue Belüftungseinheit zu errichten.					
Kosten					
Analyse und Anpassung			87.900	€	
Betrieb (Zusatzenergie, Instandhaltung usw.)			-	€/a	
Beschreibung der Energetischen Ausgangsbasis (EnB)					
			Strom		
			Betriebsstunden	8.000	h
Die vorhandene Anlage ist 23 Jahre alt und in keinem einwandfreien technischen Zustand.			Leistung	173,00	kW
			Energiemenge	1.384.000	KWh/a
			Wärme		
			Betriebsstunden	4.000	h
			Leistung	225	kW
			Energiemenge	900.000	KWh/a
EnPI Bezugsgröße			Fläche	2.000	m ²
EnPI vorher			Energieeinsatz/m ²	1.142	kWh/m ²
EnPI nachher			Energieeinsatz/m ²	1.050	kWh/m ²
Verbesserung EnPI			Energieeinsatz/m ²	92	kWh/m ²
Beschreibung der Maßnahmenbewertung					
			Strom		
			Betriebsstunden	8.000	h
Die Anlage wurde gegen eine Anlage mit Stand der Technik ausgetauscht.			Leistung	160,00	kW
			Energiemenge	1.280.000	KWh/a
			Wärme		
			Betriebsstunden	4.000	h
			Leistung	205	kW
			Energiemenge	820.000	KWh/a
			ESP Strom Leistung	13,00	kW
			ESP Wärme Leistung	20,00	kW
			Einsparung Strom	104.000	kWh/a
			Einsparung Wärme	80.000	kWh/a
Betriebskosten	Kosten für Maßnahme	Einsparung Energie Strom	Einsparung Energie Wärme	Einsparung	ROI
	[€]	[MWh/a]	[MWh/a]	[€/a]	[a]
-	87.900 €	104	80,00	21.456,00 €	4,1
Nettobarwert	173.829 €				
Bei negativem Nettobarwert macht die Maßnahme keinen Sinn!					

Das Maßnahmenblatt bietet mehr Platz als die Energieaktionsliste, um eine Maßnahme detaillierter zu beschreiben. Hier wird eine Berechnung der möglichen Einsparung in vereinfachter Weise vorgenommen. Als Ergebnis zeigt das Tabellenblatt die jährlich zu erreichenden Einsparungen, die Kosten, den ROI und das Ergebnis der Barwertberechnung in übersichtlicher Weise.

Die Barwertberechnung ist eine weitere Tabelle in diesem Maßnahmenblatt. In diesem Beispiel wird der Zeitraum von 20 Jahren angesetzt. Sicher könnte man diese Berechnung weiter dynamisieren oder anderweitig seinen Bedürfnissen anpassen. Die nachstehende Abbildung zeigt die Barwertberechnung.

Tabelle 33: Barwertberechnung

Maßnahme EM 11						
Anschaffungswert	87.900 €			Einsparung Strom	104 MWh/a	
Kalkulationszinssatz	4%			Einsparung Wärme	80 MWh/a	
Laufende Kosten (2,5% AK)	2.198 €					
	Einsparung	Betriebskosten				
Jahr	Einzahlung	Auszahlung	Überschuss	Abzinsungsfaktor	Barwert	Nettobarwert laufend
1	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,962	18.518 €	-69.382 €
2	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,925	17.806 €	-51.577 €
3	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,889	17.121 €	-34.456 €
4	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,855	16.462 €	-17.994 €
5	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,822	15.829 €	-2.165 €
6	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,790	15.220 €	13.056 €
7	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,760	14.635 €	27.691 €
8	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,731	14.072 €	41.763 €
9	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,703	13.531 €	55.293 €
10	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,676	13.010 €	68.304 €
11	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,650	12.510 €	80.814 €
12	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,625	12.029 €	92.842 €
13	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,601	11.566 €	104.409 €
14	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,577	11.121 €	115.530 €
15	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,555	10.694 €	126.223 €
16	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,534	10.282 €	136.506 €
17	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,513	9.887 €	146.393 €
18	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,494	9.507 €	155.899 €
19	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,475	9.141 €	165.040 €
20	21.456 €	2.198 €	19.259 €	0,456	8.789 €	173.829 €
				Summe	261.729 €	
				Nettobarwert	173.829 €	

Die obige Berechnung des Barwerts einer Maßnahme über 20 Jahre zeigt auf einfache Weise die Entwicklung des Barwerts. In der rechten Spalte kann immer der Wert für eine kürzere Nutzungsdauer entnommen werden.

Auf eine Dynamisierung von Energiepreisen, Instandhaltungskosten und ähnlichem wurde bewusst verzichtet, um die Komplexität nicht zu erhöhen.

In dem Feld „Auszahlung“ könnte noch die Abschreibung mitberücksichtigt werden, sofern dies gewünscht ist.

Das Feld „Einzahlung“ stellt die jährliche Einsparung dar, hier gibt es eine kleine Tabelle, in der auch zusätzliche erreichte Einsparungen eingetragen und damit mitberücksichtigt werden können.

Tabelle 34: Tabelle zusätzlicher Nutzen

Energiekosteneinsparung	21.456 €/a
Andere Einsparungen	0 €/a
Summe	21.456 €/a

Mit der Energieaktionsliste und den Maßnahmenblättern ist es möglich, die Dokumentation von Energiemaßnahmen einfach zu strukturieren.

3.5.3 Dokumentation der Aktivitäten, Dokumentenlenkung

Zu der Dokumentation der Aktivitäten gehört nicht nur die oben behandelte Tabelle, sondern auch alle anderen Daten, wie Angebote, Gesprächsprotokolle und ähnliches. Ein wichtiges Dokument ist ein Protokoll der Maßnahmenbesprechungen, damit eine kontinuierliche Arbeit und Nachvollziehbarkeit gewährleistet ist. Es empfiehlt sich, hierzu eine Verfahrens- oder Arbeitsanweisung zu integrieren. Dies stellt zum Beispiele eine typische Aktivität für die Pflege in der Systemmaßnahmenliste dar.

3.5.4 Ergebnissicherung

Ergebnissicherung bedeutet, einerseits den erreichten verbesserten Prozesszustand zu bewahren und andererseits die Dokumentation für nachfolgende Teammitglieder und die Geschäftsführung zu archivieren. Üblich sind dazu heute Ablageorte auf Netzwerken und Servern, weil diese im Gegensatz zur Papierform den Vorteil haben, dass die Daten regelmäßig gesichert und gut auffindbar sind. Aber auch hier gilt es Augenmaß zu bewahren, nicht jedes Dokument oder jede Gesprächsnotiz oder E-Mail muss hier abgelegt werden. Die Wahrung des guten Zustands ist eine Frage der Schulung von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen, von Prozessanweisung und der Instandhaltung. Auch hier wäre ein Verfahren sinnvoll, damit dafür zu leistende Aktivitäten als Wissen der Unternehmung für alle im Betrieb zugänglich sind.

3.6 Einbindung in bestehende Managementsysteme

„Managementsysteme sind Arbeitsanweisungen.“

Dieser – vielleicht als provokant wahrgenommener – Satz, stellt die Realität beim Betrieb von Managementsystemen dar. Managementsysteme sind keine Parallel-Universen in Unternehmen, sondern sollen die Prozessstrukturen der Unternehmungen abbilden.

Bei jeder Zertifizierung geht es um den Nachweis, ob die Vorgaben der dokumentierten Informationen im betrieblichen Alltag auch eingehalten und entsprechend überwacht werden. Managementsysteme sollen dazu dienen, die betrieblichen Abläufe zu optimieren. Optimierung bedeutet dabei, die Qualität der einzelnen Prozesse jederzeit entsprechend der gesetzten Ziele aufrechtzuerhalten.

Aktivitäten zur Verbesserung der Ressourceneffizienz lassen sich ohne großen Aufwand an vielen Stellen in die verschiedenen Managementsysteme integrieren.

Bei der ISO 50001, Energiemanagement, könnte man die Aktivitäten, jetzt speziell im Hinblick auf den Aspekt der Ressourcen, beim Energieteam platzieren. Grundsätzlich sind die zu leistenden Tätigkeiten des Energieteams die gleichen wie bei einem Ressourcenteam. Sie unterscheiden sich teilweise in den Methoden und Perspektiven, weisen aber sehr viele Gemeinsamkeiten auf. Das gleiche gilt für ein Umweltteam, hier wäre gegebenenfalls der Aspekt Energie zu ergänzen.

Beim System nach ISO 50001 wäre der Aspekt der Energieplanung um den Teil der Ressourcenplanung zu ergänzen.

Vorteil einer solchen Integration ist, dass alle gemeinsamen Aktivitäten, wie Dokumentenlenkung oder Schulungen, nur in einem Prozess abgebildet sind und damit die Akzeptanz innerhalb der Unternehmung und die Handhabbarkeit des Systems verbessert wird.

3.7 Normen, Richtlinie und Unterstützung

Grundsätzlich gilt, dass Themen nicht immer mühsam und in ganz kleinen Schritten selbst erarbeitet werden müssen. Die Identifikation von nützlichen externen Informationen und ggfs. der Einbeziehung von externer Unterstützung kann ein Schlüssel für eine erfolgreiche Anwendung der VDI Richtlinie 4801 sein. Mit diesem Text zum Beispiel wird eine einfache Einführung gegeben, der VDI, das LfU und weitere Organisationen und Netzwerke bieten teilweise auch unentgeltliche Unterstützung an.

Zu finden ist zum Beispiel die Seite des LfU zu diesem Thema unter den folgenden Links:

<https://www.umweltpakt.bayern.de/rez/>

<https://www.energieatlas.bayern.de/>

https://www.energieatlas.bayern.de/thema_abwaerme.html

<https://www.energieatlas.bayern.de/unternehmen.html>

Auf unserer Homepage sind Links zum Herunterladen der bereitgestellten Arbeitsmittel eingerichtet.

4 Anhang

4.1 Relevante Normen

Einordnung	Richtlinie/Norm	Titel/Erklärung
Managementsysteme, Methoden und vergleichbare Ansätze	ISO 50001	Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung
	ÖKOPROFIT Energie	Ökologisches Projekt für integrierte Umwelt-Technik
	Alternatives System SpaEfV	Alternatives System nach der Anlage 2 der SpaEfV (Spitzenausgleich-Effizienzsystemverordnung)
	DIN 16247 -1bis 5	Systematischen Untersuchung des Energieeinsatzes und Energieverbrauchs von Organisationen, Anlagen, Gebäuden und Systemen.
	mod.EEM*	Modulares Energie-Effizienz-Modell für Unternehmen
	EMAS easy	Nachweismöglichkeit für KMU's von betrieblichem Umweltschutz
Normen und Richtlinien für die ganzheitliche Bewertung	VDI 4800 Blatt1	Ressourceneffizienz – Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien
	VDI 4800 Blatt2	Ressourceneffizienz, Bewertung des Rohstoffaufwands
	VDI 4600	Kumulierter Energieaufwand (KEA) – Begriffe, Berechnungsmethoden
	VDI 4600 Blatt 1	Kumulierter Energieaufwand – Beispiel
	DIN EN ISO 14040	Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen
	DIN EN ISO 14044	Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen
	DIN EN ISO 14045	Umweltmanagement – Ökoeffizienzbewertung von Produktsystemen – Prinzipien, Anforderungen und Leitlinien
Normen und Richtlinien für den Produktentwicklungsprozess	VDI 2243	Recyclingorientierte Produktentwicklung
	VDI 4521 Blatt 1 bis 2	Erfinderisches Problemlösen mit TRIZ Blatt 1 – Grundlagen und Begriffe
	DIN EN 62430 ; VDE 0042-2:2010-02	Umweltbewusstes Gestalten elektrischer und elektronischer Produkte
	DIN EN ISO 14006	Umweltmanagementsysteme – Leitlinien zur Berücksichtigung umweltverträglicher Produktgestaltung
	DIN CEN/TS 16524; DIN SPEC 33925:2013-12	Mechanische Produkte – Methodik zur Verminderung der Umweltauswirkungen bei Produktgestaltung und Entwicklung
	VDI 2221	Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte
	VDI 2206	Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme
	VDI 2218	Informationsverarbeitung in der Produktentwicklung – FeatureTechnologie

Einordnung	Richtlinie/Norm	Titel/Erklärung
	VDI 2219	Informationsverarbeitung in der Produktentwicklung – Einführung und Betrieb von PDM-Systemen
Normen und Richtlinien zum Klären der Aufgabe	VDI 4070 Blatt 1	Nachhaltiges Wirtschaften in kleinen und mittelständischen Unternehmen – Anleitung zum nachhaltigen Wirtschaften
	VDI 2222 Blatt 1	Konstruktionsmethodik Blatt 1 – Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien
Normen und Richtlinien für die Konzept- und Entwurfsphase	VDI 2222 Blatt 1	Konstruktionsmethodik Blatt 1 – Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien
	VDI 2223	Methodisches Entwerfen technischer Produkte
Normen und Richtlinien für die Ausarbeitungsphase	VDI 2209	3-D-Produktmodellierung – Technische und organisatorische Voraussetzungen – Verfahren, Werkzeuge und Anwendungen – Wirtschaftlicher Einsatz in der Praxis
	VDI 2211 Blatt 2	Informationsverarbeitung in der Produktentwicklung – Berechnungen in der Konstruktion
	VDI 2225 Blatt 1 bis 4	Konstruktionsmethodik – Technisch-wirtschaftliches Konstruieren
	VDI 2234	Wirtschaftliche Grundlagen für den Konstrukteur
	VDI 2235	Wirtschaftliche Entscheidungen beim Konstruieren – Methoden und Hilfen
	VDI 2244	Konstruieren sicherheitsgerechter Erzeugnisse
	VDI 2249	Informationsverarbeitung in der Produktentwicklung – CAD-Benutzungsfunktion
Produktdeklaration und Beschaffung	DIN EN ISO 14024 TYP I	Umweltkennzeichnung, wendet sich an private und gewerbliche Verbraucher
	DIN EN ISO 14021 TYP II	Umweltkennzeichnung, wendet sich an Verbraucher
	DIN EN ISO 14025 TYP III	Wendet sich an Hersteller in der Lieferkette, Gewerbe, Handel, weniger an Verbraucher.

4.2 Begriffe

Erläuterung: Definition wichtiger Fachbegriffe.

Die Begriffsdefinitionen wurden aus den entsprechenden Normen und Richtlinien übernommen.

VDI Richtlinie 4801

Effizienz

Beurteilungskriterium bei dem ein Verhältnis von Nutzen oder Ergebnisses zum dafür nötigen Aufwand hergestellt wird.

KVP (kontinuierlicher Verbesserungsprozess)

Eine Denkweise bei den stetigen und kontinuierlichen Verbesserungen in kleinen Schritten erreicht werden sollen. Der KVP Prozess ist der Kernprozess zum Betrieb von Managementsystemen.

Lebenszyklusanalyse (LCA)

Ist eine systematische Betrachtung von Produkten „von der Wiege bis zur Bahre“ (CtG-Ansatz)

natürliche Ressource

Beschreibt alle Mittel, welche die Natur für den Menschen bereithält. Hierzu gehören Wasser, Sonnenwärme, Boden, Luft, etc.

Produkt

Beschreibt das Ergebnis eines Prozesses [in Anlehnung an DIN EN ISO 9000:2005, 3.4.2]

Prozess

Satz von in Wechselbeziehung oder Wechselwirkung stehenden Tätigkeiten, der Eingaben (Input) in Ergebnisse (Output) umwandelt [in Anlehnung an DIN EN ISO 9000:2005, 3.4.1]

Beispiel: Produktionsprozesse, Transportprozesse und anderweitige Prozesse zur Bereitstellung von Dienstleistungen

Ressource

Ist ein Mittel oder eine Gegebenheit, welche in einem Prozess genutzt wird oder genutzt werden kann

Ressourceneffizienz

Beschreibt das Verhältnis eines bestimmten Nutzens oder Ergebnisses zum dafür nötigen Ressourceneinsatz

Ressourcenverbrauch

Form der Ressourcennutzung, bei der die Ressourcen so umgewandelt werden, dass sie einer veränderten Nutzung zur Verfügung stehen

Shareholder

Anteilseigner eines Unternehmens

Stakeholder

Einzelperson oder Gruppe, die Interesse an den Entscheidungen, Aktivitäten, Ergebnissen oder Auswirkungen eines Unternehmens hat [in Anlehnung an VDI 4070 Blatt 1 in Anlehnung an DIN ISO 26000]

4.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Möglicher Projektablauf orientiert an den Abschnitten der VDI-Richtlinie.....	6
Abbildung 2: Kontext der VDI 4801	7
Abbildung 3: Gliederung der VDI 4801	8
Abbildung 4: Darstellung der Bilanzgrenzen von "Cradle to Grave" und "Gate to Gate"	9
Abbildung 5: Ablauf Lebensweganalyse "Cradle to Grave"	10
Abbildung 6: Mögliche Untersuchungsansätze und Betrachtungsmöglichkeiten	11
Abbildung 7: Gate to Gate Analyse.....	12
Abbildung 8: Cradle to Grave Analyse	13
Abbildung 9: Ökonomisches Prinzip beim Einsatz von Ressourcen.....	14
Abbildung 10: Beispiel für eine Ressourcennutzung	15
Abbildung 11: Beispielhafte Prozesskettenanalyse	16
Abbildung 12: Stoffstromanalyse	18
Abbildung 13: Trocknungsanlage vor Umbau.....	26
Abbildung 14: Trocknungsanlage nach Umbau	27
Abbildung 15: Geordneter Jahresgang.....	30
Abbildung 16: Ungeordneter Stromlastgang.....	30
Abbildung 17: Projektablauf.....	32
Abbildung 18: Projektauftrag an Mitarbeiter	36
Abbildung 19: Beispiel für eine Teamzusammensetzung	38
Abbildung 20: Projektziele.....	41
Abbildung 21: Vorgehensweise nach Kapiteln der VDI 4801 angeordnet.....	43
Abbildung 22: Aufwand und Nutzen	45
Abbildung 23: Limitierende Faktoren für Maßnahmen	47
Abbildung 24: Validierung	49

4.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnis der LCA-Analyse einer Kältemaschine	10
Tabelle 2: Strukturtabelle Stoffstromanalyse	19
Tabelle 3: Strategieliste Energie	20
Tabelle 4: Erläuterung Formel	24
Tabelle 5: Berechnung Energieeinsatz	24
Tabelle 6: Berechnung Einsparpotenzial	25
Tabelle 7: Ausweisung Einsparung	25
Tabelle 8: Prozentuale Energieverteilung.....	28
Tabelle 9: Kostenersparnis der Maßnahme.....	28
Tabelle 10: Ausweisung Einsparung	28
Tabelle 11: Maßnahmenbewertung	31
Tabelle 12: Vier Blickwinkel zur Identifizierung wesentlicher Ansatzpunkte.....	34
Tabelle 13: Energiedatenbeschaffung	44
Tabelle 14: ABC-Analyse	48
Tabelle 15: Ermittlung Risikoprioritätszahl.....	51
Tabelle 16: Werte Risikozahl	51
Tabelle 17: Beeinflussungsmatrix.....	53
Tabelle 18: Stolpersteine vor Projektstart.....	55
Tabelle 19: Stolpersteine Zielfassung	55
Tabelle 20: Stolpersteine Mitarbeiterauslastung und Kompetenz	56
Tabelle 21: Stolpersteine Datenerhebung.....	56
Tabelle 22: Stolpersteine Auswertung und Maßnahmenentwicklung.....	57
Tabelle 23: Stolpersteine Maßnahmenbewertung.....	57
Tabelle 24: Stolpersteine Maßnahmenumsetzung.....	57
Tabelle 25: Stolpersteine Maßnahmenkontrolle	57
Tabelle 26: Hemmnisse & Lösungsvorschläge.....	58
Tabelle 27: Spaltengruppe "zusammenfassender Maßnahmenüberblick"	68
Tabelle 28: Inhaltsbeschreibung der Spalten	69
Tabelle 29: Spaltengruppen "Berechnungen"	71
Tabelle 30: Spaltengruppe "Überprüfen des Maßnahmenerfolges"	72
Tabelle 31: Inhaltsbeschreibung der Spalten	73
Tabelle 32: Maßnahmenblatt	75
Tabelle 33: Barwertberechnung.....	76
Tabelle 34: Tabelle zusätzlicher Nutzen	76

4.5 Quellenverzeichnis

- Bayern Innovativ (2022). BEEN-i: Die Bayerische EnergieEffizienz-Netzwerk-Initiative., URL: <https://been-i.de/>, 11.02.2022.
- Beuth Verlag (15.01.2022). Auslegestellen Beuth Verlag., URL: <https://www.beuth.de/de/normen-services/auslegestellen>, 16.01.2022.
- Brundlandt, G. H. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. 1987, URL: <https://sustainabledevelopment.un.org>, 05.12.2021.
- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat Organisationshandbuch., URL: https://www.orghandbuch.de/OHB/DE/Organisationshandbuch/6_MethodenTechniken/63_Analysetechniken/633_FehlermoeglichkeitUndEinflussanalyse/fehlermoeglichkeitundeinflussanalyse_inhalt.html.
- Fischer et alii (2019). Möglichkeiten der Instrumentierung von Energieverbrauchs-reduktion durch Verhaltensänderung. 2019, URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/instrumentierung-energieverbrauchsreduktion>, 04.12.2021.
- Lange, Dr. Ing. U. & Oberender, Dr. I. C. (2017). VDI ZRE Kurzanalyse Nr. 20: Ressourceneffizienz durch Maßnahmen in der Produktentwicklung. Berlin 2017, URL: <https://www.ressourcendeutschland.de/publikationen/kurzanalysen/>, 03.12.2021.
- LfU (2021). Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. 2021, URL: <https://www.umweltpakt.bayern.de/index.php>, 05.03.2021.
- STMWi (2022). Energie-Atlas Bayern - Startseite., URL: <https://www.energieatlas.bayern.de/index.html>, 11.02.2022.
- Umweltbundesamt (2022). BVT-Merkblätter und Durchführungsbeschlüsse zum Download. 2022, URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/beste-verfuegbare-techniken/sevilla-prozess/bvt-merkblaetter-durchfuehrungsbeschluesse>, 07.03.2022.
- VDI (03.12.2021). Instrumente VDI 4801., URL: <https://www.ressourcendeutschland.de/instrumente/instrumente-vdi-4801/?L=0>, 03.12.2021.
- World Commission on Environment and Development (1987). Unsere gemeinsame Zukunft: d. Brundtland-Bericht d. Weltkommission für Umwelt u. Entwicklung. Greven 1987.

4.6 Downloads

Sind auf unserer Homepage zu finden:

www.maur-consulting.de