



BSI

BUNDESVERBAND DER
DEUTSCHEN SPIRITUOSEN-INDUSTRIE
UND -IMPORTEURE E. V.

Steigerung der Energieeffizienz bei der Spirituosenherstellung

Anleitung mit Best-Practice-Beispielen



Inhaltsverzeichnis

Einleitung	4
Erfassung und Bewertung des Endenergiebedarfs	6
Energieaudit – Grobe Betrachtung und Bewertung	7
Energieanalyse – Detaillierte Betrachtung und Bewertung	10
Energiemanagement – Kontinuierliche Betrachtung und Bewertung	10
Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz – Best-Practice-Beispiele	14
Organisatorische Maßnahmen	14
Mitarbeitermotivation und Verantwortung	14
Angepasste Betriebsführung	15
Inbetriebnahme von Anlagen	15
Lastmanagement	15
Optimierungsmaßnahmen im Wärmebereich	17
Raumwärme & Brauchwarmwasser	17
Prozesswärme – Dampf & Heißwasser	19
Optimierungsmaßnahmen im Strombereich	21
Druckluft	21
Kälteerzeugung, Kühlung und Klimatisierung	25
Raumluftechnik	26
Elektrische Antriebe	27
Pumpen	28
Beleuchtung	29
Tipps zu Fördermaßnahmen	31
Fazit	32
Glossar	33
Organisation des BSI	36



Einleitung

Aktiver Klimaschutz bedeutet zugleich Umweltschutz und eine Investition in die Zukunft.

Für die deutsche Spirituosenbranche hat nachhaltiges Wirtschaften von jeher eine hohe Priorität, mit der sie ihre gesellschaftliche Verantwortung wahrnimmt. Die Hersteller und Importeure von Spirituosen setzen sich über ihren Verband, den Bundesverband der Deutschen Spirituosen-Industrie und -Importeure e. V. (BSI) sowohl in Deutschland als auch in der EU für einen verantwortungsvollen Umgang mit Alkohol und insbesondere für Nachhaltigkeit im ökonomischen, ökologischen und sozialen Sinne ein.

Konsumenten/innen fragen zunehmend nach nachhaltigen Produkten. Hierbei spielen die Klimaneutralität¹ bzw. die Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen², hier

insbesondere der CO₂-Emissionen, bei Produktion und Transport von Produkten eine wichtige Rolle. Insofern sind viele Mitgliedsbetriebe des BSI seit Jahren sehr verantwortungsvoll bzgl. insbesondere Nachhaltigkeit und Kompensation sowie Reduktion der Treibhausgas-Emissionen in der gesamten Prozesskette der Spirituosenherstellung und Vermarktung.

Der russische Angriff auf die Ukraine und die in der Folge drastisch gestiegenen Energiepreise haben die Notwendigkeit zur Einsparung von Energie sowie die damit verbundene Reduzierung von Kosten und CO₂-Emissionen besonders deutlich hervorgehoben. Viele Unternehmen der Spirituosenbranche haben ihre Bemühungen im Zu-

¹ Erläuterung Klimaneutralität siehe Glossar.

² Erläuterung Treibhausgase siehe Glossar.

sammenhang mit den Auswirkungen der Energie-Krise daher noch einmal erhöht. Der BSI hat sich entschlossen, seine Mitgliedsfirmen in dem Bereich zu unterstützen und einen Leitfaden mit dem Titel „Steigerung der Energieeffizienz bei der Spirituosenherstellung“ zu erstellen. Der Leitfaden soll eine Hilfe zur Selbsthilfe sein. Auf der einen Seite bietet er eine Anleitung für diejenigen Betriebe, die das Thema „Steigerung der Energieeffizienz“ noch etwas strukturierter angehen möchten. Darüber hinaus soll er aber auch Anregungen, Ideen und Inspiration in Form von Best-Practice-Beispielen bieten. Die Best-Practice-Beispiele stammen überwiegend von den Mitgliedsunternehmen des BSI. Einige dieser Beispiele sind einfach und ohne finanziellen Aufwand umzusetzen und führen bereits zu deutlichen Energie- und Kosteneinsparungen.

Mit dem Leitfaden werden Hersteller von Spirituosen, Spirituosenbrennereien und Hersteller von Spirituosen mit Brennerei gleichermaßen adressiert, da viele der vorgeschlagenen Maßnahmen für alle Unternehmen hilfreich sind. Spezielle Maßnahmen für nur eine der oben genannten Gruppen sind im Text entsprechend gekennzeichnet.

Der Leitfaden ist eine Gemeinschaftsarbeit von Experten aus der Branche und Prof. Jörg Meyer, Hochschule Niederrhein, der den Leitfaden für den BSI erstellt hat.

Dabei haben mitgewirkt:

- Antje Domning, Rotkäppchen-Mumm
Sektellereien GmbH
- Martin Freiberg, Nordbrand Nordhausen GmbH
- Uwe Maurer, Nordbrand Nordhausen GmbH
- Prof. Jörg Meyer, Hochschule Niederrhein
- Dr. Patrick Mier, SCHILKIN GmbH & Co. KG
BERLIN Spirituosenherstellung
- Christian Schmidt, Nordbrand Nordhausen GmbH
- Dr. Bernhard Strotmann, Euro-Alkohol GmbH
- Angelika Wiesgen-Pick, , Bundesverband
der Deutschen Spirituosen-Industrie und
-Importeure e. V. (BSI)



Erfassung und Bewertung des Endenergiebedarfs

Ein wichtiges Ziel dieses Leitfadens ist es, Instrumente aufzuzeigen, mit denen Betriebsleiter und Fachpersonal der Unternehmen der Spirituosenbranche eine möglichst objektive Bewertung der Energieeffizienz der Produktionsstätten vornehmen können. Bedeutende Ansätze zur Optimierung des betrieblichen Energiebedarfs finden sich in der Regel in den Bereichen Herstellung, Wärme, Druckluftversorgung, elektrische Antriebe sowie Beleuchtung und Reinigung.

Gute Kenntnisse über die Hauptenergieverbraucher sowie ausreichende Transparenz hinsichtlich der betrieblichen Abläufe im eigenen Unternehmen sind wichtige Voraussetzungen für fundierte Entscheidungen im Bereich der Energieversorgung und der Energienutzung. Der rationelle Umgang mit Energie – und damit die erfolgreiche Kostensenkung in diesem Bereich – erfordern in der Regel im ersten Schritt nur Verhaltensanpassungen, organisatorische Optimierung und kleinere investive Maßnahmen. Erst mittel- bis langfristig sind gegebenenfalls umfangreichere Investitionen in neue

Technologien und Anlagen und/oder aufwendige Umstrukturierungen notwendig.

Für die Verantwortlichen in den Unternehmen stellt sich die Frage, welche Maßnahmen im eigenen Betrieb umgesetzt werden können und wie auf Dauer ein hohes Niveau bei der Energieeffizienz gehalten werden kann. Dazu müssen zunächst die Energiedaten erfasst und analysiert werden. Diese Schritte sind wichtige Bestandteile eines Energiemanagementsystems, aber auch für die Bilanzierung und Bewertung der Treibhausgas-Emissionen sowie die Berechnung von Carbon-Footprints³.

Die Erfassung energierelevanter Daten liefert die Grundlage für Transparenzschaffung, für die daraus folgende Festlegung der konkreten Energieziele des Unternehmens sowie für die Identifizierung und Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen zum Erreichen der festgelegten Ziele. Kurz gesagt, sie schafft die Basis für das zielgerichtete Arbeiten im Energiemanagement. Die für die Energietechnik verantwortlichen Personen sollen eigenständig

³ Erläuterung Carbon-Foot-Print siehe Glossar.

und systematisch die Energieeffizienz der Prozesse, Geräte und Anlagen ihres Betriebs bewerten können.

Um den Aufwand einer betrieblichen Energieanalyse überschaubar zu halten, können nicht alle Unternehmensbereiche, Verbraucher oder Geräte mit derselben Detaillierungstiefe untersucht werden. Für eine begründete Priorisierung wird die betriebliche Energieanalyse in der Regel in drei Schritte unterteilt: (1) Auswertung vorhandener Energiedaten (*Grobanalyse*), (2) Aufnahme und Bewertung zusätzlicher relevanter Energiedaten ausgewählter Bereiche (*Detailanalyse*) und (3) Auswertung und Plausibilisierung der aufgenommenen Daten mit der Identifizierung von Energieeinsparpotenzialen und der Ableitung von entsprechenden Energieeffizienzmaßnahmen (*Maßnahmenermittlung*).

Energieaudit – Grobe Betrachtung und Bewertung

Bei der Grobanalyse ist hilfreich, zunächst ein **qualitatives Energieflussdiagramm** (Abbildung 1 und Abbildung 2) zu erstellen. Ohne Betrachtung der Verbrauchszahlen werden die Energieströme im Unternehmen transparent

dargestellt. Die erste Abbildung ist ein Beispiel für einen Betrieb ohne Brennerei, die zweite Abbildung für einen Betrieb mit Brennerei.

Hier sollten alle Neben- oder Umwandlungsanlagen erfasst werden, dies sind z. B.:

- Raumwärmeerzeuger (z. B. Heizungen oder Wärmepumpen)
- Wärmespeicher (z. B. Brauchwarmwasserspeicher)
- Drucklufttechnik
- Lüftungs- und Klimatechnik
- Beleuchtung
- Ggf. Dampfkessel.

Ebenfalls sollten die wesentlichen Produktionsbereiche erfasst und dargestellt werden. In der Spirituosenbranche ist die Unterteilung in folgende Bereiche sinnvoll.

- Wareneingang und Lagerung
- Rohwarenaufbereitung
- Herstellungsanlagen/Rührkessel inkl. Pumpen
- Abfüll- und Verpackungsanlagen, Verladung
- Innerbetrieblicher Transport (Stapler, Förderbänder etc.)
- Warenausgang und Lagerung
- Ggf. Mühlturm, Einmischung, Fermentation
- Ggf. Destillation, Rektifikation
- Ggf. Trocknung etc.

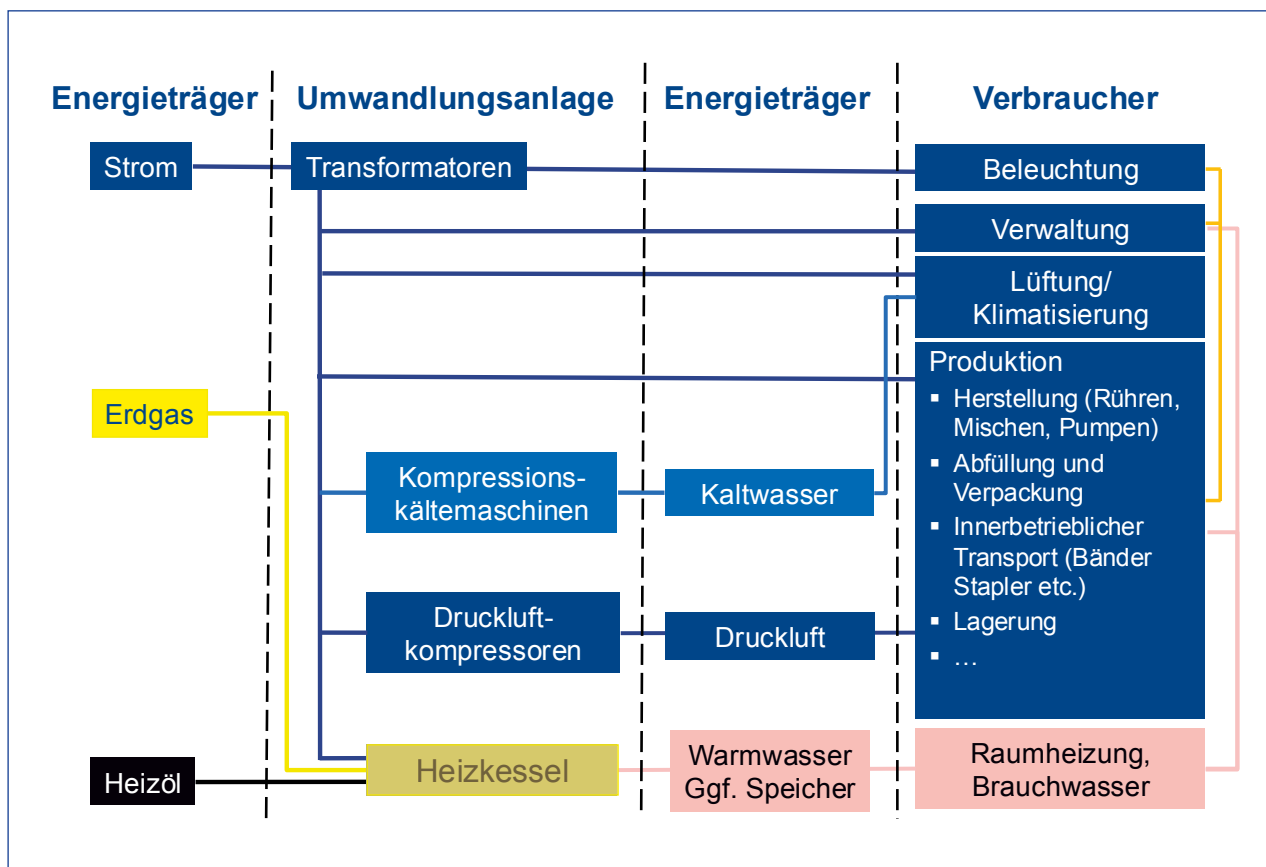


Abbildung 1: Beispiel eines qualitativen Energieflussdiagramms eines Herstellers für Spirituosen ohne Brennerei.

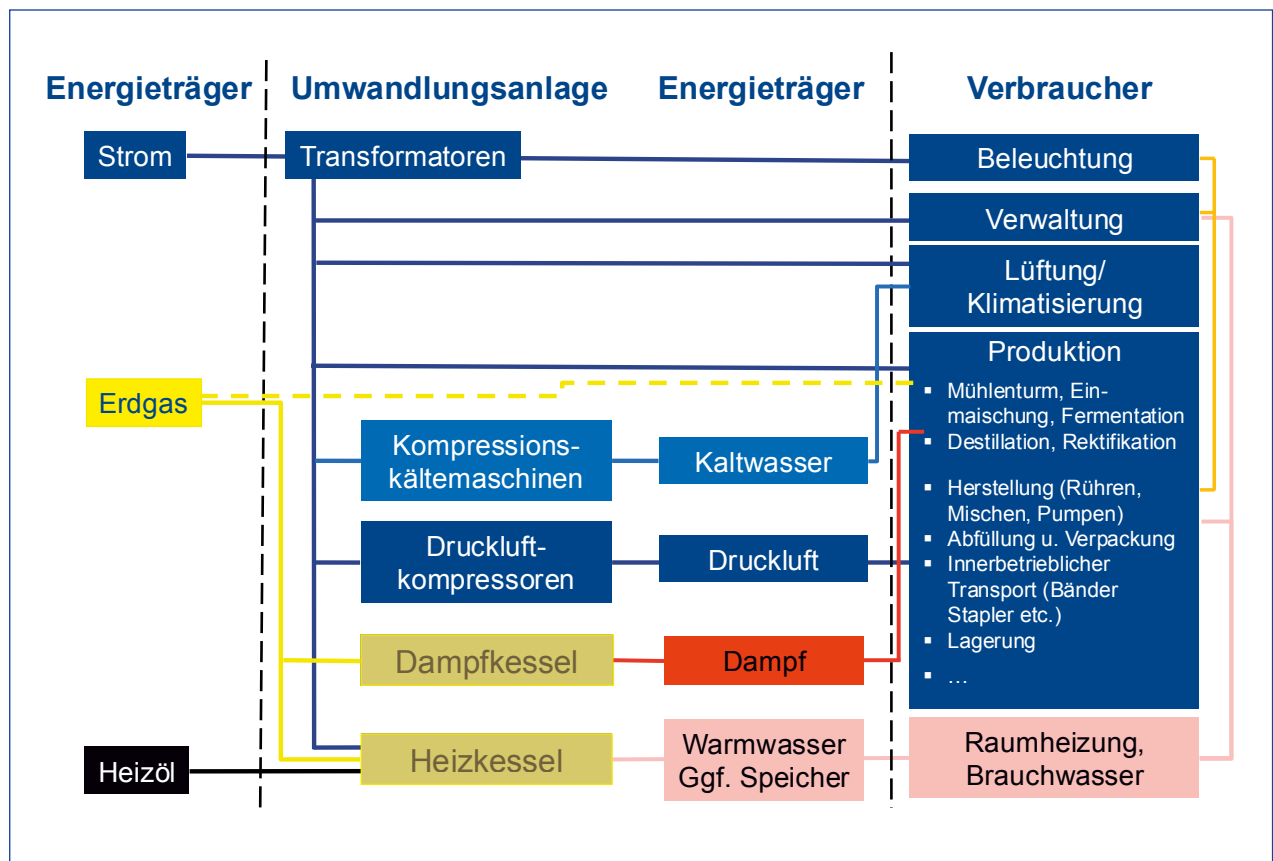


Abbildung 2: Beispiel eines quantitativen Energieflussdiagramms eines Spirituosenherstellers mit Brennerei.

In den Produktionsbereichen gehören die elektrischen Anlagen (Antriebe, Motoren, Pumpen etc.) zu den großen Energieverbrauchern. Bei vorhandener Brennerei ist der Wärmebedarf für die Destillation und Rektifikation bzw. Trocknung der Nebenprodukte einer der Hauptverbraucher.

Je nach Größe sollte auch die Verwaltung mit den Büroräumen separat erfasst werden.

Nach dem qualitativen Überblick ist der nächste Schritt die Erstellung eines **quantitativen Energieflussdiagramms** (siehe Abbildung 3, Abbildung 4 und Abbildung 5). Dafür werden z. B. die Rechnungen der Energieversorgungsunternehmen für Strom, Gas und Fernwärme oder der Brennstofflieferanten ausgewertet. Die Aufteilung der Bezugsmengen auf die oben festgelegten Bereiche erfolgt im optimalen Fall anhand von Zählern (siehe unten, Kapitel Energieanalyse). Diese sind aber sehr oft nicht vorhanden. Dann erfolgt eine Abschätzung über Nenn- oder Betriebslast und Betriebszeit. Die Nennlast kann den Unterlagen der Anlagen oder den Typenschilder entnommen werden. Die Betriebslast kann an der Anlage abgelesen, durch temporäre Messungen ermittelt und geschätzt (70 % Nennlast) werden. Die Betriebszeiten sind in der Regel bekannt.

Auf Basis dieser Informationen werden die Anlagen und Bereiche ausgewählt, die bei der Energieanalyse (siehe unten) näher untersucht werden sollten. Dies sind in der Regel Bereiche, Anlagen und Geräte, bei denen der höchste Energieverbrauch vermutet wird oder welche die größten und schnellsten Einsparungen versprechen. Zusätzlich sollten auch betriebswirtschaftliche Größen wie Anzahl der Mitarbeitenden, Produktionsmenge, beheizte Fläche und Energiekosten etc. erfasst werden, um Vergleichsmöglichkeiten über Kennzahlen zu ermöglichen.

Hilfreiche Unterlagen bzw. Informationen zur Erstellung eines quantitativen Energieflussbilds sind:

- Erdgas-, Heizöl-, Fernwärme- und/oder Stromabrechnungen zur Ermittlung des jährlichen Verbrauchs und der Kosten
- Bezugsverträge und Tarife aller Energiearten (wie Strom, Erdgas, Fernwärme, Heizöl) zur Ermittlung der Preise und Preisstruktur
- Energiebedarfsprofil (Energieverbrauch von Erdgas, Heizöl, Strom etc., Monatswerte, Stundenwerte etc.) und dessen Entwicklung über die letzten zwei bis drei Jahre vom Energieversorger

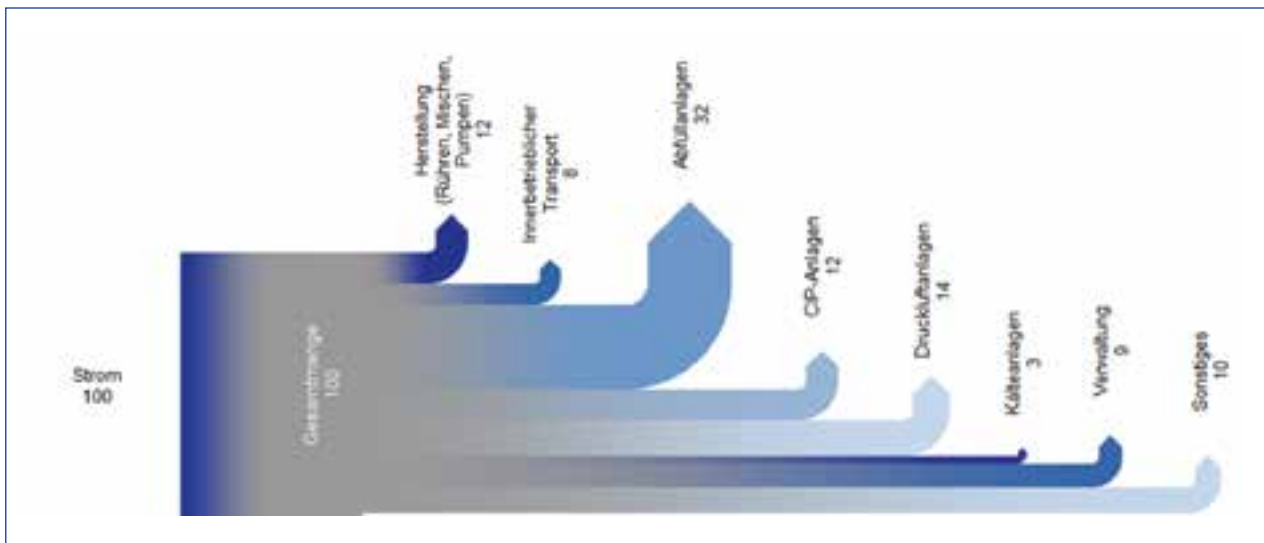


Abbildung 3: Beispiel eines quantitativen Energieflussdiagramms eines Herstellers für Spirituosen ohne Brennerei im Bereich Strom (in %).

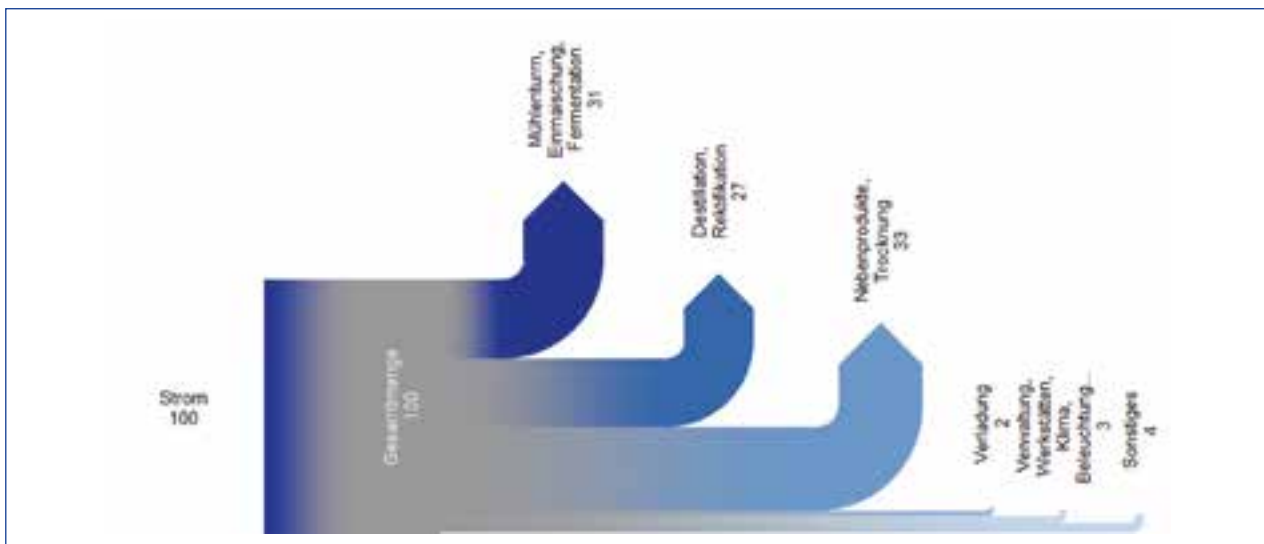


Abbildung 4: Beispiel eines quantitativen Energieflussdiagramms einer Brennerei im Bereich Strom (in %).

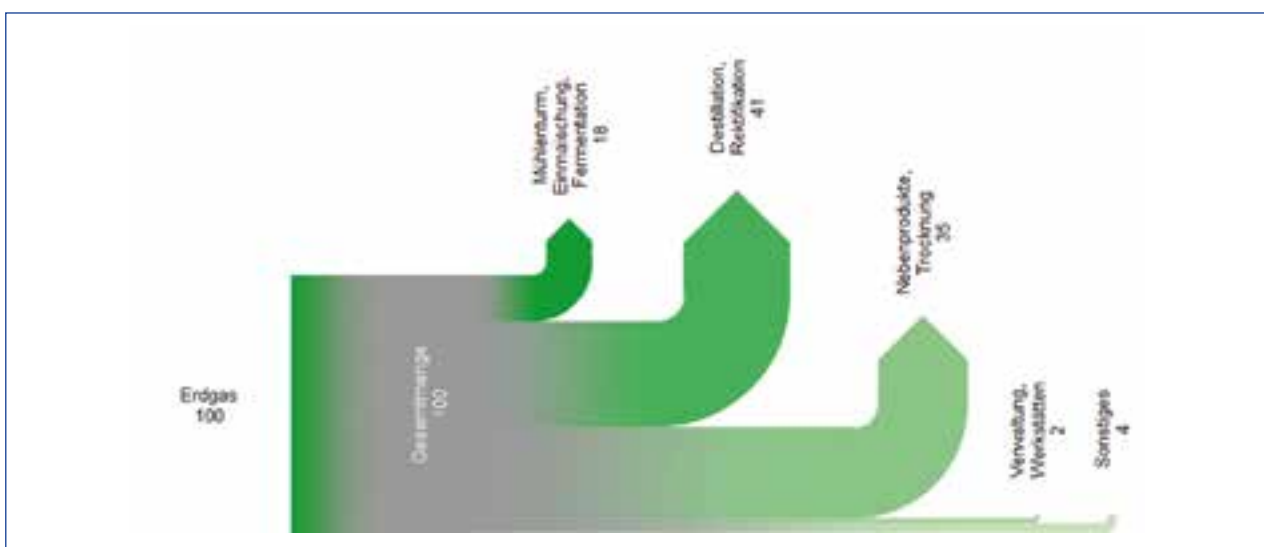


Abbildung 5: Beispiel eines quantitativen Energieflussdiagramms einer Brennerei am Beispiel Erdgas (in %).

- Kenntnis über die Situation der Energiedatenerfassung im Betrieb (Standorte der Zähler für Strom, Erdgas, ggf. Wärme, Wasser) sowie Energiebedarfsprofile für diese Zählstellen
- Anschluss- und Leistungsdaten (Nennleistungen, Höchstleistungen, Blindleistungen etc.) der wichtigsten Anlagen
- Ermittlung der Hauptverbraucher, z. B. durch ABC-Analyse (Erläuterung siehe Glossar): Heizungs- und Lüftungsanlagen, Beleuchtung, Produktionsanlagen, Drucklufterzeugung u. a.
- Wartungsdaten (Intervalle, letzte Wartung, Unternehmen etc.)
- Detaillierte Pläne des Gebäudes und der Maschinenaufstellung sowie der Ver- und Entsorgungsleitungen
- Betrachtung der Gebäudesubstanz: Art und Dicke der Wärmedämmung, Zustand von Türen, Tore und Fenstern.

Diese Informationen liegen in der Regel im Betrieb vor – leider jedoch in den wenigsten Fällen strukturiert erfasst und dokumentiert. Die Aufgabe besteht also auch darin, vorhandene Informationen systematisch aufzubereiten.

Energieanalyse – Detaillierte Betrachtung und Bewertung

Hat die Grobanalyse Einsparpotenziale aufgezeigt, so werden im nächsten Schritt die relevanten Energieverbraucher oder Prozesse detaillierter untersucht. Diese Untersuchungen können von Betrieb zu Betrieb variieren, da die Hauptverbraucher unterschiedlich sein können.

Im Rahmen der Detailanalyse können weitere Messungen erforderlich sein (z. B. des Energiebedarfs von Lüftungsanlage, Heizkessel, Heizungssystem, Druckluftnetz u. a.). Häufig gibt es vor allem in kleineren Betrieben nur jeweils einen Zähler für den Erdgas- und Stromverbrauch. Empfehlenswert ist der Einbau weiterer Zähler für Strom in z. B. den Bereichen Druckluft und Lüftungsanlagen. Je nach Aufbau der Produktion empfiehlt sich auch die Installation von Zählern für einzelne Produktionsbereiche (z. B. für eine Abfüllanlage). Für die Heiz- und Prozesswärmeerzeugung und direkt beheizte Produktionsanlagen sollten separate Erdgaszähler bzw. Wärmezähler für die eingesetzten Wärmeträgermedien (Wasser, Dampf etc.) eingebaut werden. Temporäre Messungen können auch durchgeführt werden. Derzeit (2024) gibt es Förderprogramme, in denen die Kosten für die Installation von Energiedatenerfassung teilweise finanziert werden.

Die Ergebnisse der Energieanalyse (detaillierte Betrachtung) sind die Ergänzung der Datenlage aus dem Ener-

gieaudit (Grobanalyse) über die Energieversorgungs- und Energieverbrauchsstrukturen einzelner Geräte bzw. Anlagen sowie Kenntnis der Energieverbräuche der wichtigsten energietechnischen Systeme (Heizungsanlage, Druckluftanlage, Lüftungsanlage). Das quantitative Energieflussdiagramm kann mit diesen Daten verfeinert werden.

Eine andere wichtige Aufgabe neben der Verbesserung der Datenbasis ist die Erarbeitung von Energieeinsparmaßnahmen. Verbesserungsmöglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz können mit Hilfe der Daten einfacher aufgedeckt, quantifiziert und bewertet werden. Dazu werden auch die Investitionssummen und der Implementierungsaufwand abgeschätzt bzw. mit konkreten Angeboten unterlegt. Mögliche konkrete Verbesserungsmaßnahmen im Bereich Energie sind im Kapitel 3 erläutert.

Energiemanagement – Kontinuierliche Betrachtung und Bewertung

Jedes Unternehmen hat ein Energiemanagementsystem. Die Beschaffung von Energie und die Umsetzung einzelner Maßnahmen ist Bestandteil des täglichen Geschäfts. Um diesen Tätigkeiten zukünftig eine größere Bedeutung zu geben und gleichzeitig die Transformation zu einem klimaneutralen Unternehmen stärker voranzubringen, ist es sinnvoll, dass Energiemanagementsystem zu formalisieren.

Die Motivationen für die Implementierung eines formalisierten Energiemanagementsystems sind vielfältig: Reduzierung der Energiekosten, systematische Aufdeckung innerbetrieblicher Optimierungspotenziale, Steigerung der Versorgungssicherheit, Stärkung des Unternehmensimage durch Zertifikat, Erfüllung von gesetzlichen Vorgaben etc.

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht den Vorteil des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses eines Energiemanagementsystems (grüne Kurve in der Abbildung). Ohne ein formales Energiemanagementsystem steigen die Energiekosten nach der Einsparung wieder an (rote Kurve in der Abbildung), da es keinen kontinuierlichen Verbesserungsprozess gibt.

Die Norm DIN EN ISO 50001 für Energiemanagementsysteme mit ihren Anforderungen und der Anleitung zur Anwendung hilft bei der Formalisierung des Energiemanagementsystems. Organisationen, die sich nach der Norm richten, müssen Systeme und Prozesse festlegen, die zur fortlaufenden Verbesserung der energiebezoge-

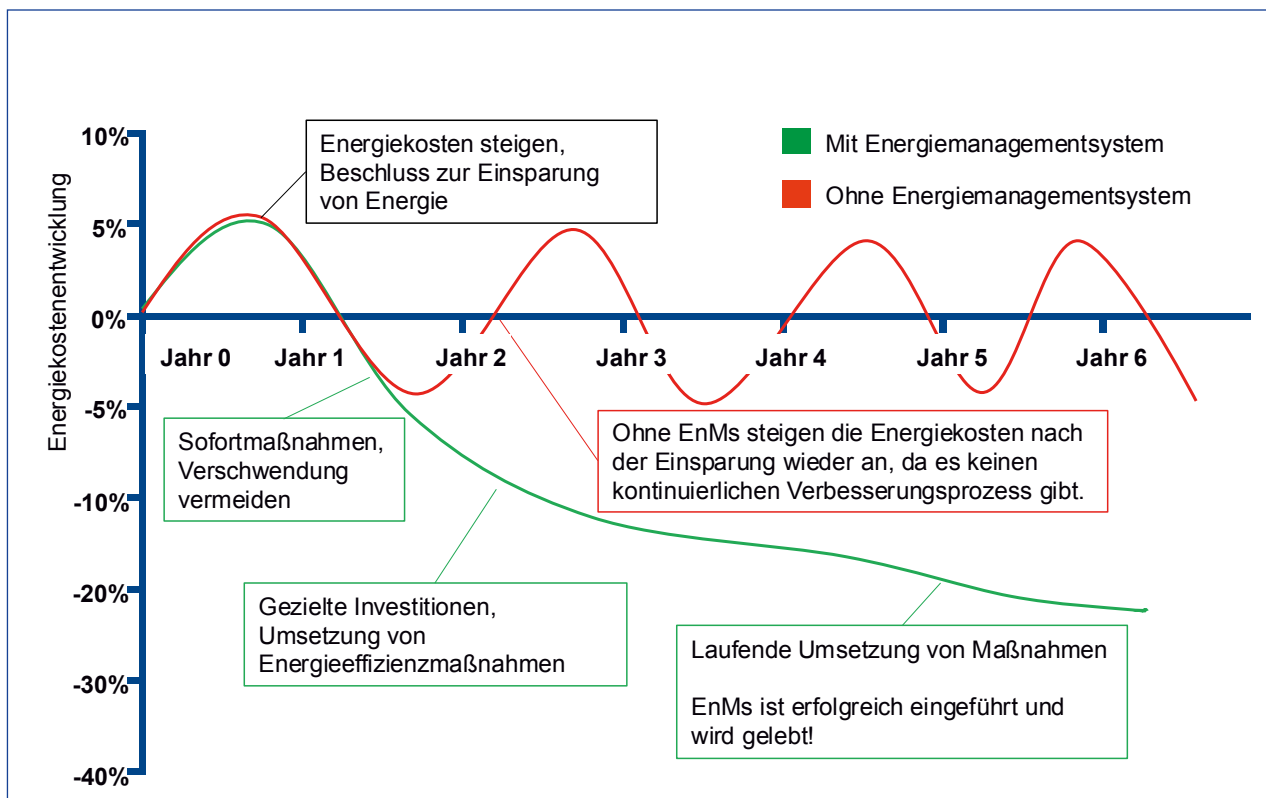


Abbildung 6: Vorteile des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses eines Energiemanagementsystems im Vergleich zu Energieaudits.

nen Leistung, der Energieeffizienz, dem Energieeinsatz und dem Energieverbrauch beitragen. Es soll eine Verbesserungskultur aller Ebenen der Organisation herbeigeführt werden.

Der Aufbau der Norm folgt der High-Level-Structure (HLS). Diese High-Level-Structure folgen auch andere ISO-Normen, wie z. B. die DIN EN ISO 9001 (Qualitätsmanagement), die DIN EN ISO 14001 (Umweltmanagement) sowie die DIN EN ISO 45001 (Arbeitssicherheitsmanagement). Somit wird ein hohes Maß an Kompatibilität zwischen unterschiedlichen Managementsystemen sichergestellt und die Einführung oder Integration eines Managementsystems für einen neuen Bereich erleichtert.

Ein formalisiertes Energiemanagementsystem (EnMS) hilft auch bei der Beseitigung von Hemmnissen zur Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen. Diese Hemmnisse sind z. B.: Fehlende Motivation, fehlende Akzeptanz, fehlendes Wissen, fehlende Informationen, fehlende Personalkapazitäten, geringe Relevanz der Energiekosten, zu hohe Investitionen, Liquiditätsbeschränkungen, Amortisationszeit als einzige Berechnungsmethode.

Für die Einführung eines Energiemanagementsystems nach DIN EN ISO 50001 sollten mindestens sechs Monate vorgesehen werden. Die abschließende Zertifizierung ist nur sinnvoll, wenn das Zertifikat rechtlich vorgeschrieben

ist, es im Marketing eingesetzt werden soll oder eine externe Prüfung gewünscht ist. Prinzipiell reichen die ersten sechs der in der nachfolgenden Abbildung dargestellten Schritte aus.

Im Folgenden sind die sieben in der Abbildung dargestellten Schritte erläutert.

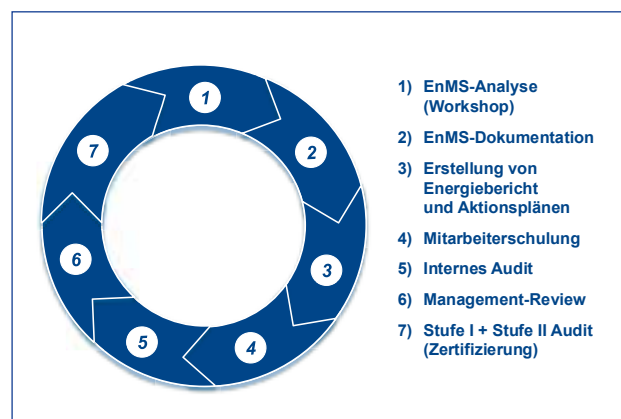


Abbildung 7: Schrittweise Einführung eines Energiemanagementsystems nach DIN EN ISO 50001.

1) EnMS-Analyse:

Zu Beginn werden der Geltungsbereich des EnMS festgelegt, die erforderlichen Arbeitsschritte zur Einführung de-

Die Hemmnisse können durch gezielte Maßnahmen verringert oder beseitigt werden:

Hemmnis	Maßnahme zur Beseitigung des Hemmnisses
Fehlende Motivation	Die Geschäftsführung bekennt sich zum EnMS und motiviert dadurch, Energiebedarf und Energiekosten zu reduzieren.
Fehlende Akzeptanz	Durch die offizielle Benennung von Energiebeauftragte und/oder Energieteams stärkt die Geschäftsführung die Akzeptanz für deren Tätigkeiten.
Fehlendes Wissen	Schulungen sind ein wesentlicher Baustein eines EnMS. Die Verantwortlichen werden so befähigt, Energiebedarf und Energiekosten zu reduzieren.
Fehlende Informationen	In den Schulungen erfahren die Verantwortlichen, wie die notwendigen Informationen beschafft werden können.
Fehlende Personalkapazitäten	Energiebeauftragte und/oder Energieteams werden offiziell von der Geschäftsführung benannt und erhalten dadurch auch die notwendige Zeit, sich mit dem Thema zu beschäftigen.
Relevanz der Energiekosten	Die Identifizierung lukrativer Maßnahmen zeigt, dass schnell und einfach Geld eingespart werden kann – auch bei geringer Bedeutung der Energiekosten.
Zu hohe Investitionen	Viele der Maßnahmen sind „nur“ Verhaltensanpassungen, organisatorische Optimierung und kleinere investive Maßnahmen.
Liquiditätsbeschränkungen	Es muss nicht immer selber investiert werden. Zahlreiche Anlagenhersteller bieten attraktive Modelle an (z. B. Druckluft statt Druckluftkompressor kaufen, oder Warmwasser statt Heizung).
Amortisationszeit als Berechnungsmethode	Bei Maßnahmen in einem EnMS werden immer Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen (Kapitelwertberechnung) durchgeführt. Dadurch kann die Lukrativität vieler Energieeinsparmaßnahmen deutlich hervorgehoben werden.

finiert und die Nutzung von Strukturen anderer Managementsysteme (z. B. Qualität) bewertet. Hier bietet sich ein Workshop mit einem Experten an, der entsprechend vorbereitet werden muss.

2) EnMS-Dokumentation:

In einem Managementhandbuch werden Geltungsbereich, Energiepolitik und Energieziele dokumentiert. Ebenfalls werden die zur Zielerreichung notwendigen Struktur, Verfahren, Arbeitsabläufe und Prozesse festgehalten sowie Aufgaben und Verantwortlichkeiten definiert. Die Dokumentation gesetzlicher Forderungen und Richtlinien ist ebenfalls ein wichtiger Baustein. Dieser Arbeitsschritt sollte vor dem „Internen Audit“ (siehe Arbeitsschritt 5) abgeschlossen sein.

3) Energiebericht und Aktionspläne (siehe Energieaudit und Energieanalyse):

Die Tätigkeiten sind hier die Analyse von Energiedatenerfassung, Energiebezug und Energieaufteilung, Energieeinflussfaktoren, Festlegung und Auswertung von Energieleistungskennzahlen (EnPIs) sowie Identifikation der Hauptverbraucher. Auf dieser Basis erfolgen die Identifikation von Optimierungspotenzialen, die Formulierung der Energieeinsparziele und die Bewertung durchgeführter Energieeinsparmaßnahmen. Eine

Prognose des Energiebedarfs für die Folgejahre gehört ebenfalls dazu.

4) Schulungen:

Hier wird zwischen Systemschulung und technische Schulung unterschieden. Die Systemschulung umfasst die Erläuterung der Inhalte und des Aufbaus von EnMS-Dokumenten sowie Informationen zu optimalen innerbetrieblichen Abläufen, zur Festlegung von Verantwortlichkeiten und zu Systemanforderungen. Diese Schulung ist frühzeitig im Projekt für die Energiemanagementbeauftragten/ für das Energieteam gedacht. Technische Schulungen dienen dem Aufbau von speziellen Kenntnissen bei einzelnen Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeitern.

5) Internes Audit:

Das ist ein formaler Schritt, den die Norm vorschreibt. Eine nicht im Prozess der EnMS-Einführung eingebundene Person überprüft, ob die Anforderungen der Norm erfüllt sind (Konformitätsprüfung): Dazu gehören die Bewertung des Energiemanagementsystems bzgl. der Einhaltung festgelegter Verfahren und Prozessabläufe, Identifizierung vorhandener bzw. potenzieller Nichtkonformitäten und Ableitung entsprechender Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen, Erfassung möglicher Optimie-

ungspotenziale zur Verbesserung innerbetrieblicher Verfahren und Abläufe. Die Durchführung muss nach Vorgaben der DIN EN ISO 19011 erfolgen. In einem Auditbericht wird u. a. ein Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmenplan festgehalten.

6) Management-Review:

Dies ist eine formale Aufgabe der Geschäftsführung (siehe Norm). Die Ergebnisse des Energieberichts und des internen Audits werden vorgestellt, der Anpassungsbedarf an die EnMS-Dokumentation wird besprochen und Aktionspläne werden verabschiedet sowie Energieziele und

Energiepolitik ggf. aktualisiert. In einem Management-Review-Bericht wird alles festgehalten.

7) Zertifizierung:

Das EnMS kann extern geprüft und zertifiziert werden. Stufe I ist in der Regel eine reine Dokumentenprüfung: Der Zertifizierer prüft, ob alle von der Norm verlangten Inhalte ausreichend dokumentiert sind (Prüfung des EnMS auf Zertifizierbarkeit). Bei einem Termin vor Ort (Stufe II) wird geprüft, ob die dokumentierten Inhalte ausreichend umgesetzt sind. Anschließend kann ein Zertifikat ausgestellt werden.





Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz – Best-Practice-Beispiele

Wenn der aktuelle Bedarf an Energie bekannt ist, kann bei der Energieanalyse (siehe Kapitel S. 6 ff.) systematisch geprüft werden, ob typische Verbesserungspotentiale schon umgesetzt worden sind oder umgesetzt werden können. Im Folgenden sind einige Verbesserungspotentiale kurz vorgestellt und erläutert. Zu unterscheiden sind kurzfristige und mittel- bzw. langfristige Maßnahmen. Kurzfristige Maßnahmen sind ohne oder mit nur geringen Investitionssummen umsetzbar. Mittel- und langfristige Maßnahmen sind in der Regel mit Investitionen verbunden.

Organisatorische Maßnahmen

Zu den organisatorischen Maßnahmen gehören insbesondere der bewusste Umgang mit Energie von allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die angepasste Betriebsführung, die korrekte Inbetriebnahme neuer Anlagen

sowie der kostenoptimierte Energiebezug (Lastmanagement).

Mitarbeitermotivation und Verantwortung

Für alle Maßnahmen gilt: Die Sensibilisierung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für das Thema CO₂- und Energieeinsparung ist ein wichtiger Schlüssel für den Erfolg. Wenn alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aufmerksam sind und mitmachen, kann viel Energie – auch kurzfristig – eingespart werden. In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig, eine Lösung zu finden, wie das Wissen von erfahrenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern festgehalten oder weitergegeben werden kann.

Ebenso wichtig ist die Regelung von Verantwortungen. Wer kümmert sich um die Einhaltung der Vorgaben zur Energieeinsparung? Wer kontrolliert die Soll-Werte und passt sie ggf. an? Die verantwortlichen Mitarbeiterinnen

und Mitarbeiter benötigen auch die Rückendeckung der Geschäftsführung bei allen Maßnahmen. So entstehen Eigeninitiative und der Mut zur Durchführung.

Ein gut funktionierendes Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001 hilft hierbei sehr.

Angepasste Betriebsführung

Der zweite wichtige Aspekt ist die angepasste Betriebsführung. Ziel der angepassten Betriebsführung ist es, Energie bedarfsgerecht **UND** effizient zur Verfügung zu stellen. Das heißt zum Beispiel, dass bei einer höheren Temperaturanforderung für einen Teilprozess – zum Beispiel Betrieb einer Reinigungsanlage – das Heißwassernetz nicht ständig auf diesem hohen Temperaturniveau betrieben wird, sondern bedarfsgerecht, also nur, wenn die Reinigungsanlage in Betrieb ist. Mit einer angepassten Betriebsführung können Einsparungen im zweistelligen Prozentbereich erzielt werden.

Im Unternehmen muss dafür ein digitaler Informationsfluss aufgebaut werden (Energiedatenmanagementsystem). Dazu gehören die Prozessleittechnik und die Gebäudeleittechnik, die – am besten in Echtzeit – miteinander kommunizieren können. Basis der Leittechniken ist die intelligente Sensorik, die installiert ist oder installiert werden muss, um Daten für die Steuerungs- und/oder Regelungsstrategien zu erhalten. Für die zeitnahe Erfassung von Abweichungen sind Kennzahlen und ein Dashboard hilfreich. Um dies realisieren zu können, sollten – neben der zuvor erwähnten Informationsschnittstelle – auch hardwareseitige Voraussetzungen geschaffen werden.

Praxisbeispiel: Optimierte Steuerung der Lüftungsanlage im Bereich Abfüllanlagen

Ausgangssituation:

Die Lüftungsanlage läuft kontinuierlich mit dem gleichen Volumenstrom und der gleichen Solltemperatur.

Maßnahme:

Anpassung des Volumenstroms und der Solltemperatur in Abhängigkeit der Außentemperatur. Installation einer Wetterstation, Anbindung an die Steuerung und Programmierung der neuen Betriebsweise.

Einsparung:

752 kWh/a Erdgas (6 %), 1.127 kWh Strom (12 %), 0,531 t_{CO2}/a, 317 €/a

Investition:

715 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 2.838 €, Amortisationszeit = 2,3 Jahre

Diese wären zum Beispiel die Installation von Heißwasser- oder Kaltwasserpufferspeichern oder gut dimensionierte Wärme- und Kältenetze. Im Zusammenspiel mit Produktionsinformationen (Anfahrprozesse, Artikel mit erhöhtem Energiebedarf) kann über eine intelligente Anlagensteuerung die Energiebereitstellung optimiert werden.

Inbetriebnahme von Anlagen

Grundsätzlich ist es wichtig, dass Maschinenhersteller und deren Inbetriebnahme-Ingenieure die mit der Inbetriebnahme definierten Sollwerte an vielfach realisierten Projekten definieren und daher nicht an technisch und qualitativ mögliche Grenzen gehen. Deren Ziel ist auch, den Prozess sicher einzustellen und die Baustelle reklamationsfrei zu verlassen. Das wird energetisch nicht optimal sein. Nach Neuinstallationen ist eine energetische Optimierung sowie Optimierung der gesamten Ressourceneffizienz nach etwa sechs Monaten sehr zu empfehlen und ggf. bei der Vergabe mit zu vereinbaren.

In aller Regel werden von den Maschinenherstellern Anforderungen an die bereitzustellende Wärmeenergie gestellt: Hohe Vorlauftemperaturen und kurze Aufheizzeiten. Die geforderten bzw. eingestellten Aufheizzeiten sind zu prüfen und sofern möglich zu verlängern und die Lasten zu reduzieren. Eine intelligente übergeordnete Regelung – insbesondere bei mehreren zeitgleichen Verbrauchern (z. B. CIP-Anlagen) optimiert die Energieeffizienz bzw. Lasten durch sequentielles Betreiben der Anlagen.

Lastmanagement

Unter einem Lastmanagement wird das Verschieben von Lasten verstanden, um Energiekosten zu sparen. Das Verschieben ist in der Regel keine Maßnahme zur Reduzierung von Energiebedarf oder CO₂-Emissionen, sondern eine Optimierung von Strom- oder Erdgaspreis.

Im Hinblick auf die stärkere Volatilität der Stromerzeugung und somit auch des Strompreises (dynamische Stromtarife) kann ein Lastmanagement im Bereich Strom auch ein Beitrag zur Stabilisierung des Stromnetzes leisten. Für den Bereich Erdgas gilt Vergleichbares. Angesichts der drohenden Verknappung kann es auch hier sinnvoll sein, Lasten zu verschieben. Damit kann die Abnahme vergleichmäßigt werden.

Aber es kann auch schon heute mit Lastmanagement Geld gespart werden. Die Reduzierung der maximalen Bezugsleistung im Bereich Erdgas und Strom senkt die Kosten für den Bezug der Energieträger (auf jeden Fall bei den Netzentgelten). Ziel des Lastmanagements ist es daher, durch geeignete Maßnahmen, Lastspitzen zu vermeiden bzw. den Bedarf in preisgünstige Zeiten zu verlangen.

Grundsätzlich können folgende Maßnahmen angewendet werden:

- Organisatorische Entkopplung von Anfah- oder Betriebsprozessen
- Sanfte Anfahrrampen, um hohe Lasten zu vermeiden
- Wegschalten von Anlagen durch ein elektronisches Lastmanagementprogramm.

Organisatorische Entkopplung

Die Betriebsabläufe müssen vor allem während der Anfahrprozesse analysiert werden. Durch zeitliche Entkopplung können hier Lastspitzen vermieden werden. Beispielsweise fallen im Wärmebereich bei Brennereien häufig CIP-Reinigungen und das Aufheizen von Produktionsanlagen zeitlich zusammen.

Bei mehreren Maschinen führt ein serielles Aufheizen zu einer Vergleichmäßigung des Wärmebedarfs. Bei elektrischen Verbrauchern können häufig vor allem Nebengregate (Lüftung/Kompressoren) vom Start der Abfüllanlage entkoppelt werden.

Sanfte Anfahrrampen

Durch Eingriffe in die Regler können hohe Lastspitzen vermieden werden. Dies kann im Wärmebereich durch langsam öffnende Regelventile und in elektrischen Verbrauchern durch den Einsatz von Frequenzumformern mit „sanfter“ Anfahrrampe erzielt werden.

Elektronisches Lastmanagementprogramm

Bei Einsatz eines elektronischen Lastmanagementprogramms können sowohl bei den Wärmeverbrauchern als auch bei den elektrischen Verbrauchern durch automatisierte Wegschaltung nicht notwendiger Verbraucher Lastspitzen vermieden werden.

Elektronische Lastmanagementprogramme werden meist im Strombereich eingesetzt. Zuerst muss das Unternehmen analysieren, welche Verbraucher weggeschaltet werden können, ohne den Produktionsprozess zu stören. Anschließend müssen dann für die einzelnen Verbraucher die maximale Abschaltdauer und die minimale Laufzeit zwischen zwei Abschaltungen festgelegt werden. Ein automatisiertes System kann mit diesen Angaben entsprechend programmiert werden.

Häufig werden im elektrischen Bereich folgende Verbraucher für ein Lastmanagementsystem in Betracht gezogen.

- Hallenbelüftungs- und Hallenentlüftungsanlagen
- Rauchgasverdichter für Abwasserneutralisation
- Abwasserpumpen
- Gebäudeklimatisierung
- Batterieladestationen etc.

Praxisbeispiel: Reduzierung der Stromspitzenlast

Ausgangssituation:

Der Preis (nur Netznutzung) für Stromlasten ist 17,80 €/kWh*a). Bei einer Leistung von 185 kW sind das etwa 3.300 € Kosten im Jahr. Weitere Einsparungen sind bei der Strombelieferung möglich.

Maßnahme:

Identifizierung der Zeitpunkte und der Geräte, die die Lastspitzen verursachen. Der Stromlieferant hat dafür eine Lastkurve zur Verfügung gestellt. Die Auswertung ergab, dass etwa 45 kW eingespart werden können.

Einsparung:

0 kWh/a Strom, 0 t_{CO2}/a, 801 €/a

Investition:

Annahme: Begehung von zwei Personen mit jeweils vier Stunden an Samstagen, drei zusätzliche Steuerungen und ein Lastmanagement-Tool werden eingebaut. Investition = 3.528 € (ohne Förderung), Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 5.395 €, Amortisationszeit = 4,4 Jahre

Für jeden Verbraucher ist zu prüfen, ob übergeordnete Steuerungsparameter vorhanden sind, die eine Abschaltung zu gewissen Zeiten untersagen. Beispielsweise müssen Abwasserpumpen bei einem Füllstand im Abwassersammelbehälter zwingend laufen. Darüber hinaus sind technische Prüfungen der Machbarkeit notwendig. Zum Beispiel können nicht sämtliche Steuerungen einer Batterieladestation einfach weg- und wieder zugeschaltet werden.

Wochenendgrundlast

Ebenfalls sind oft große Einsparung bei der Wochenendgrundlast möglich. Typische Anlagen, die den Grundlastverbrauch am Wochenende verursachen können, sind:

- Ventilatoren, Lüftungen
- Klimaanlage, Kälteanlagen
- Pumpen
- Außenbeleuchtung
- Server etc.

Um die Einsparung bei der Wochenendgrundlast zu erzielen bzw. die Verursacher zu identifizieren, müssen am Wochenende (samstags) Begehungen stattfinden.

Praxisbeispiel: Reduzierung des Wochenendstrombedarfs

Ausgangssituation:

An Samstagen und Sonntagen ist ein mehr oder weniger kontinuierlicher Strombedarf von 39 kW zu beobachten.

Maßnahme:

Die Begehung am Wochenende hat verschiedene Anlagen identifiziert, die unnötig in Betrieb sind. Dazu gehören z. B. (1) Pumpen, deren Leistung reduziert werden können, (2) die Außenbeleuchtung, die zu früh ein- und zu spät ausgeschaltet wird, (3) die Kühlung für den Serverraum und (4) eine Lüftung, die am Wochenende nicht eingeschaltet sein muss. 12 kW können so an mindestens 2.496 Stunden vermieden werden.

Einsparung:

29.952 kWh/a Strom (31 %), 10,483 t_{CO2}/a, 6.080 €/a

Investition:

Begehung (eine Person) jeweils zwei Stunden an drei Samstagen und jeweils zwei Stunden an drei Sonntagen. Investition = 840 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 66.982 €, Amortisationszeit = 0,1 Jahre

Praxisbeispiel: Reduzierte Raumtemperatur und Mitarbeitermotivation in der Verwaltung

Ausgangssituation:

Die Raumtemperatur ist auf 22 °C und die beiden Bürofenster sind ständig gekippt. Wärmeverlust durch die Spaltlüftung (4 kWh/d, also 300 kWh/a und Raum). 12 Räume.

Maßnahme:

Reduzierung der Raumtemperatur auf 21 °C und drei bis vier Mal täglich „Stoßlüften“ (Fenster komplett auf). Während des Stoßlüftens Heizungsthermostat in der Zeit schließen. Etwa 50 % Einsparung.

Einsparung:

1.800 kWh/a Erdgas (50 %), 0,327 t_{CO2}/a, 212 €/a

Investition:

0 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 2.335 €, Amortisationszeit = sofort

Es kann auch sinnvoll sein, ein Behaglichkeitsfenster in die Steuerung der Lüftungstechnik zu integrieren. Damit können Heiz- bzw. Kühlbedingungen deutlich reduziert und damit die Energieverbräuche deutlich reduziert werden.

Nachts kann die Temperatur in ungenutzten Räumen (Verwaltung, Produktion) generell auf 16 – 18 °C abgesenkt werden, das spart etwa 20 – 30 % Energie. Faustformel ist: 1 °C Raumtemperatur weniger spart 6 % Energiekosten.

In der Vergangenheit zählte das Heizen und damit auch oft hohe Investition in Heizungstechnik der Lagerhallen häufig zum Standard. Das Heizen erfolgte jedoch im Wesentlichen zur Trocknung der Hallen-Luft und damit zur Reduzierung der Feuchtigkeit und dem Risiko von Schimmelpilzwachstum auf Nassleimetiketten etc. Da die abgefüllten Gebinde in der Regel mit einer durchschnittlichen Temperatur von 15 – 20 °C an das Lager übergeben wird, ist ein zusätzliches Heizen oder Kühlen meistens aber nicht erforderlich.

Die Wärme der Spirituosenflaschen wird in der kühleren Jahreszeit an die Hallenluft übertragen und dient im Sommer zur Kühlung. Eine intelligente Steuerung der Hallenbelüftung und -entlüftung kann die bislang üblichen Investitionen zur Beheizung der Hallenluft vollständig ersetzen oder die Betriebszeit der bestehenden Anlage reduzieren. Damit werden wirtschaftliche Erfolge durch

Optimierungsmaßnahmen im Wärmebereich

Bei den Maßnahmen im Wärmebereich wird zwischen der Reduzierung von Erdgas oder Heizöl für Raumwärme & Brauchwarmwasser und von Erdgas oder Heizöl für die Prozesswärme (in der Regel Dampferzeugung und Heißwasser, Brennerlei) unterschieden.

Raumwärme & Brauchwarmwasser

Für die Bereiche Raumwärme & Brauchwarmwasser wird Niedrigtemperaturwärme benötigt, d. h. die Temperatur der Wärme ist niedriger als 60 °C.

Raumwärmebedarf reduzieren

Wie bereits oben erwähnt ist der erste Schritt, Möglichkeiten zur Reduzierung des Wärmebedarfs umzusetzen. Im Bereich Raumwärme sollten daher alle eingestellten Soll-Werte hinterfragt werden. Kann die Temperatur in allen Räumen oder in einigen Räumen reduziert werden? Müssen wirklich alle Räume beheizt werden, können eventuell einzelne Räume (Lager, nicht genutzte Büros) weniger beheizt werden? Ggf. muss die Bekleidung der Belegschaft (Jacke im Lager tragen) angepasst werden.

vermiedene Investitionen und der Reduzierung des Wärmebedarfes erzielt.

Zur Reduzierung des Raumwärmebedarfs sollte die Dichtigkeit der Fenster, Türen und Tore geprüft werden. Auch das Lüftungsverhalten (z. B. lange offenstehende Tore, dauernd gekippte Fenster) kann ggf. optimiert werden. Um Zugluft und einhergehende Wärmeverluste zu vermeiden, sollten Hallentore und Oberlichter während der Heizperiode geschlossen werden. Ist dies aus betrieblichen Gründen nicht möglich, sollten Luftschleusen oder Torluftschleier installiert werden.

Häufig frequentierte Tore sollten als Schnellauftore ausgeführt werden. In einigen Fällen ist eine regelungstechnische Kopplung gegenüberliegender Tore sinnvoll, um Zugluft zwischen unterschiedlichen Gebäudeöffnungen zu reduzieren. Ebenso sollte ein Betrieb der Heizung verhindert werden, wenn Tore oder Fenster geöffnet sind.

Praxisbeispiel: Einbau eines Schnellauftors im Bereich Wareneingang

Ausgangssituation:

An dem Außentor sind bisher nur Streifenvorhänge verbaut, durch die im Winter ein Wärmestrahlung stattfindet. Öffnungszeit an jedem Werktag sind fünf Stunden (etwa 780 h/a).

Maßnahme:

Installation eines Schnellauftors, da hier der Wärmeeintrag geringer ist.

Einsparung:

39.000 kWh/a Erdgas (71 %), 7,083 t_{CO2}/a, 4.563 €/a

Investition:

12.821 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 38.145 €, Amortisationszeit = 2,8 Jahre

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass geöffnete Fenster und Tore nicht nur ein Wärmeleck bilden, sondern auch diffuse Emissionen ermöglichen, die im Immissionschutzrecht unerwünscht sind. Produktionshallen sind im Unterdruck zu planen, um diffuse Emissionen zu verhindern. Dies ist bei einem Energiekonzept immer zu berücksichtigen.

Sanierungsmaßnahmen leisten einen weiteren Beitrag zur Reduzierung des Raumwärmebedarfs. Insbesondere im Zusammenhang mit Erhaltungsmaßnahmen sollte der Energieaspekt eine wichtige Rolle spielen.

Raumwärmeinfrastruktur verbessern

Zunächst sollte der Wärmetransport vermieden werden oder die Transportwege sollten möglichst kurz sein. Die Nutzung von Abwärme vor Ort kann den Transport vermeiden oder den Weg verkürzen.

Die Leitungen und Rohre, die zum Transport der Wärme genutzt werden, sollten gedämmt sein. Dies gilt auch für die Armaturen.

Ebenfalls sollte die Rohrleitungsdimensionierung großzügig erfolgen, da in einem größer dimensionierten Rohrleitungssystem der Leitungsdruck oder somit die Pumpenleistungen und der Strombedarf für die Pumpen reduziert werden. Aus gleichem Grund sollten die Rohrleitungsführungen möglichst mit wenig Bögen ausgeführt werden, um Strömungswiderstände zu minimieren.

Praxisbeispiel: Dämmung der Leitungen der Heizung

Ausgangssituation:

In den außenliegenden Treppenhäusern und im Sanitärbereich liegen ungedämmte Heizungsrohre. Hier erfolgt insbesondere in Übergangszeiten unerwünschter Wärmeeintrag. Die Rohre sind auch warm, wenn die Radiatoren abgeschaltet sind.

Maßnahme:

Die durchschnittliche Heizungswassertemperatur liegt bei 60 °C (ohne Sommer, also 240 d/a). Der Wärmestrom bei der ungedämmten Variante beträgt dann 58,1 W/m. Durch die Dämmung der Rohrleitungen kann der Wärmestrom auf 12,3 W/m reduziert werden. Mindestens 150 m (Vor- und Rücklauf) sind ungedämmt. Eine Annahme ist hier, dass 70 % des Wärmeeintrags ungewollt ist.

Einsparung:

39.571 kWh/a Erdgas (79 %), 7,19 t_{CO2}/a, 2.374 €/a

Investition:

4.744 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 21.984 €, Amortisationszeit = 2,0 Jahre

Raumwärmeerzeugung optimieren

Unter dem Aspekt Klimafreundlichkeit gilt im Wärmebereich zu prüfen, ob der fossile Energieträger ganz oder teilweise substituiert werden kann. Hier bieten sich Wärmepumpen, Elektro-Heizung oder eine Umstellung auf Biomasse an.

Die Wärmepumpe (ggf. kombiniert mit einer Stromheizung) sollte die bevorzugte Alternative sein, weil bei die-

ser Technologie auch die Energieeffizienz gesteigert werden kann. Als Wärmequelle für die Wärmepumpe kann Geothermie, Abwärme aus einem Prozess oder Umgebungswärme eingesetzt werden. Vorausgesetzt, es werden genügend und bezahlbare Strommengen im Markt angeboten und die Stromzuleitungen sind ausreichend dimensioniert.

Praxisbeispiel: Austausch der überdimensionierten Heizung in der Luftschleuse. Nutzung einer Wärmepumpe

Ausgangssituation:

Die Schleuse wird beheizt und es kann immer nur ein Tor geöffnet werden. Das ist eine gute Maßnahme. Die eingesetzte Heizung ist aber überdimensioniert und ungeregelt. Die Temperatur in der beim Vor-Ort-Termin besichtigten Schleuse war sicherlich 25 °C oder mehr.

Maßnahme:

Austausch der alten Heizungen durch Luft-Wasser-Wärmepumpen. Brennwertthermen wären auch möglich, aber diese wären ein geringer Beitrag zur geplanten Dekarbonisierung. Als Wärmequelle für die Wärmepumpen kann die warme Luft aus der Halle genommen werden. Damit sind Jahresarbeitszahlen (JAZ) von 4,5 oder mehr möglich.

Einsparung:

45.760 kWh/a Erdgas, aber zusätzlich 5.084 kWh/a Strom, 6,35 t_{CO2}/a, 4.234 €/a

Investition:

23.070 € (mit 25 % Förderung auf Preis der Wärmepumpe), Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 10.312 €, Amortisationszeit = 5,5 Jahre

Bemerkung:

Bei Anrechnung von Modernisierungs-/Instandsetzungskosten (die derzeitige Gasheizung muss in den nächsten Jahren sowieso erneuert werden) sind nur die Mehrkosten zu betrachten: Investition (Mehrkosten) 13.070 € (mit 25 % Förderung auf Preis der Wärmepumpe), Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 20.312 €, Amortisationszeit = 3,1 Jahre

Sollte die Versorgung mit Strom nicht möglich sein, kann – bei einer vorhandenen Erdgasleitung – Biogas⁴ oder ggf. zukünftig Wasserstoff eingesetzt werden. Ist kein

Erdgasanschluss vorhanden, ist Biomasse⁴ (in der Regel Holz) die Alternative – langfristig ggf. auch synthetische Brennstoffe. Bei der Einbindung von Biogas in die Wärmeerzeugung ist die Kooperation mit einer ortsansässigen Biogasanlage besonders empfehlenswert (keine Netzentgelte bei Direktlieferung). Diese Kooperation fordert aber meistens eine relativ lineare Abnahmestruktur mit geringen Spitzen, so dass es sinnvoll ist, nur einen Kessel, der die Grundlast liefert, mit Biogas zu versorgen. Der Brenner dieses Kessels muss für die Nutzung von Biogas umgerüstet werden.

Die Nutzung von Abwärme kann im Raumwärmebereich durch gezielte Zu- und Abfuhr von Luft mit integriertem Wärmeübertrager erfolgen.

Bei Heizungen mit Brenneinheiten sollte die Brennwertnutzung installiert sein, d. h. die Nutzung der Abgaswärme zur Vorwärmung der Verbrennungsluft.

Die Steuerung der Heizung bietet weitere Einsparpotentiale. Hier könnte ein modernes Steuersystem nachgerüstet werden. Prüfen Sie auch, ob die Heizung regelmäßig gewartet wurde und wann der letzte hydraulische Abgleich durchgeführt wurde. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Nachtabsenkung: Ist sie aktiviert und welche Parameter sind eingestellt?

Prozesswärme – Dampf & Heißwasser

Für den Bereich Prozesswärme werden oft Temperaturen von mehr als 60 °C benötigt. Einige der zu ergreifenden Maßnahmen sind mit den Maßnahmen im Bereich „Raumwärme & Brauchwarmwasser“ vergleichbar.

Prozesswärmebedarf reduzieren

Das kritische Hinterfragen der Soll-Werte der Prozesstemperaturen ist auch hier ein erster Schritt. Kann die Temperatur reduziert werden? Kann der Wärmebedarf reduziert werden? Hier hilft eventuell auch die (teilweise) Dämmung von Anlagen und Leitungen. Bei Einsatz von Dampf sollte auch geprüft werden, ob die Kondensatabscheider intakt sind und ob es unnötige Kondensatverluste gibt.

In den Prozessen der Spirituosenherstellung wird auch Wärme mit Temperaturen von über 60 °C (60 – 100 °C) benötigt, z. B. bei der **Anlagenreinigung (CIP-Anlagen)**. Die Steuerung (= Zeitpunkt) der Reinigungswasseraufwärmung und die Temperatur sind wichtige Parameter, die in vielen Betrieben optimiert werden können. Der Zeitpunkt zur Aufheizung des Reinigungswassers hat einen deutlichen Einfluss bei der Optimierung des Wärmeverbrauchs und kann durch Optimierung der CIP Programme (Temperaturen, Startzeiten Aufheizung, Spülzeiten etc.) erzielt werden.

⁴ Die Nutzung von Biogas und/oder Biomasse ist in der Biomasse-Nutzungshierarchie von NRW.Energy4Climate GmbH ganz unten (siehe Glossar)

Praxisbeispiel: Austausch defekter Kondensatabscheider

Ausgangssituation:

Bei der Wartung der Kondensatabscheider wurde festgestellt, dass zwei Kondensatabscheider nicht richtig schließen und eine Leckage von jeweils etwa 5 mm vorhanden ist. Dadurch gehen bei etwa 4.000 Betriebsstunden im Jahr etwa 40 t Dampf (10 bar) verloren. Die Erzeugerkosten für eine Tonne Dampf sind etwa 72 €/t Dampf.

Maßnahme:

Austausch der defekten Kondensatabscheider (620 €/Stk. plus Montage)

Einsparung:

23.300 kWh/a Erdgas, 4,2 t_{CO2}/a, 2.874 €/a

Investition:

3.630 €, Kapitalwert (10 Jahre, 4 %) = 14.938 €, Amortisationszeit = 1,6 Jahre

Prozesswärmeinfrastruktur verbessern

Wie bei der Raumwärme sollte der Wärmetransport vermieden werden oder die Transportwege möglichst kurz sein. Die Nutzung von Abwärme vermeidet oder verkürzt den Transport.

Die Leitungen und Rohre, die zum Transport der Wärme genutzt werden, sollten gedämmt sein. Dies gilt auch für die Armaturen.

Ebenfalls sollte bei einem Heißwassersystem die Rohrleitungsdimensionierung großzügig erfolgen, da in einem größer dimensionierten Rohrleitungssystem der Leitungsdruck oder somit die Pumpenleistungen und der Strombedarf für die Pumpen reduziert werden. Des Weiteren sollten die Rohrleitungsführungen möglichst mit wenig Bögen ausgeführt werden, um Strömungswiderstände zu minimieren.

Prozesswärmeerzeugung optimieren

Die Erzeugungsanlagen der Prozesswärme sind ähnlich wie die Erzeugungsanlagen im Bereich Raumwärme. Dampf wird bei einem Spirituosenhersteller prinzipiell nicht benötigt, da die Prozesstemperaturen alle unter 100 °C liegen. Hier bieten sich also ebenfalls Wärmepumpen (Hochtemperatur-Wärmepumpen), Elektro-Heizung oder unter dem Aspekt Klimafreundlichkeit eine Umstellung der bestehenden Anlage auf Biomasse an. Weitere Erläuterung zur Biomasse- und Biogasnutzung siehe oben.

Spirituosenhersteller mit Brennereien benötigen dagegen Sattedampf von 140 °C, bei Verwendung als Direktampf. Bei Umbau der Kolonnen (Mantelheizung) wäre auch Heißwasser/Elektro möglich.

Vor dem Kauf einer neuen Anlage sollte eine Umrüstung des bestehenden Dampfkessels und des Dampfsystems auf ein Heißwasserkessel und Heißwassersystem geprüft werden.

Voraussetzung für alle Stromanwendungen ist, dass genügend und bezahlbare Strommengen im Markt angeboten werden und die Stromzuleitungen ausreichend dimensioniert sind. Sind keine ausreichenden Strommengen im Markt vorhanden oder Zuleitungen nicht ausreichend dimensioniert, kann Biogas oder Wasserstoff bzw. Biomasse eingesetzt werden (Anmerkungen zu Biogas und Biomasse siehe oben bzw. siehe Erläuterungen im Glossar). In dem Fall bieten sich in vielen Fällen dann Motorenblockheizkraftwerke, die sowohl die Wärme bereitstellen als auch die verfügbare Strommenge durch Eigenproduktion erhöhen.

Als Wärmequelle für die Hochtemperatur-Wärmepumpe kann Geothermie, Abwärme aus einem Prozess oder Umgebungswärme eingesetzt werden.

Nutzung von Abwärme kann bzw. muss in den Produktionsanlagen erfolgen (Vorwärmung von Frischluft und Rohstoffen). Auch die Vorwärmung der Verbrennungsluft (Heißwasserkessel) und der aufzuheizenden Wassermenge mit Abwärme ist ein Muss!

Praxisbeispiel: Einbau eines Economisers

Ausgangssituation:

Die Abgase des Dampfkessels werden ohne Nutzung der Wärme über den Kamin abgeführt.

Maßnahme:

Einbau eines Wärmeübertrages (Economiser) in den Abgasstrang. Erhöhung des Wirkungsgrades von 91,0 % auf 95,2 % (7 bar). Damit Verbesserung des Nutzungsgrades um mindestens 5 %-Punkte.

Einsparung:

248.000 kWh/a Erdgas (5 %), 45,15 t_{CO2}/a, 28.370 €/a

Investition:

53.830 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 250.141 €, Amortisationszeit = 1,9 Jahre

Praxisbeispiel: Installation einer O₂-Regelung zur Optimierung des Luftüberschusses

Ausgangssituation:

Der Dampfkessel hat keine O₂-Regelung (Sauerstoffregelung). Der Sicherheitsluftüberschuss zur Einhaltung der Abgasgrenzwerte ist recht hoch.

Maßnahme:

Einbau einer O₂-Regelung bei dem Dampfkessel, dadurch etwa 8 % Erdgaseinsparung.

Einsparung:

75.280 kWh/a Erdgas (8 %), 13,7 t_{CO₂}/a, 7.506 €/a

Investition:

11.566 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 80.322 €, Amortisationszeit = 1,4 Jahre

Die Steuerung der Prozesswärmeerzeuger bietet weitere Einsparpotentiale. Wie ist die Steuerung der Dampfkessel? Kann ein modernes Steuersystem mit z. B. einer O₂-Regelung und automatisierter Abschlämmung nachgerüstet werden? Auch hier sind regelmäßige Wartungen und die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs zu empfehlen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Abschaltung am Wochenende oder bei Betriebsunterbrechungen: Ist sie aktiviert und welche Parameter sind eingestellt?

Durch die Einbindung eines Wärmespeichers wird die Wärmeerzeugung von dem Wärmeverbraucher entkoppelt. Mit einer modernen Steuerung wird ein kontinu-

Praxisbeispiel: Installation eines Warmwasserwärmespeichers

Ausgangssituation:

Der Wärmeerzeuger taktet sehr häufig.

Maßnahme:

Durch die Installation eines Warmwasserwärmespeichers wird der Betrieb des Wärmeerzeugers vergleichmäßigt. Der Nutzungsgrad kann um 6,5 %-Punkte verbessert werden.

Einsparung:

52.948 kWh/a Erdgas (6,5 %), 9,6 t_{CO₂}/a, 6.057 €/a

Investition:

23.993 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 40.934 €, Amortisationszeit = 3,9 Jahre

ierlicher ressourceneffizienter Betrieb der Kesselanlagen möglich. Häufiges An- und Abfahren, d. h. häufige Schaltungen der Kessel steigern den Energieverbrauch erheblich. Allein durch das Vorlüften der Rauchgaswege wird die Effizienz reduziert und der Energieverbrauch erhöht.

Optimierungsmaßnahmen im Strombereich

Die Stromanwendungen werden in die Bereiche Druckluft, Kälteerzeugung, Kühlung und Klimatisierung, Raumlufttechnik, elektrische Antriebe, Pumpen und Beleuchtung unterteilt.

Druckluft

Wie in fast allen Branchen ist auch bei den Spirituosenherstellern eine zunehmende Automatisierung festzustellen. Während es früher nur einige wenige Einsatzbereiche für Druckluft gab, ist heute in einer Vielzahl von Funktionsaufgaben bei der Ventilsteuerung, den Verpackungsmaschinen und der Produktförderung auf den Drucklufteinsatz nicht mehr zu verzichten.

Druckluft stellt eine sehr kostenintensive Energieform dar. Oft werden lediglich rund 4 % der bei der Drucklufterzeugung aufgewendeten elektrischen Energie in Nutzenergie umgewandelt. Die restlichen 96 % werden in Form von Wärme an die Umgebung abgegeben.

Druckluftbedarf reduzieren

Als Erstes sollte daher über die Substitution von Druckluftverbrauchern nachgedacht werden. Aufgrund des hohen Energiebedarfs bei der Drucklufterzeugung sollte – wenn möglich – auf den Einsatz von Druckluft verzichtet werden. Der Druckluftbedarf sollte soweit wie möglich abgesenkt werden.

Viele Druckluftanwendungen können mit elektrisch angetriebenen Systemen ersetzt werden. Dies ist z. B. bei Ausleitsystemen für Behälter oder Gebinde möglich. Auch pneumatisch angetriebene „Rüttler“, um Behälter im Massenstrom im Einlauf einer Maschine „aufzulkern“ (z. B. Schrumpfpacker), können elektrisch angetrieben werden.

Die Verwendung von Druckluft für Reinigungszwecke ist möglichst zu vermeiden, da der Schmutz nicht abgeführt, sondern ausschließlich im Raum verteilt wird. Sofern dies nicht möglich ist, sollten Spardüsen eingesetzt werden. Diese saugen über das Venturi-Prinzip (Erläuterungen im Glossar) Fremdluft an. Somit kann entweder bei gleichem Druckluftbedarf die Luftmenge erhöht und somit die Reinigungsdauer reduziert werden. Oder der Druckluftbedarf

kann reduziert werden. Empfehlenswert ist aber der Einsatz von Staubsauganlagen.

In einigen Unternehmen wird eine nicht unerhebliche Druckluftmenge in Systemen zur Luftbefeuchtung eingesetzt. Alternative Systeme zerstäuben das Wasser ausschließlich mit Hochdruckpumpen, sodass keine zusätzliche Druckluft benötigt wird.

Parallel sollte das erforderliche Druckband ermittelt und reduziert werden. Dies geschieht durch das stufenweise Absenken des Druckbandes um jeweils 0,1 bar bei gleichzeitiger Beobachtung von Problemen in der Anwendung. Sollten Maschinen aufgrund des geringeren Druckluftniveaus eine Störung anzeigen, so ist zuerst die Neueinstellung des Abschaltsensors dieser Maschinen auf ein niedrigeres Niveau zu prüfen. Dabei muss natürlich die Funktion weiterhin gewährleistet werden. Ein Absenken des Druckbandes deutlich unter 7 bar ist in vielen Betrieben möglich. Je nach Ausgangssituation ermöglicht die Absenkung des Betriebsdruckes um 1 bar eine Energieeinsparung von 6 – 7 %.

Sollte die Luftmenge bei einer Anwendung nicht ausreichen, kann vor einer Maschine ein zusätzlicher Windkessel installiert werden, um kurzzeitige Abnahmespitzen abzufangen. Denkbar ist auch die Installation eines Boosters (einem kleinen dezentralen Kompressor mit kleine-

rem Netz) vor solchen Anwendungen, um an dieser Stelle das Druckband anzuheben.

An den Wartungseinheiten der Maschinen kann ebenfalls durch schrittweises Absenken der wirklich notwendige Druckluftbedarf der jeweiligen Maschine ermittelt und eingestellt werden. Dabei sollte in den Bereichen Mixer und Füller die Funktionsfähigkeit während der Reinigungsprozesse mit betrachtet werden. Hier bzw. zu diesen Zeiten ist ggf. ein höherer Druck erforderlich.

Praxisbeispiel: Reduzierung von Druckniveau und Leckagen im Druckluftsystem

Ausgangssituation:

Mitarbeiter haben auf Undichtigkeiten im Druckluftnetz hingewiesen. Eine Überprüfung der Dichtheit des Druckluftnetzes sollte regelmäßig erfolgen.

Maßnahme:

Eine Leckageüberprüfung hat gezeigt, dass 27 Leckagestellen mit einer Leckagemenge von insgesamt etwa 42 l/min vorgelegen haben. Der Aufwand für die Beseitigung der Leckagen war insgesamt acht Schlosserstunden.

Einsparung:

14.250 kWh/a Strom (15 %), 3,89 t_{CO2}/a, 1,917 €/a

Investition:

1.035 €, Kapitalwert (3 Jahre, 4 %) = 4.273 €, Amortisationszeit = 0,5 Jahre

Praxisbeispiel: Einbau von 14 Spardüsen bei den Druckluftanwendungen

Ausgangssituation:

Die Druckluftanwendungen benötigen deutlich mehr Druckluft, als für ihren Zweck notwendig.

Maßnahme:

14 Spardüsen (Stückkosten 39 €) werden eingebaut. Sie sind so konzipiert, dass sie den Luftstrom gezielt und kontrolliert lenken, was zu einem effizienteren Einsatz von Druckluft führt. Dadurch wird der Luftverbrauch pro Düse um etwa 25% verringert, ohne die Leistung zu beeinträchtigen. Insgesamt kann der Druckluftbedarf so um 11,7 % reduziert werden.

Einsparung:

2.293 kWh/a Strom für Druckluft (11,7 %), 0,9 t_{CO2}/a, 452 €/a

Investition:

1.217 €, Kapitalwert (10 Jahre, 4 %) = 2.329 €, Amortisationszeit = 2,7 Jahre

Druckluftinfrastruktur verbessern

Für eine gute Druckluftinfrastruktur sollte die Rohrleitungsdimensionierung großzügig erfolgen, da dies einen zusätzlichen Speicher darstellt und für weitere Optimierungen die Grundlage bildet. In einem größer dimensionierten Rohrleitungssystem kann der Leitungsdruck reduziert werden. Des Weiteren sollten die Rohrleitungsführungen möglichst mit wenig Bögen ausgeführt werden, um Strömungswiderstände zu minimieren. In geeigneten Abschnitten sollten automatisch angesteuerte Absperrventile platziert werden, um eine Wochenendausschaltung eines Teilnetzes zu ermöglichen. Vor jeder Maschine sollte zumindest ein Absperrhahn installiert werden. Dies dient dazu, Leckageverluste zu Nicht-Produktionszeiten zu vermeiden.

Druckluftspeichertanks sind in Verbindung mit der Rohrleitungsdimensionierung zu betrachten. Grundsätzlich gilt, dass ein großer Puffer für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen hilfreich ist. Druckluftspeicher

sollten am Anfang und am Ende eines Netzes platziert werden.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Leckagen-Vermeidung und -Beseitigung. Netzbereiche sollten außerhalb der Betriebszeiten abgeriegelt werden, um Leckagen innerhalb bestimmter Produktionsbereiche zu vermeiden. Diesbezüglich ist eine Kopplung elektrischer Ventile der Druckluftversorgung einzelner Anlagen mit der jeweiligen Maschinensteuerung sinnvoll. Häufig ist dann auch eine vollständige Abschaltung der Kompressoren möglich.

Zur Vermeidung von Leckagen empfiehlt es sich, Schlauchverbindungen durch geschweißte Rohrleitungen zu ersetzen. Sofern Druckluftschläuche unvermeidbar sind, sollten diese in einer möglichst hohen Druckstufe (PN 35) ausgewählt werden. Dabei ist jedoch auch der erforderli-

che Druckluftbedarf zu beachten, da diese Schläuche eine Querschnittsverminderung mit sich bringen. Schlauchverbinder sind – soweit möglich – zu vermeiden.

Für die Identifizierung und Beseitigung von Leckagen empfiehlt es sich, zum einen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter über Schulungen zu sensibilisieren, zum anderen regelmäßige Begehungen durchzuführen, um Leckagen zu ermitteln und anschließend zu beseitigen. Die Begehungen können sowohl mit Hilfe eines Leckage-Suchgerätes mittels Ultraschalls oder während der Betriebsruhe auch ohne technische Hilfsmittel durchgeführt werden. Leckagen sind über Instandsetzungsmaßnahmen zeitnah zu beseitigen.

Für die Ermittlung von Kennzahlen empfiehlt sich der Einsatz von Druckluftmessgeräten. Diese sollten zumindest auf Anlagenebene und für eine Gesamtverbrauchsmessung installiert werden.

Praxisbeispiel: Optimierung der Leitungswege und Vermeidung von Leckagen

Ausgangssituation:

Der Druckluftkompressor steht in der Haupthalle am Eingang zur Abfüllung. Dort sind die Hauptdruckluftverbraucher. Die Leitung wird aber zunächst zur Stirnseite der Halle geführt und dann an der Außenmauer entlang zu den Verbrauchern. Der hohe Leitungsdruck von 9,3 bar ist ein Indiz für eine schlechte Leitungsführung und/oder einen hohen Leckagen-Anteil.

Maßnahme:

Optimierung der Leitungswege zu den Hauptverbrauchern: So kurz wie möglich. Gleichzeitig sollten nicht genutzte Bereiche abgeriegelt und alle Leckagen beseitigt werden. Es ist davon auszugehen, dass durch die Maßnahme mindestens 30 % des Strombedarfs für die Druckluft eingespart werden kann.

Die Investitionen/Kosten sind wenige Meter Rohr (300 €) und wenige Stunden Arbeit. Die Identifizierung und Beseitigung der Leckagen ist auch in wenigen Stunden durchgeführt. Annahme für Kosten: Acht Stunden Arbeit für eine Mitarbeiterin bzw. einen Mitarbeiter. Bewertung ohne Förderung.

Einsparung:

2.191 kWh/a Strom (30 %), 0,83 t_{CO2}/a, 516 €/a

Investition:

946 €, Kapitalwert (10 Jahre, 4 %) = 3.268 €, Amortisationszeit = 1,8 Jahre

Druckluftherzeugung optimieren

Der Austausch von Kompressoren gegen effizientere Modelle ist regelmäßig zu prüfen. Die neuen Kompressoren haben in der Regel IE4-Motor mit Frequenzumrichter (siehe unten), sind getriebelos (siehe unten) und haben eine moderne Steuerung. Hierbei sind Einsparpotentiale von 20 % in der Praxis realisierbar. Dabei ist es wichtig, sich von verschiedenen Herstellern den Stromverbrauch in den verschiedenen Leistungsstufen geben zu lassen und in die Entscheidung mit einzubringen.

Unterhalb einer Kompressorauslastung von 85 % des Fördervolumenstroms ist eine Drehzahlregelung die energetisch und wirtschaftlich günstigere Variante. Mit modernen drehzahlgeregelten Kompressoren können Energieeinsparungen von bis zu 35 % gegenüber herkömmlich taktenden Kompressoren erreicht werden.

Praxisbeispiel: Erneuerung der Druckluftkompressoren

Ausgangssituation:

Kompressoren, 10 Jahre alt

Maßnahme:

Austausch gegen aktuelle, mit Energiespartrocknern

Einsparung:

110.000 kWh/a Strom (32 %), 47,85 t_{CO2}/a
(bei 0,435 t_{CO2}/MWh), 23.000 €/a

Investition:

180.000 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 75.700 €, Amortisationszeit = 7,8 Jahre

Durch Einbindung der Druckluftkompressoren in eine übergeordnete Steuerung lässt sich die kumulierte Förderleistung einzeln angesteuerter Aggregate optimal an den jeweiligen Druckluftbedarf anpassen. Hier hat sich der Betrieb von Kompressoren unterschiedlicher Leistungsstufen als vorteilhaft erwiesen. Die Leistungsstufen sollten dabei so gewählt werden, dass eine gleichmäßige Abdeckung des Bedarfsprofils durch Kombination der jeweiligen Fördermengen ermöglicht wird. Zur Bewertung der Druckluftherzeugung können Energiebezugskennzahlen gebildet werden. Diesbezüglich bietet sich das spezifische Verhältnis zwischen Strombezug und erzeugter Druckluftmenge an.

Kennzahl: Ein guter bzw. sehr guter Wert liegt bei 6 bar zwischen 0,110 – 0,115 kWh/Nm³.

Praxisbeispiel: Neue Steuerung für die Druckluftkompressoren

Ausgangssituation:

Drei Schraubenkompressoren mit gleicher Leistung (11 kW) versorgen den Betrieb. Drucktaupunkt ist -70 °C. Der Aufstellort ist weit von den Hauptverbrauchern entfernt, die Leitungsführung ist nicht optimiert.

Maßnahme:

Neuen Trockner und Drucktaupunkt außentemperaturabhängig steuern – Leitungsnetz optimieren.

Einsparung:

9.266 kWh/a Strom (15 %), 4 t_{CO2}/a, 1.825 €/a

Investition:

7.362 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 7.942 €, Amortisationszeit = 4,1 Jahre

In diesem Zuge kann der Austausch des Drucklufttrockners als Kältetrockner gegen eine frequenzgeregelter Maschine ebenfalls sinnvoll sein. Die frequenzgeregelten Maschinen regeln den Kältebedarf nach dem erforderlichen Durchsatz. Grundsätzlich sind Absorptionstrockner so weit wie möglich zu vermeiden.

Bei der Aufstellung von Druckluftkompressoren sollte stets die Temperatur der angesaugten Luft im Betrieb berücksichtigt werden. Je kühler die Ansaugluft des Kompressors, desto höher ist die Luftdichte und entsprechend geringer ist der Energiebedarf bei der Druckluftherzeugung. So ergibt sich durch Absenkung der Ansaugtemperatur um 10 K ein Einsparpotenzial beim Strombezug der Druckluftherzeugung von rund 4 %.

Ein großer Teil der zur Verfügung stehenden Abwärme kann im Rahmen einer Wärmerückgewinnung genutzt werden. Bei luftgekühlten Druckluftkompressoren kann die warme Abluft der Kompressoren während der Heizperiode direkt in nahegelegene Produktionsbereiche eingeblasen werden und zur Raumwärmebereitstellung genutzt werden. Kompressoren mit integriertem Öl/Wasser-Wärmeübertrager eignen sich aufgrund des hohen Temperaturniveaus der ausgekoppelten Wärme (ca. 70 °C) für weitere Anwendungsmöglichkeiten wie z. B. die Warmwasserbereitstellung oder Rücklaufanhebung am zentralen Heizungssystem bzw. zur Vorwärmung des Kesselzusatzwassers oder betrieblichen Prozesswassers.

Praxisbeispiel: Nutzung der Abwärme der Druckluftkompressoren zur Beheizung des Lagers

Ausgangssituation:

Die Abwärme der Druckluftkompressoren kann zur Beheizung des Lagers genutzt werden. Gleichzeitig würde so ein Aufwärmen der Ansaugluft vermieden und damit der Kompressor-Wirkungsgrad verbessert werden.

Maßnahme:

Durch die Verlängerung des Abluftkanals (4 m) und Durchbruch zur Halle können etwa 50 % der nutzbaren Kompressorenabwärme (= 70 % des Strombedarfs) genutzt werden. Die Abkühlung der Ansaugluft führt zu mindestens 3 % Stromeinsparung bei der Druckluftherzeugung.

Einsparung:

9.333 kWh/a Erdgas, 720 kWh/a Erdgas, 1,947 t_{CO2}/a, 1.149 €/a

Investition:

3.597 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 8.630 €, Amortisationszeit = 3,3 Jahre

Bei der Neuanschaffung von Kompressoren sollten aus diesem Grund wassergekühlte Anlagen vorgezogen werden. Durch die Wärmerückgewinnung aus warmer Druckluft vor der Druckluftaufbereitung kann – neben der direkten Einsparung von Prozesswärme – eine deutliche Entlastung des Drucklufttrockners erreicht werden.

Eine weitere Möglichkeit der Energieeinsparung ist die Nutzung von ölfreien Druckluftkompressoren. Das hat den Vorteil, dass auf die Aktivkohle-Filter verzichtet werden kann. Allein durch die Vermeidung der Aktivkohle-Filter kann das Druckniveau der Druckluftherzeugung um > 0,5 bar reduziert werden und somit 3 – 4 % der Energie-

kosten eingespart werden. In der Anschaffung sind diese Kompressoren aber teurer.

In Zeiträumen der Betriebsruhe (Wochenende etc.) kann es auch sinnvoll sein, einen kleineren Kompressor mit geringer Leistung zu betreiben, um die erforderliche Grundlast der Druckluft mit geringem Energieverbrauch zu erzeugen.

Kälteerzeugung, Kühlung und Klimatisierung

Bei vielen Spirituosenherstellern werden auch Energiemengen zur Kühlung benötigt. Häufig anzutreffende Anwendungsfälle sind:

- Gebäudeklimatisierung
- Kältetrockner Druckluftanlage
- Kühlung im Brennprozess
(überwiegend aber über Wärmeübertrager).

Kältebedarf reduzieren

Das größte Einsparpotenzial bei Kälteanlagen liegt in der optimalen Auslegung von Verdampfungs- und Kondensationstemperatur. Je kleiner die Temperaturdifferenz zwischen Verdampfung und Kondensation ist, desto geringer ist die Druckdifferenz, die vom Verdichter überwunden werden muss, und somit der Energieaufwand für den Betrieb der Kälteanlage. Höhere Kühltemperaturen (z. B. 20 °C statt 16 °C) ermöglichen höhere Verdampfungstemperaturen. Und niedrigere Außentemperaturen (z. B. Nord- statt Südseite) ermöglichen niedrigere Kondensationstemperaturen. Eine um 1 °C höhere Verdampfungstemperatur erfordert etwa 1 – 2 % weniger Energieaufwand am Verdichter. Analog zur Verdampferauslegung bewirkt die Absenkung der Kondensationstemperatur um 1 °C eine Reduzierung des Verdichterenergiebedarfs um etwa 3 – 4 %.

Die Abkühlung und Kondensation des Kältemittels erfolgt in der Regel über Verdunstungsrückkühler. In diesen „Kleinkühltürmen“ zirkuliert Wasser, das zur Verminderung der Härte häufig speziell aufbereitet sein muss. Dieses Kühlwasser nimmt die Kondensationswärme des Kältemittels auf und verdunstet teilweise. Die Rückkühler sollten bezüglich der Aufstellung an einem möglichst kühlen Ort platziert werden. Die Übertragerfläche sollte aus Effizienzgründen möglichst groß ausgelegt werden.

Bei Einsatz von Kühltürmen anstelle von geschlossenen Rückkühlern kann die benötigte Kondensationstemperatur aufgrund der Nutzung der Verdunstungsenergie des Wassers erhöht werden. Bei der Investitionsentscheidung hinsichtlich der Wahl der Rückkühlung (offen/geschlossen) sind der Investitionsbedarf, die Kosten für die Wasseraufbereitung bei Kühltürmen und die mikrobiologischen Risiken durch Legionellenwachstum zu berücksichtigen.

Kühlwasserpumpen bzw. Drosselventile an den Produktionsanlagen werden häufig manuell angesteuert. Im Rahmen einer automatisierten, bedarfsgerechten Regelung der Kühlwasserpumpen über Frequenzumrichter kann der Stromeinsatz für Kühlanwendungen reduziert werden. Dafür sollte die Kühlwassermenge am Verbraucher temperaturabhängig und das Fördervolumen zentraler Kühlwasserpumpen druckabhängig geregelt werden. In diesem Zusammenhang sollten die für die Produktion erforderlichen Mindestparameter definiert und als Führungsgröße der Regelung verwendet werden.

Bei der Wahl eines geeigneten Standortes zur Aufstellung von Rückkühlern bzw. Kühltürmen kann der Wärmeeintrag durch gezielte Ausrichtung der Anlagen verringert werden. So sollten diese nicht nach Süden ausgerichtet angebracht werden. Ventilatoren in Rückkühlwerken sollten temperaturabhängig geregelt werden.



Kälteinfrastruktur verbessern

Wie bei dem Thema Druckluft hat auch die Kaltwasserinfrastruktur Einfluss auf den Energiebedarf des Gesamtsystems. Leckagen sind hier kein Thema, da diese sofort auffallen würden.

Für eine gute Kaltwasserinfrastruktur sollte die Rohrleitungsdimensionierung großzügig erfolgen. Des Weiteren sollten die Rohrleitungsführungen möglichst mit wenig Bögen ausgeführt werden, um Strömungswiderstände zu minimieren. Da der elektrische Strombedarf kubisch vom Leitungsdruck abhängt, ist der Energiebedarf in einem optimierten Netz deutlich geringer.

Kaltwasserpuffertanks sind wichtig, um eine zu häufige Taktung der Kompressoren zu vermeiden. Grundsätzlich

gilt, dass ein großer Puffer für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen hilfreich ist.

Für Kaltwasserleitungen gilt ähnliches wie für warme Versorgungsleitungen: Die Leitungen sollten mit einer ausreichenden Wärmedämmung ausgestattet sein. Durch Minimierung des Wärmeeintrags in die Infrastruktur kann die Kaltwassertemperatur angehoben werden und somit die Verdampfungstemperatur erhöht werden (siehe oben) bzw. die Nutzungszeit der Freikühlung verlängert werden (siehe unten).

Kälteerzeugung optimieren

Bevorzugt werden oft aufgrund der niedrigen Investitionen und der guten thermodynamischen Eigenschaften (sehr hohe Verdampfungsenthalpie innerhalb des zur Prozesskälteerzeugung relevanten Temperaturbereichs) Kompressionskälteanlagen. Meistens werden diese aufgrund von gesetzlichen Anforderungen (FCKW-Verbot) mit Ammoniak (NH₃) oder natürlichen Gasen als Kältemittel betrieben. Neben den kältetechnischen Vorteilen besitzt Ammoniak keinerlei Ozonzersetzungs- oder Treibhauspotenzial. Ammoniak ist jedoch als Gefahrstoff einzustufen (siehe auch F-Gase-Verordnung).

Deutlich höhere Kondensationstemperaturen als geplant deuten entweder auf unzureichende Wärmeabgabeflächen im Verdunstungsrückkühler oder auf starke Verunreinigungen durch Kalkablagerungen bzw. Algenbewuchs hin, die den Wärmeübergang deutlich verschlechtern können. Eine regelmäßige Überprüfung und Wartung bzw. Reinigung von Kältemittelverflüssigungssystemen ist zu empfehlen. Die tatsächlich vorliegende Kondensationstemperatur kann an der Druckanzeige an den Verdichtern, die in der Regel eine Doppelskala für Druck und Temperatur besitzen, kontrolliert werden.

Sind in einem Betrieb viele kleine Anlagen vorhanden, sollte über eine Zentralisierung der Kaltwasserversorgung nachgedacht werden. Große Anlagen haben in der Regel einen besseren Nutzungsgrad als kleine Anlagen. Außerdem sind die spezifischen Investitionssummen bei großen Anlagen niedriger. Ein weiterer Vorteil der Zentralisierung ist die einfachere Herstellung von Redundanzen.

In Deutschland kann die Kühlung die meiste Zeit des Jahres über Freikühlung erfolgen, d. h. die Kompressionskälteanlage wird umgangen und die Rückkühler direkt angesteuert. Dies ist bei Außentemperaturen unter 15 °C möglich, wenn die Solltemperatur über 20 °C liegt. Bei niedrigeren Solltemperaturen verringert sich die Nutzungszeit der Freikühlung.

Eine weitere gute Alternative zu Kaltwasser aus Kälteanlagen ist die Nutzung von Brunnenwasser. In vielen Fällen reicht die Temperatur aus, um Hallen zu kühlen.

Raumluftechnik

In vielen Betrieben sind Lüftungsanlagen überdimensioniert, nicht erforderlich und/oder werden unabhängig vom jeweiligen Frischluftbedarf betrieben. In Bereichen, in denen ein variabler Volumenstrom aus produktionstechnischen Gründen erforderlich ist, werden häufig Drall-, Drossel- und Bypass-Regelungen eingesetzt. Die Umstellung auf eine bedarfsgerechte Regelung über Frequenzumrichter ist hier sehr oft sinnvoll. Hierdurch ergeben sich neben dem verringerten Strombezug der Ventilatoren auch Vorteile bzgl. der Luftqualität in den entsprechenden Bereichen. Zur bedarfsgerechten Regelung des Volumenstromes kann als Führungsgröße z. B. die Feuchte bzw. Schadstoff-/CO₂-Beladung der Abluft gewählt und vorgegeben werden. Zum Teil ist auch eine Kopplung mit der Maschinensteuerung bestimmter Produktionsanlagen sinnvoll. Möglichkeiten zur Einbindung der Lüftersteuerung in eine zentrale Gebäudeleittechnik sollten untersucht werden. Während Stromlastspitzen können Lüftungsanlagen im Rahmen eines Stromspitzenlastmanagements (siehe oben „Lastmanagement“) kurzzeitig heruntergeregt oder abgeschaltet werden.

Praxisbeispiel: Verbesserte Betriebsweise der Lüftungsanlage

Ausgangssituation:

Eine große Anlage versorgt die ganze Halle, obwohl nur ein Drittel der Halle gezielt belüftet werden müsste.

Maßnahme:

Der Verbesserungsvorschlag ist eine Sektionierung. Sektionierung bedeutet, dass nur ein Drittel der Halle wie bisher belüftet wird und die anderen beiden Drittel mit reduzierter Luftmenge versorgt werden, so dass etwa 50 % der Nennleistung bei neuen Motoren der Ventilatoren eingespart werden können. Gleichzeitig wird mit dieser Maßnahme der Wärmebedarf um etwa 30 % reduziert.

Einsparung:

16.482 kWh/a Strom für Lüftung (50 %), 104.000 kWh/a Wärme für Hallenlüftung (30 %), 25,4 t_{CO2}/a, 13.510 €/a

Investition:

55.368 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 53.111 €
Amortisationszeit = 3,9 Jahre

Vorgaben für die erforderliche Luftwechselrate sind in der Arbeitsstättenrichtlinie zusammengefasst. Hauptkriterien für die Raumlufqualität bzw. den jeweiligen Luft-

wechselbedarf sind Luftschadstoffe, Feuchtigkeit, Geruch, Wärme und Personenzahl.

Die Verteilung der zugeführten Frischluft erfolgt in der Regel über Zuluftkanäle und verschiedene Luftauslässe. Die Zu- und Abluft sollte gezielt und, wenn möglich, über Wärmerückgewinnung betrieben werden. Bei der Auslegung von Lüftungskanälen sollten Strömungswiderstände durch die Wahl großzügiger Kanaldurchmesser, möglichst weniger Umlenkstellen und kurzer Leitungslängen vermieden werden. Luftauslässe sollten an den jeweiligen Anwendungsfall angepasst sein. Hierbei sind insbesondere Zuglufterscheinungen sowie die Luftdurchmischung zu berücksichtigen.

Elektrische Antriebe

Bei elektrischen Antrieben liegt der Energiekostenanteil an den Lebenszykluskosten über 95 %. Daher ist – insbesondere beim Austausch defekter Antriebe – der Einsatz energieeffizienter Motoren (Effizienzklasse IE3 oder höher, Erläuterung siehe unten) und die Optimierung der Antriebsregelung zu empfehlen. Betrachtungen zur Anlagenoptimierung sollten immer den gesamten Antriebsstrang umfassen und dabei stets auf die anzutreibende Maschine ausgerichtet sein. Idealerweise erfolgt demnach zunächst die Optimierung der Maschine/Anwendung und dann die Optimierung der Antriebskomponenten inklusive Regelung. Die effektivste Maßnahme ist das mit den vor- und nachgelagerten Prozessschritten abgestimmte Zu- und Abschalten von Motoren (z. B. bei der Fördertechnik), d. h. bei Stillstand eines Teilbereiches durch Störung sollten über die Anlagensteuerung sowohl die zu diesem Zeitpunkt nicht benötigten Maschinen und Fördereinrichtungen sowie die Nebenaggregate (wie z. B. Gebläse oder Druckluftanwendung) automatisiert weggeschaltet werden.

Praxisbeispiel: Optimierung der Rührzeiten

Ausgangssituation:

Die Rührzeit von Spirituosenansätzen beträgt 20 Minuten.

Maßnahme:

Reduzierung der Rührzeit um 5 Minuten auf 15 Minuten. 100 Ansätze mit 0,75 kW, 400 Ansätze mit 1,1 kW.

Einsparung:

42 kWh/a Strom (25 %), 0,02 t_{CO2}/a, 9 €/a

Investition:

0 €, Amortisationszeit = sofort

Im Jahr 2011 wurde die EFF-Klassifizierung elektrischer Antriebe durch die neue IE-Norm ersetzt. IE1 sind wenig energieeffiziente Motoren, IE2 sind besser, IE3 sind noch energieeffizienter usw. Die IE-Klassifizierung wurde in die Eco-Design-Richtlinie übernommen, d. h. die Inverkehrbringung (und damit der Einbau) wenig effizienter Motoren etc. ist verboten. Teilweise wird schon **IE4-Standard** verlangt.

Im Betrieb ist darauf zu achten, dass Baugröße und Gewicht der effizienteren Motoren größer sind. Der Einsatz von anderem/mehr Material hat z. T. eine Änderung der Motorabmessungen zur Folge: In der Regel sind IE3-Motoren etwas länger als IE1-Aggregate. Der veränderte Platzbedarf muss bei der Planung eines entsprechenden Motorenaustausches berücksichtigt werden. Unter Energieeinsparaspekten sollte bei Austausch eines Motors oder bei einer Neuinvestition immer der Einsatz der Motorenklasse mit der höchsten Effizienzstufe betrachtet werden.

Die Dimensionierung und die damit verbundene Auslastung eines Elektromotors haben erheblichen Einfluss auf die Energieeffizienz der jeweiligen Anlage. Zu groß dimensionierte Motoren arbeiten in einem Bereich mit schlechtem Wirkungsgrad und niedrigem Leistungsfaktor. Daher ist bei der Anschaffung von Motoren stets auf eine Dimensionierung zu achten, die auf die tatsächlichen Bedürfnisse abgestimmt ist. Wenn absehbar ist, dass die Leistungsanforderungen auf Dauer geringer sind, sollten überdimensionierte Antriebe gegen Modelle einer kleineren Leistungsklasse ausgetauscht werden.

Praxisbeispiel: Ersatz von zwei alten Motoren in der Lüftungsanlage mit zwei kleiner dimensionierten, energieeffizienten Motoren

Ausgangssituation:

Die beiden Antriebe der Lüftungsanlage (Zuluft und Abluft) in der Produktionshalle sind überdimensioniert und veraltet. $P_{N,Mot,alt} = 55 \text{ kW}$, IE2, Betriebszeit 2.300 h/a.

Maßnahme:

Reduzierung der Luftwechselzahl, so dass IE3-Motoren mit einer Wellenleistung von jeweils $P_{N,Mot,neu} = 37 \text{ kW}$ ausreichen.

Einsparung:

89.815 kWh/a Strom (33 %), 31,435 t_{CO2}/a, 18.232 €/a

Investition:

13.800 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 186.131 €, Amortisationszeit = 0,8 Jahre

Anlagen mit periodischer Motorlast können über intelligente Steuerungen betrieben werden. Diese erkennen die zyklische Leistungsaufnahme des Antriebs und reduzieren den Strombezug im Teillastbereich.

Die Kraftübertragung wird in der Regel genutzt, um eine Kraftumlenkung vorzunehmen (Richtungswechsel), eine Kraftübersetzung bzw. Geschwindigkeitsänderung zu erreichen (Getriebe, Riemen, Ketten usw.), Maschinenteile voneinander zu entkoppeln und Vibrationen am Antrieb zu verringern – oder auch als Sicherheitselement (z. B. bei Mühlen).

Zum Zwecke der Kraftübertragung werden hauptsächlich Riementriebe und Getriebe verwendet. Generell gilt: Kraftumlenkung führt zu Energieverlusten und sollte möglichst vermieden werden. Nach Möglichkeit sollten Ketten oder Zahnriemen verwendet werden. Zur Vermeidung/Minimierung dieser Übertragungsverluste können z. B. Riemenantriebe ohne Kraftübersetzung gegen Direktantriebe mit flexiblen Kupplungen ersetzt werden (i. d. R. Kompressoren, Lüfter). Zur Bewertung der Umsetzbarkeit einer solchen Maßnahme ist immer eine Einzelfallprüfung erforderlich. Eine gute Wartung ist für eine effiziente Kraftübertragung in jedem Fall unabdingbar.

Ältere Getriebe (> 15 Jahre) weisen in der Regel niedrigere Wirkungsgrade als moderne Getriebe auf. Der Getriebeaustausch allein aus Gründen der Effizienzsteigerung/Energieoptimierung ist für kleinere Anwendungen im Allgemeinen zu kostenintensiv und sollte für Motoren über 30 kW in Betracht gezogen werden. Bei der Auswahl des Getriebes sind z. B. Kegelstirnradgetriebe einfachen Schneckengetrieben vorzuziehen.

Die gängigsten Arten der Antriebsregelung sind Sanftstarter („Rampe“ zum Anfahren/Bremsen des Motors), Polumschaltung (feste Drehzahlstufen 3000, 1500 etc., geringerer Wirkungsgrad) und Frequenzumrichter (variable Drehzahlen möglich). Anlagen mit variabler Drehzahl sollten bedarfsabhängig über einen Frequenzumrichter geregelt werden. Neben der erhöhten Effizienz ergeben sich teilweise produktionstechnische Vorteile durch die verbesserte Regelgenauigkeit der jeweiligen Anlage. Typische Anwendungsfälle bei einem Spirituosenhersteller sind Förderanlagen (z. B. Aufzüge, Hebeeinrichtungen, Förderbänder) oder Strömungsmaschinen (z. B. Pumpen, Gebläse).

Pumpen

Bedingt durch Reinigungs- bzw. Förderprozesse, aber auch in den Bereichen der Heizwärmeverteilung und Brunnenwasserförderung sind in den Betrieben Pumpen zu finden. Diese sind häufig aus historischen Gründen überdimensioniert bzw. arbeiten in einem ungünstigen Betriebs-

punkt. Insbesondere beim Austausch defekter Pumpen wird diesbezüglich großes Potenzial gesehen. Auch durch Optimierung des Rohrleitungssystems sind Energieeinsparungen möglich.

Einsparpotenziale bei Pumpen werden nach Erfahrung von Unternehmen hauptsächlich im Einsatz effizienter Antriebsmotoren gesehen. Allerdings ist die Pumpengeometrie bzw. das Regelverhalten ebenso entscheidend für eine energieeffiziente Betriebsweise. Diesbezüglich sollte bei defektem Pumpenantrieb ein kompletter Austausch der alten Pumpe gegen eine neue Energieeffizienzpumpe geprüft werden.

Umstellungen in der Produktion und entsprechende Veränderungen der Betriebsbedingungen bzw. der Anlagenkennlinie sollten beim Austausch defekter Pumpen berücksichtigt werden. Daher ist immer eine Auslegung auf Basis der erforderlichen Druckerhöhung, des Volumenstroms und Regelverhaltens der Pumpe notwendig.

Praxisbeispiel: Drehzahl geregelter Antrieb für Warmwasser-Pumpen

Ausgangssituation:

Die Pumpe in den Wärmwasserkreisläufen und zu den Heizregistern der Lüftungsanlagen laufen kontinuierlich.

Maßnahme:

Durch den Austausch der Pumpe mit einer drehzahl-geregelten Pumpe kann dies vermieden werden. Die Schaltzeiten der Pumpe werden so geregelt, dass die Pumpe nur laufen, wenn die Lüftungen eingeschaltet sind bzw. wenn Warmwasser benötigt wird. Darüber hinaus sorgt die Drehzahlregelung dafür, dass der Volumenstrom der Pumpen dem Wärmebedarf angepasst werden kann.

Einsparung:

34.694 kWh/a Erdgas (5 %), 910 kWh/a Strom (50 %),
6,59 t_{CO2}/a, 4.137 €/a

Investition:

4.048 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 57.500 €,
Amortisationszeit = 1,1 Jahre

Neben der Energiekostenoptimierung ermöglicht die Drehzahlregelung über Frequenzumrichter eine genaue Einstellung von Prozessparametern. Wirkungsgrade heutiger Frequenzumrichter liegen zum Teil über 98 %. Sinnvoll ist der Einsatz eines Frequenzumrichters bei einer Auslastung des Antriebsmotors zwischen 40 und 80 %, dabei muss allerdings immer die Anlagenkenn-

linie je nach Anwendungsfall berücksichtigt werden. Pumpen, die nicht direkt mit der Produktion gekoppelt sind, sollten, wenn möglich, in das Spitzenlastmanagement eingebunden werden, um ungewollte Lastspitzen zu vermeiden. Zusätzlich kann der Pumpenbetrieb durch ausreichend dimensionierte Vorratsbehälter verlangsamt werden.

Insbesondere in historisch gewachsenen Unternehmen besteht ein hohes Einsparpotenzial im Bereich des Rohrleitungssystems. Durch geringe Leitungsquerschnitte, große Leitungslängen, verwinkelte Rohrleitungen mit einer Vielzahl von Formstücken, aber auch durch Ablagerungen oder Korrosion an den Rohrwandungen werden hydraulische Widerstände und einhergehende Strömungsverluste begünstigt. Diesbezüglich sollten betreffende Leitungsbereiche begradigt und raue durch hydraulisch glatte Leitungen ersetzt werden. Warme Versorgungsleitungen (z. B. von Heißwasser oder Thermoöl) sollten mit einer ausreichenden Wärmedämmung ausgestattet sein.

Beleuchtung

Die eingesetzten Beleuchtungssysteme sind häufig aus energiewirtschaftlicher Sicht verbesserungswürdig. Insbesondere bei der Neuplanung und Modernisierung von Produktions- und Lagerbereichen bzw. Verwaltungsgebäuden können Energieeinsparpotenziale von bis zu 80 % erreicht werden. Neben der erhöhten Lichtausbeute und einhergehender Energiekosteneinsparung kann die Lichtqualität der Beleuchtung durch die Implementierung gezielter Maßnahmen erhöht werden.

Gesetzliche Mindestanforderungen an die Lichtqualität richten sich nach der jeweiligen Sehaufgabe und sind in der Norm DIN EN 12464-1 festgehalten. In vielen Fällen ist die Beleuchtung überdimensioniert, sodass eine Absen-

kung der Beleuchtungsstärke möglich ist. Hauptkriterien zur Bewertung der Lichtqualität von Beleuchtungssystemen sind neben der Beleuchtungsstärke die Blendungsbegrenzung, Lichtfarbe und Farbwiedergabe, Reflexion und die zeitliche Gleichmäßigkeit (Flimmerfreiheit).

In wenigen Betrieben werden noch T8-Leuchtstofflampen mit konventionellen Vorschaltgeräten (KVG) eingesetzt. Durch die Umstellung der Beleuchtung auf LED-Lampen ergibt sich je nach Lampenleistung eine Energieeinsparung von bis zu 80 %. Zusätzlich ergeben sich eine Verlängerung der Lampenlebensdauer und demzufolge auch eine entsprechende Reduzierung der Auswechselkosten. Ein reiner Lampenwechsel (= Leuchtmittelwechsel) sollte immer mit dem jeweiligen Anlagenhersteller abgestimmt werden. In der Regel ist es empfehlenswert, die Leuchten und nicht nur die Lampen zu wechseln.

Praxisbeispiel: Umbau der Hallenbeleuchtung auf LED

Ausgangssituation:

In Halle 2 sind 20 HQL-Leuchten installiert, die demnächst ausgetauscht werden müssen. Eine HQL-Leuchte hat eine elektrische Anschlussleistung von 460 W. Einschaltdauer ist 260 d/a und 10 h/d. 80 % Vollast.

Maßnahme:

Austausch der HQL-Leuchten gegen eine LED-Beleuchtungsanlage mit Sensortechnik als Ersatzbeschaffung. Die Positionierung der Leuchten wird nicht geändert, aber es sind nur insgesamt 10 LED-Leuchten notwendig (gleiche Beleuchtungsstärke wie vorher). Durch die Sensortechnik kann der Vollastanteil auf 60 % reduziert werden.

Einsparung:

12.256 kWh/a Strom (64 %), 4,29 t_{CO2}/a,
(bei 0,350 t_{CO2}/MWh), 2.488 €/a

Investition:

9.100 € (Mehrkosten), Kapitalwert (10 Jahre, 4 %) =
11.177 €, Amortisationszeit = 3,6 Jahre

Praxisbeispiel: Umbau der Hallenbeleuchtung auf LED

Ausgangssituation:

Leuchtstoffröhren, teuer im Unterhalt,
da ausgestattet mit Splitterschutz

Maßnahme:

Austausch gegen LED

Einsparung:

35.800 kWh/a Strom, 15,573 t_{CO2}/a,
(bei 0,435 t_{CO2}/MWh), 7.500 €/a

Investition:

31.000 €, Kapitalwert (15 Jahre, 4 %) = 52.400 €,
Amortisationszeit = 4,1 Jahre

Leuchten in Produktions- und Lagerbereichen sind häufig nicht mit Reflektoren ausgestattet oder verfügen lediglich über weiße Reflektorbleche mit geringem Reflexionsgrad. Hier ist auch eine nachträgliche Installation von effizienten Spiegelreflektoren sinnvoll. Diese sollten hinsichtlich ihrer geometrischen Gestalt (Wölbung) an die jeweilige Raumhöhe angepasst werden, um eine frühzeitige Lichtstrahlaufweitung zu vermeiden. Insbesondere in Arbeitsbereichen, in denen Reflektoren stark

verschmutzen würden, besteht die Möglichkeit, spezielle Leuchtstofflampen mit integrierter Reflektorschicht einzusetzen.

Durch die gezielte Wahl heller Wand- und Deckenfarben kann der Raumwirkungsgrad erhöht werden. Verschattungen der Leuchten durch Kabelkanäle, Rohrleitungen, Anlagenkomponenten oder Hochregale sollten vermieden werden.

Sowohl die Anordnung der Leuchten als auch die Einteilung der Beleuchtungsschaltgruppen sollte an die jeweiligen Arbeitsbereiche, Sehaufgaben bzw. Tageslichteinfall angepasst werden. Daher ist vor der Neuinstallation einer Beleuchtungsanlage eine professionelle Auslegung mit Hilfe einer entsprechenden Planungssoftware sinnvoll. Bei der Platzierung der Lichtschalter ist auf eine ausreichende Kennzeichnung und gute Zugänglichkeit zu achten. Zur Minimierung des Wärmeeintrags und der Blendung auf Bildschirmen in Produktionshallen im Sommer

sind insbesondere weiß gestrichene Fensterflächen an Scheddächern weit verbreitet. Aufgrund des verringerten Tageslichteinfalls erhöht sich der Strombezug für die Beleuchtung. Diesbezüglich liegen in einem Unternehmen bereits positive Erfahrungen zum Einsatz aufklebbarer Wärmeschutzfolien vor. Diese reduzieren den Wärmeeintrag und die Blendung in die Halle, lassen allerdings diffuses Licht zur Raumausleuchtung durch.

In Räumen mit hohem Tageslichteinfall ist eine tageslichtabhängige Steuerung der Beleuchtung sinnvoll. Weiterhin bewährt hat sich die Kopplung der Beleuchtung an die Maschinenstromversorgung. Zudem kann die Beleuchtung im Rahmen einer Zeitsteuerung an die Betriebszeiten einzelner Arbeitsbereiche angepasst werden. In diesem Zusammenhang sollten Einbindungsmöglichkeiten in eine zentrale Gebäudeleittechnik untersucht werden. Insbesondere in Fluren, Sozialräumen und Lagerbereichen sollten Präsenzmeldern zur Anwesenheitssteuerung eingesetzt werden.





Tipps zu Fördermaßnahmen

Umfangreiche Maßnahmen zur Energieeinsparung, die mittel- und/oder langfristig zu Kosteneinsparungen führen, sind häufig mit erheblichem Kapitalaufwand verbunden. Ihre Umsetzung scheitert in der Regel nicht an ihrer schlechten Wirtschaftlichkeit, sondern vielmehr an der Kapital- und Liquiditätsbelastung. Förderprogramme sowie intelligente Finanzierungsinstrumente können helfen, diese Projekte dennoch umzusetzen.

Förderprogramme

Die Klimaneutralität im Jahr 2045 ist ein gesellschaftliches Ziel in Deutschland, das nicht alleine von der Industrie umgesetzt werden kann und muss. Deshalb werden viele Maßnahmen zur Energieeinsparung oder zur Anwendung Erneuerbarer Energien vom Bund, vom Land oder von Kommunen gefördert.

Auf eine ausführliche Erläuterung der möglichen Förderprogramme wird in diesem Leitfaden verzichtet, da sich die Förderkonditionen häufig ändern und laufende Förderprogramme beendet sowie neue Förderprogramme aufgelegt werden. Viele Förderprogramme gelten auch nur für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) oder haben für KMU bessere Konditionen. Wir verweisen auf die Internetseiten der entsprechenden Fördermittelgeber bzw. auf ein paar allgemeine Seiten. Eine weitere

Informationsquelle sind die Internetseiten der zuständigen Ministerien:

- <https://plusplusprinzip.de/vorteile-berechnen/#/vorteilsrechner>
- <https://tool.energy4climate.nrw/foerder-navi>
- https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Energieeffizienz_und_Prozesswaerme/energieeffizienz_und_prozesswaerme_node.html

Finanzierung

Jede Investitionsentscheidung ist untrennbar mit einer Finanzierungsentscheidung verbunden. Im Idealfall erfolgt diese Entscheidung auf der Basis eines auf das Unternehmen zugeschnittenen Zahlungsplans, der verschiedene Rahmenbedingungen des Unternehmens berücksichtigt, u.a. die steuerliche und rechtliche Situation, die Eigenkapitalquote und damit die Kreditwürdigkeit bzw. das Rating des Unternehmens und die bestehenden Kreditlinien.

Die oben erwähnten Förderprogramme bieten sowohl Zuschüsse als auch Finanzierungen an.

Weitere Möglichkeiten der Finanzierung sind verschiedene Formen des „Contractings“, auf die in diesem Leitfaden aber nicht näher eingegangen wird.



Fazit

In der Zusammenfassung bleibt festzuhalten:

- Für die Identifizierung und Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen sowie die Ermittlung eines CO₂-Fußabdrucks sind die sorgfältige Erfassung des energetischen IST-Zustandes bzw. die Erstellung einer Treibhausgasbilanz Ausgangspunkte.
- Die mittel- und langfristige Ausrichtung der Energieversorgung hängt stark von den politischen Vorgaben ab. Unbestritten ist, dass die zukünftige Energieversorgung ohne fossile Energieträger auskommen muss. Vier Alternativen sind denkbar: Elektrifizierung, Einsatz von Biogas oder Biomasse, Einsatz von Wasserstoff oder Einsatz von synthetischen Kohlenwasserstoffen (z. B. Methan als Erdgasersatz).
- In der Regel geht es bei der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen darum, mit einmaligen Maßnahmen den Betrieb effizient zu gestalten und den „großen Wurf“ zu erreichen. Die Erfahrung zeigt aber, dass das Thema vielmehr dauerhaft und langfristig angegangen werden muss. Die einzelnen Bereiche müssen kontinuierlich und beharrlich immer wieder analysiert und überprüft und nach dem jeweiligen Stand der Technik fortentwickelt werden. Ein Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001 hilft dabei.
- In allen Bereichen – Beleuchtung, Lüftung, Kühlung, Druckluft, Wärme etc. – gibt es kurzfristige Maßnahmen, die ohne große Investitionen umgesetzt werden können. Viele mittel- und langfristige Maßnahmen erfordern zwar Investitionen, sind aber ebenfalls oft sehr lukrativ. Die hier aufgeführten Best-Practice-Beispiele verdeutlichen das.
- Gehen Sie nicht alle Aufgaben auf einmal an. Nehmen Sie sich lieber Maßnahme für Maßnahme vor.
- Wichtig ist die Hinterfragung von Voreinstellungen der Anlagenhersteller. Diese basieren oftmals auf „historischen“ Werten und beinhalten zusätzlich einen variablen Sicherheitskorridor. Gleiches gilt für alle Parameter: Hinterfragen Sie jeden Wert!
- Fehler und Fehlschläge sollten nicht demotivieren! Letztendlich darf der Mut zur Umsetzung nicht fehlen. Oftmals fehlt es nicht an guten Ideen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Diese werden ihre Ideen aber nur dann vorbringen, wenn sie im Unternehmen dazu ermutigt werden, sich einzubringen und bei Fehlschlägen nicht mit Vorwürfen rechnen müssen (Stichwort „Rückendeckung durch Vorgesetzte“).

Glossar

ABC-Analyse

Beim Energieaudit unterstützt die ABC-Analyse bei der Prioritätensetzung für die detailliertere Analyse (Energieanalyse). Alle Anlagen werden nach installierter Leistung oder – noch besser – nach dem Energiebedarf sortiert und in drei Gruppen A, B und C aufgeteilt. Es empfiehlt sich eine separate Betrachtung der einzelnen Energieträger Strom, Erdgas, Wärme, Druckluft etc.

A ist dabei „sehr wichtig“, B ist „wichtig“ und C ist „weniger wichtig“. Die ABC-Einteilung kann willkürlich gewählt werden. Empfehlenswert ist, die größten Anlagen (Energieverbraucher), die 50 % des Energieträgerbedarfs oder der installierten Leistung ausmachen, in Gruppe A zusammenzufassen. Das sind meistens nur 10 % aller Anlagen. In Gruppe B kommen die Anlagen, die 30 oder 40 % des Energieträgerbedarfs ausmachen. Das sind meistens 50 % der Anlagen. Der Rest kommt in Klasse C. Die Anstrengungen zur Identifizierung von Energieeinsparmaßnahmen konzentrieren sich zunächst auf die Anlagen der Klasse A. Dann folgen Klasse B und Klasse C.

Biomasse-Nutzungshierarchie

Je nach Biomasse-Art sind unterschiedliche Einsatzbereiche möglich und besonders sinnvoll. Um die begrenzten biogenen Ressourcen möglichst effizient einzusetzen, kann die „Biomasse-Nutzungshierarchie“ helfen:

Literatur: NRW.Energy4Climate GmbH, Rubrik Wärme & Gebäude → Erneuerbare Wärme → Biomasse, <https://www.energy4climate.nrw/industrie-produktion/rohstoffwirtschaft/biomasse> [Letzter Zugriff am 23.01.2025]

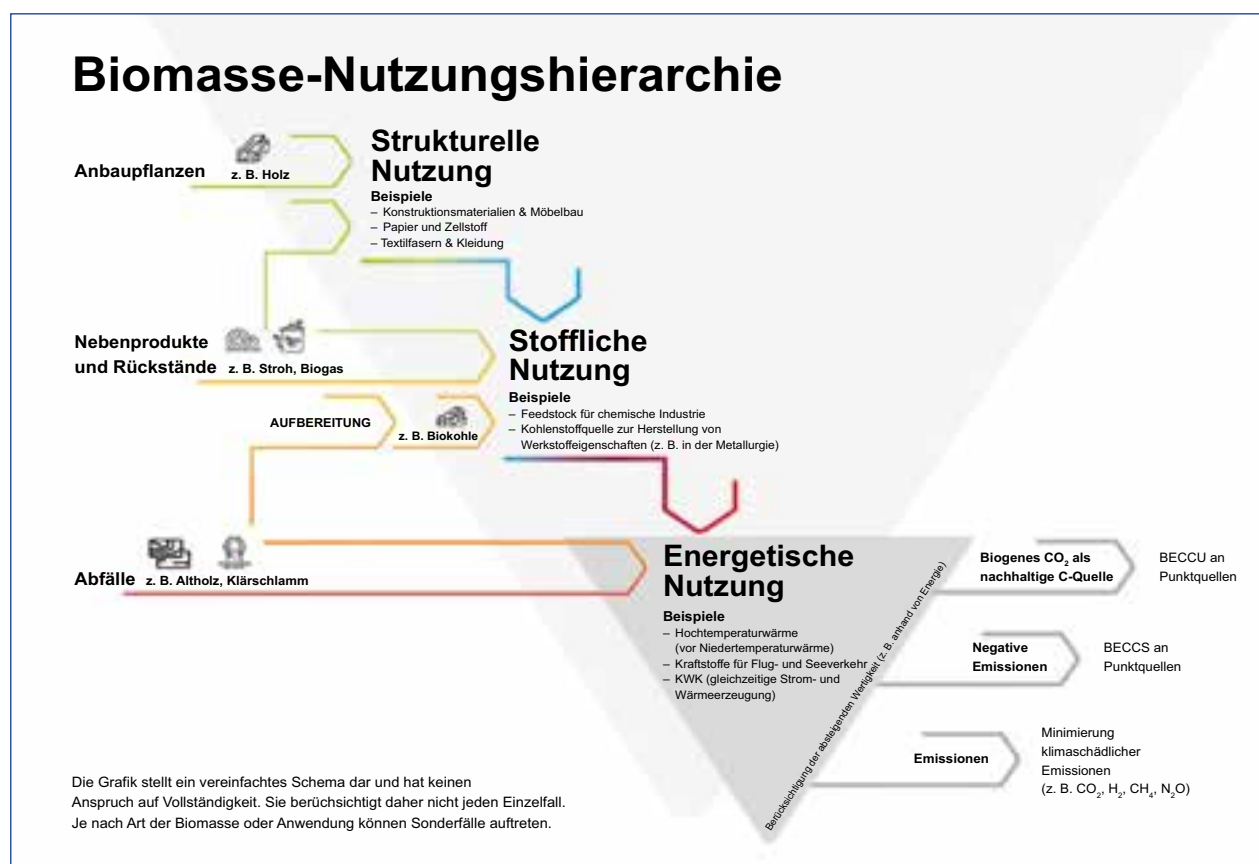


Abbildung 8: „Biomasse-Nutzungshierarchie“ von NRW.Energy4Climate GmbH.

Carbon-Footprint

Der „Carbon-Footprint“ oder CO₂-Fußabdruck ist das Ergebnis einer Berechnung der Treibhausgas-Emissionen (siehe unten). Betrachtet werden alle Mengen an Treibhausgasen, die durch Rohstoffgewinnung und Konstruktion, Verarbeitungsprozess – hier insbesondere der Energiebedarf – Verteilung (Transport), Nutzung, Entsorgung etc. entstehen.

Es wird zwischen Corporate Carbon Footprint (CCF) und Product Carbon Footprint (PCF) unterschieden. In beiden Fällen muss die Methodik (Bilanzierungsrichtlinie, z. B. ghg-protocol, DIN 14064) festgelegt, das Untersuchungsobjekt (Organisations- & Berichtsgrenzen) und die zu betrachtenden Treibhausgase definiert sowie Material- und Energieflüsse als auch Emissionsfaktor ermittelt werden. Der CCF bezieht sich auf das ganze Unternehmen, der PCF auf ein Produkt.

DIN EN ISO 14064-1

Internationale ISO-Norm zur quantitativen Bilanzierung und Bewertung der THG-Emissionen auf Unternehmensebene. Die ISO-Norm teilt die Emissionen in sechs Kategorien auf:

Kategorie 1: Umfasst bei Bilanzierung nach DIN EN ISO 14064 direkte THG-Emissionen durch den innerbetrieblichen Einsatz von Brennstoffen, aber auch durch Flächennutzung. Scope 1 (siehe unten) und Kategorie 1 können weitestgehend synonym verwendet werden.

Kategorie 2: Hierunter fallen bei Bilanzierung nach DIN EN ISO 14064 alle indirekten energiebezogenen Emissionen. Scope 2 (siehe unten) und Kategorie 2 können weitestgehend synonym verwendet werden.

Kategorie 3: Beinhaltet bei Bilanzierung nach DIN EN ISO 14064 den kompletten Transportsektor des Unternehmens.

Kategorie 4 und 5: Die indirekten Emissionen aus genutzten Waren und Produkten werden bei Bilanzierung nach DIN EN ISO 14064 diesen Kategorien zugeordnet.

Kategorie 6: Nicht anders zuzuordnenden Emissionen werden bei Bilanzierung nach DIN EN ISO 14064 der Kategorie 6 zugeteilt.

Green-House-Gas-Protocol

Internationaler Standard des Weltklimarates (= Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) zur quantitativen Bilanzierung und Bewertung der THG-Emissionen auf Unternehmensebene. Das Green-House-Gas-Protocol (GHG-Protocol) teilt die Emissionen in drei Gruppen („Scopes“) auf:

Scope 1 : Beinhaltet bei Bilanzierung nach GHG-Protocol alle direkten Emissionen, die durch den Einsatz von Brennstoffen emittiert werden. Kategorie 1 (siehe oben) und Scope 1 können weitestgehend synonym verwendet werden.

Scope 2: Umfasst bei Bilanzierung nach GHG-Protocol alle indirekten energiebezogenen Emissionen, die beispielsweise durch den Einkauf von elektrischem Strom oder Wärme entstehen. Kategorie 2 (siehe oben) und Scope 2 können weitestgehend synonym verwendet werden.

Scope 3: Fasst bei Bilanzierung nach GHG-Protocol alle weiteren indirekten Emissionen zusammen und ist für die Erfüllung des GHG-Standards nur optional.

Klimaneutralität

Der Weltklimarat (IPCC) definiert Klimaneutralität als einen Zustand, in dem menschliche Aktivitäten zu keinem Nettoeffekt auf das Klimasystem führen.

KMU

EU-Definition: Unternehmen, die weniger als 250 Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter beschäftigen und die entweder einen Jahresumsatz von höchstens 50 Mio. € erzielen oder deren Jahresbilanzsumme sich auf höchstens 43 Mio. € beläuft. Weitere Informationen zur Einstufung als KMU sind z. B. bei der KfW erläutert.

Treibhausgase

Als Treibhausgase werden die Gase bezeichnet, die einen größeren Einfluss auf die klimatischen Bedingungen auf der Erde haben. Das Hauptziel des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen ist die Stabilisierung der Konzentration dieser Treibhausgase in der Atmosphäre, um schädliche Veränderungen des Klimasystems durch menschliches Handeln zu verhindern. Zu den relevanten Treibhausgasen zählen Kohlenstoffdioxid (CO_2), Methan, Distickstoffoxid (Lachgas), halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe, Fluorkohlenwasserstoffe und Schwefelhexafluorid. In der nachfolgenden Abbildung sind der Beitrag zur Klimaerwärmung der hier aufgeführten Treibhausgase dargestellt.

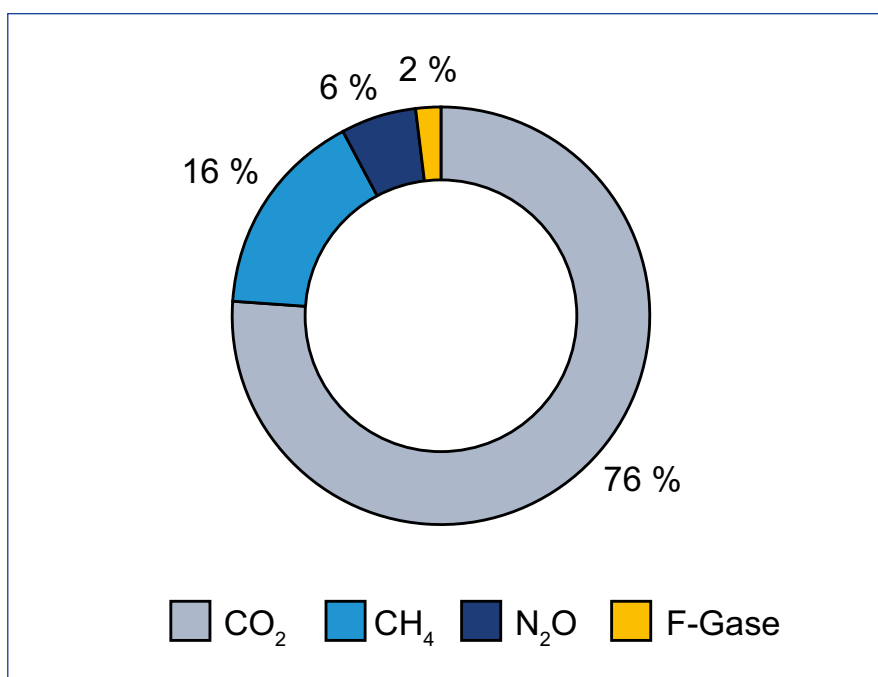


Abbildung 9: Beitrag der wichtigsten Treibhausgase am Klimawandel nach Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2018).

Die Beiträge der verschiedenen Treibhausgase zum Klimawandel sind unterschiedlich. Jede Substanz wirkt in der Atmosphäre unterschiedlich lang und unterschiedlich stark, je nachdem wie viel Wärmestrahlung sie absorbiert bzw. reflektiert. Um die Wirkung dennoch vergleichen zu können, wird das Treibhauspotential als GWP₁₀₀-Werte für die Stoffe angegeben. Der GWP₁₀₀-Wert beschreibt den Beitrag eines Stoffes zum Treibhauseffekt gemittelt über den Zeitraum von 100 Jahren im Vergleich zur gleichen Masse CO_2 . $\text{GWP}_{100, \text{Methan}} = 28$ bedeutet z. B., dass ein Kilogramm Methan innerhalb der ersten 100 Jahre nach der Freisetzung 28-mal so stark zum Treibhauseffekt beiträgt wie ein Kilogramm CO_2 .

Venturi-Prinzip

Das hier genutzte Prinzip wurde von Giovanni Battista Venturi entdeckt. Ein Rohr wird verengt und dann wieder erweitert. An der engsten Stelle des Rohres ist der dynamische Druck (Staudruck) maximal und der statische Druck minimal. Wenn an der engsten Stelle eine Zuleitung ist, wird dort Außenluft angesaugt. So kann die Luftmenge ohne zusätzliche Kosten erhöht werden.

Mitgliedsunternehmen des BSI





Birkenhof
Brennerei



AUGUST ERNST



St. Killian
DISTILLERS

Kisker
GENUSS SEIT 1732

MARUSSIA
Evangelos GERMANY



SCHLADERER
BRENNKUNST SEIT 1844



SEMPER IDEM
UNDERBERG AG



Fördermitglieder des BSI





Landesgruppen

Landesgruppe der Spirituosenindustrie

Bayern/Baden-Württemberg

Angelika Wiesgen-Pick

Geschäftsführerin



Landesgruppe der Spirituosenhersteller

Hamburg/Schleswig-Holstein

Angelika Wiesgen-Pick

Geschäftsführerin



Verband der mitteldeutschen Spirituosen-Industrie e. V. (VSI)

Holger Heering

Vorsitzender und Geschäftsführendes Vorstandsmitglied

tbottlers GmbH



Landesgruppe der Westdeutschen

Spirituosenhersteller

Angelika Wiesgen-Pick

Geschäftsführerin



Kooperation – BSI / Verband Deutscher Whiskybrenner e. V. (VDW)

Michaela Habel

Präsidentin

Destillerie & Brennerei Heinrich Habel GmbH & Co. KG





Schutzgemeinschaft für geografische Angaben
im Spirituosenbereich in Deutschland e. V.

– SgASD –

Schutzgemeinschaft für geografische Angaben im Spirituosenbereich in Deutschland e. V. (SgASD)

Der BSI hat die Schutzgemeinschaft für geografische Angaben im Spirituosenbereich in Deutschland e. V. (SgASD) im Jahr 2019 ins Leben gerufen mit einem Geschäftsbesorgungsvertrag.

Die Gremien sind wie folgt:

Vorstand

Dr. Patrick Mier

Präsident

SCHILKIN GmbH & Co. KG BERLIN Spirituosenherstellung

Gerhard Liebl

Vizepräsident

Spezialitäten-Brennerei & Whisky Destillerie
Liebl GmbH



Katharina Schwarze

Schwarze und Schlichte GmbH & Co. KG

Angelika Wiesgen-Pick

BSI e.V.

Leitung

Angelika Wiesgen-Pick

BSI e. V.

Dr. Anna Gayger

BSI e.V.

(in Elternzeit)

Dr. Carolina Paulsen

BSI e.V.

Die Arbeit findet in den zuständigen Fachgremien für geografischen Angaben statt.



Kontakt & Ansprechpartner

Angelika Wiesgen-Pick
Geschäftsführerin
E-Mail: info@bsi-bonn.de
Telefon: +49 228 53994-0

Impressum

Herausgeber

Bundesverband der Deutschen Spirituosen-Industrie und -Importeure e. V. (BSI)
Urstadtstraße 2, 53129 Bonn
Telefon: +49 228 53994-0
Telefax: +49 228 53994-20
E-Mail: info@bsi-bonn.de
Internet: www.spirituosen-verband.de

Gestaltung und Druck

DCM Druck Center Meckenheim GmbH, Meckenheim

Bildnachweise

Copyright BSI ausgenommen: Adobe Stock

1. Auflage, 02/25



BSI
BUNDESVERBAND DER
DEUTSCHEN SPIRITUOSEN-INDUSTRIE
UND -IMPORTEURE E. V.

 **Massvoll-
geniessen.de®**

