



HOCHSCHULE OSNABRÜCK
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



KLIMANEUTRALE ENERGIEVERSORGUNG

STRATEGIEN FÜR KLEINE UND MITTLERE UNTERNEHMEN

Ein Weißbuch, erstellt von der Hochschule Osnabrück
im Rahmen des EFRE-geförderten Projektes Regio PLUS

HOCHSCHULE OSNABRÜCK
CAMPUS LINGEN

IMPRESSUM

Dieses Weißbuch ist ein Ergebnis aus dem Projekt Regio PLUS, durchgeführt an der Hochschule Osnabrück, gefördert durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung



Herausgeber:

Hochschule Osnabrück, Campus Lingen
Kaiserstr. 10c
49809 Lingen

Projektverantwortliche: Prof. Dr.-Ing. Anne Schierenbeck und
Prof. Dr. Tim Wawer; Wissenschaftliche Mitarbeitende:
Jonas Baars, Theresa Gothe, Sören Klostermann

Stand: Juli 2022

Veröffentlichung: www.hs-osnabrueck.de/regio-plus/ergebnisse/

Zitieren als:

Schierenbeck, A.; Wawer, T., Baars, J.; Gothe, T., Klostermann, S.
(2022) Klimaneutrale Energieversorgung – Strategien für kleine
und mittlere Unternehmen. Publikation im Rahmen des Projekts
Regio PLUS. Online verfügbar www.hs-osnabrueck.de/regio-plus/ergebnisse/

Wir bedanken uns bei unseren Kooperationspartnern:

bp Lingen, Energie-Achse Ems, Energieeffizienzagentur Emsland
e.V., GIGA COATING GmbH, Goldschmidt GmbH, Kuitert GmbH
& Co. KG, Landkreis Emsland, Stadt Lingen, Stadtwerke Lingen
GmbH und Westnetz GmbH.

Bildnachweis Titelbild:

©mauvries - stock.adobe.com

KLIMANEUTRALE ENERGIEVERSORGUNG FÜR KLEINE UND MITTLERE UNTERNEHMEN

In diesem Weißbuch stellen wir Methoden und Maßnahmen vor, die Unternehmen dabei unterstützen, ihre Energieversorgung auf erneuerbare Energien umzustellen, sich von den Preisschwankungen an den fossilen Weltmärkten unabhängiger zu machen und Entscheidungen für eine Klimastrategie für die nächsten Jahrzehnte zu treffen. Es werden drei mögliche Energiewelten der Zukunft skizziert.

Informationen zum Thema Eigenstromerzeugung und zu Effizienzmaßnahmen werden anschaulich dargestellt sowie Links zu Fördermöglichkeiten genannt.

Wir zeigen drei verschiedene Szenarien für die Energieversorgung von Unternehmen in der Zukunft auf. Sie geben Unternehmen eine Entscheidungshilfe für die eigene Klimastrategie. Die drei Szenarien haben Unterschiede, aber auch Gemeinsamkeiten.

Die EU hat im „Green Deal“ Maßnahmen festgelegt, damit Europa im Jahr 2050 klimaneutral ist.

Deutschland hat seine Klimaziele zuletzt noch einmal verschärft und sich als Ziel die Klimaneutralität bis 2045 gesetzt.

Um diese Ziele zu erreichen, stehen Industrie und Gewerbe vor der Herausforderung, ihre Energieversorgung auf erneuerbare Energien umzustellen und in Zukunft fossile Brenn- und Kraftstoffe zu ersetzen. Dies gilt für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ebenso wie für die Großindustrie.

Es stellt sich also die Frage, wie Unternehmen sich mit Strom, Wärme, Dampf, Kälte und weiteren Energieformen versorgen. Welches ist dabei aus heutiger Sicht die günstigste Technologie? Zentrale Rollen hierbei spielen Energieeffizienzmaßnahmen und die Substitution fossiler durch regenerative Energieträger. Lösungen müssen sowohl technisch als auch ökonomisch realisiert werden können. Im Vorteil ist, wer heute schon eine unternehmensinterne Klimaschutzstrategie verfolgt und die ersten Schritte in Richtung Klimaneutralität unternimmt.

»Die aktuelle Lage auf den Energiemärkten führt uns die Risiken der fossilen Energieversorgung vor Augen. Unternehmerinnen und Unternehmer setzen daher verstärkt auf Energieeffizienz und Erneuerbare. Dieses Weißbuch zeigt den Weg zu einer klimaneutralen Energieversorgung auf.«

Prof. Dr. -Ing. Anne Schierenbeck,
Projektleiterin

ERNEUERBARES ENERGIESYSTEM

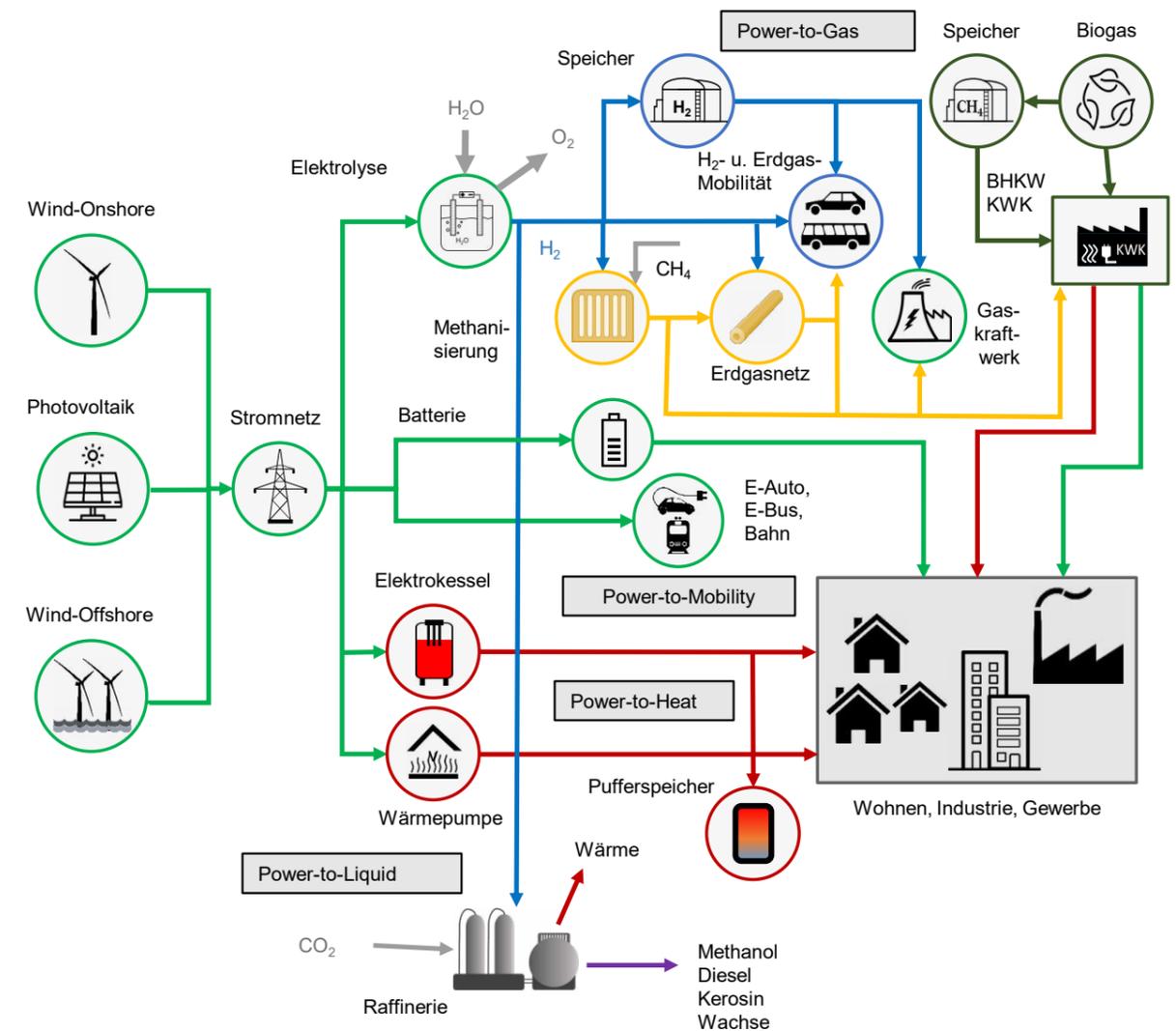
Die Wärmeversorgung beruht heute in vielen Unternehmen auf Erdgas, während die Mobilität auf Brennstoffe wie Diesel angewiesen ist. Von diesen fossilen Energieträgern gilt es, sich Schritt für Schritt zu befreien.

Im Energiesystem der Zukunft sind die wichtigsten Energiequellen erneuerbar: Wind und Sonne. Aus diesen wird Strom (Power) erzeugt. Dieser kann direkt oder indirekt genutzt werden. Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang die Elektrifizierung der Sektoren Wärme und Mobilität.

Elektrisch betriebene Fahrzeuge nutzen Strom (Power-to-Mobility). Mit Hilfe von Elektrokesseln oder Wärmepumpen kann Strom außerdem für die Wärmeversorgung genutzt werden (Power-to-Heat). Strom kann in Batterien gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt genutzt werden (Kurzzeitspeicher).

Aus erneuerbarem Strom kann mittels Elektrolyse auch grüner Wasserstoff hergestellt werden (Power-to-Gas). Dieser ist vielfältig einsetzbar. Wasserstoff kommt eine besondere Rolle als saisonaler Speicher zu, da die Stromerzeugung aus Wind und Sonne fluktuierend, also zeitlich wechselnd, ist (Langzeitspeicher).

Mit Wasserstoff betriebene Anlagen können dann Strom produzieren, wenn die Sonne nicht scheint oder wenig Wind weht. Wasserstoff kann aber auch im Mobilitätsbereich eingesetzt werden und direkt als Kraftstoff für Fahrzeuge genutzt werden, aber dient beispielsweise auch als Grundlage für die Herstellung synthetischer Kraftstoffe (Power-to-Liquid) und für Prozesse, die nur schwer direkt elektrifiziert werden können.



»Sektorenkopplung bedeutet in Unternehmen, die Strom- und Wärmeversorgung gemeinsam zu denken. In vielen Fällen ist die Elektrifizierung und der Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energiequellen die beste Möglichkeit, die CO₂-Emissionen im Unternehmen zu reduzieren.«

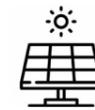
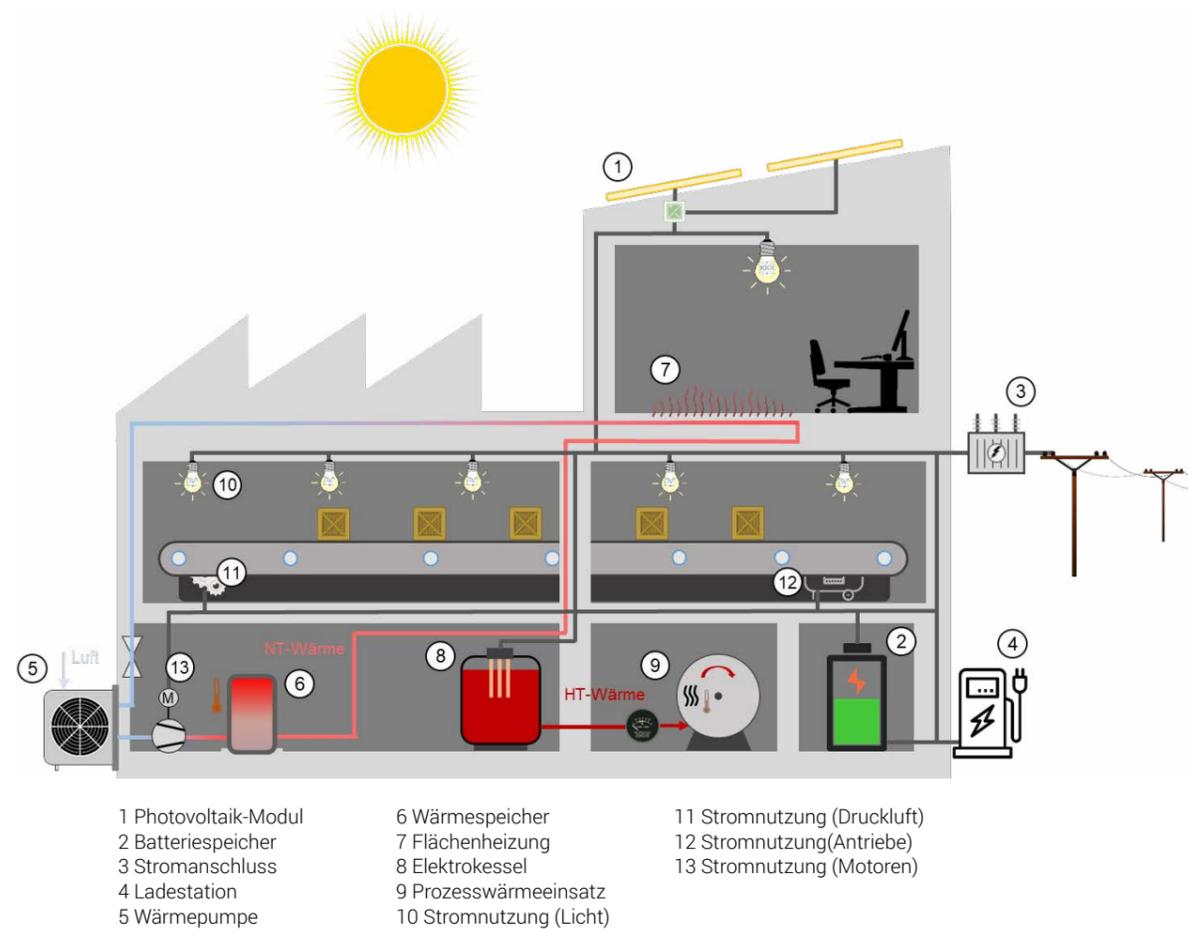
Prof. Dr. Tim Wawer,
Projektleiter

ENERGIEVERSORGUNG DER ZUKUNFT – DREI SZENARIEN

1. ELEKTRIFIZIERUNG

Wie genau wird eine elektrifizierte Energieversorgung ohne den Einsatz fossiler Energieträger aussehen?

Der Strom aus erneuerbaren Energien wird nicht nur für Stromanwendungen genutzt, sondern zusätzlich in den Bereichen Wärme und Mobilität eingesetzt. Hierbei spricht man von einer direkten Elektrifizierung.



Der Preis des Stroms aus einer Photovoltaik-Anlage ist schon heute oft günstiger als ein Bezug aus dem öffentlichen Stromnetz. Der Sonnenstrom aus eigenen Anlagen wird für 20 Jahre und länger erzeugt. Sie reduzieren das Risiko steigender Strompreise. PV-Anlagen sollten so groß wie möglich ausgebaut werden. Der Großteil der Unternehmen installiert die Anlagen auf dem Hallendach, wodurch der Ausbau durch die verfügbaren Dachflächen begrenzt ist.



Wenn zu einem Zeitpunkt mehr PV-Strom produziert als gerade benötigt wird, kann dieser gespeichert und später verwendet werden. Unternehmen können mit intelligenten Stromspeichern die Eigenstromnutzung erhöhen und so noch unabhängiger von steigenden Strompreisen werden.



Eine E-Ladesäule für den firmeninternen Fuhrpark, in Verbindung mit einem Batteriespeicher, hebt die Eigenstromnutzung an und leistet einen Beitrag zur Elektrifizierung des Mobilitätssektors. Zudem kann das E-Auto als zusätzlicher Zwischenspeicher dienen und durch ein bidirektionales Ladesystem Strom zurück in das Unternehmen liefern.



Der Strom aus der eigenen PV-Anlage kann auch für Wärmeanwendungen genutzt werden. Die effizienteste Lösung ist, die Umgebungswärme mittels Wärmepumpe für den Raum- und Warmwasserbedarf zu nutzen. Durch niedrige Vorlauftemperaturen kann die Wärmepumpe effizient betrieben werden. Dazu ist ein ausreichend großer Wärmespeicher zu installieren.



Hochtemperaturwärme, die als Prozesswärme benötigt wird, kann durch erneuerbaren Strom bereitgestellt werden. Hierbei spricht man von der Power-to-Heat-Technologie. Beispiele sind die induktive Erwärmung, Infrarot Erwärmung, magnetische Gleichstromerwärmung oder der Elektrokessel. Allerdings können nicht alle Hochtemperatur-Prozesse elektrifiziert werden, z.B. wenn Gas oder Kohle eine chemische Funktion in den Prozessen haben.



Ein Anschluss an das öffentliche Stromnetz sollte dennoch vorhanden sein. Für eine Netzunabhängigkeit müssten große Investitionen für den Lastausgleich getätigt werden. Zudem können Eigenstromerzeuger zur Netzstabilität beitragen und in Zukunft Flexibilitätsvermarktung betreiben und davon profitieren. Ein unabhängiger „Inselbetrieb“ ist hingegen unwirtschaftlich.

ENERGIEVERSORGUNG DER ZUKUNFT – DREI SZENARIEN

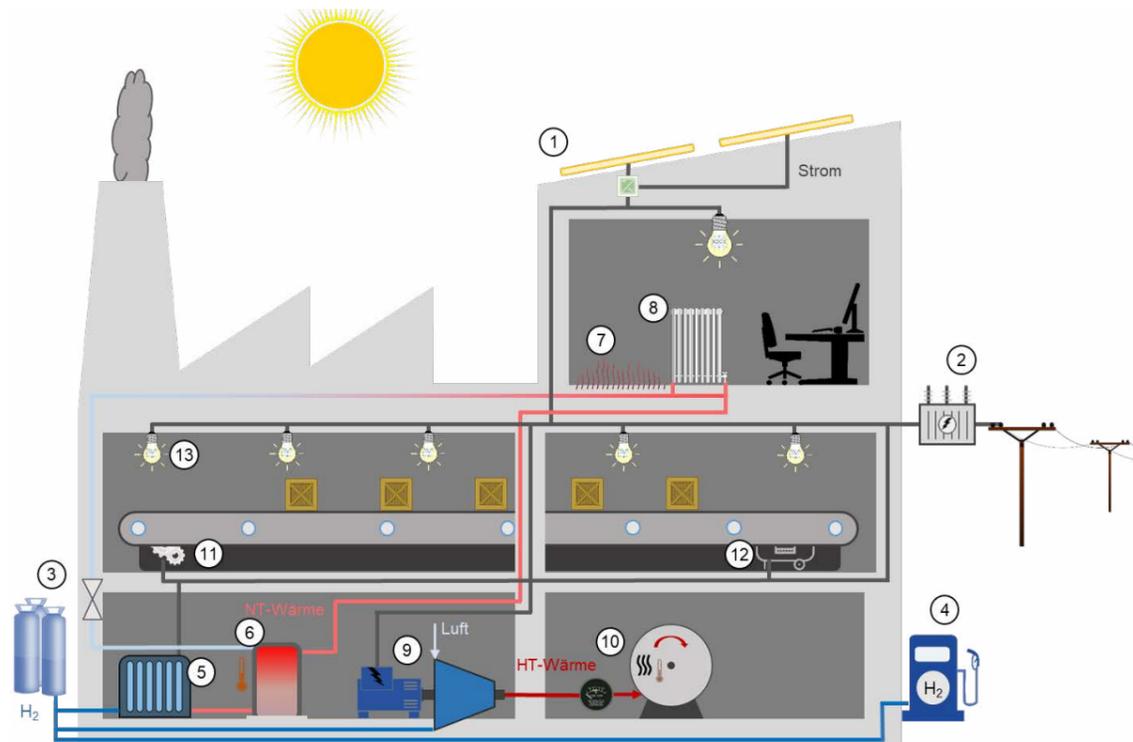
2. WASSERSTOFF

Wie genau soll eine Energieversorgung mit dem Energieträger Wasserstoff aussehen?

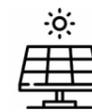
Wasserstoff wird anstelle fossiler Energieträger zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt, kann aber auch im Mobilitätssektor als Treibstoff eingesetzt werden. Es ist das Ziel, ausschließlich grünen Wasserstoff aus der indirekten Elektrifizierung zu nutzen.

Warum spricht man dabei von einer „indirekten Elektrifizierung“?

Da der Strom aus erneuerbaren Energien dazu genutzt wird, um grünen Wasserstoff mittels Elektrolyse herzustellen. Strom aus Wind und PV bildet also auch in dieser Energiewelt die Basis.



- | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1 Photovoltaik-Modul | 6 Wärmespeicher | 11 Stromnutzung (Antriebe) |
| 2 Stromnetzanschluss | 7 Flächenheizung | 12 Stromnutzung (Druckluft) |
| 3 Wasserstoffspeicher | 8 Heizkörper | 13 Stromnutzung (Licht) |
| 4 Wasserstoff-Tankstelle | 9 H2-Turbine | |
| 5 Brennstoffzelle | 10 Prozesswärmeinsatz | |



PV-Anlagen sollten so groß wie möglich gebaut werden. Sie reduzieren das Risiko steigender Strompreise. Stromanwendungen werden auch in einer Wasserstoff-Welt benötigt. Zudem bildet Solarstrom zusammen mit Windstrom die Grundlage zur Herstellung von grünem Wasserstoff.



Grüner Wasserstoff wird in KMU nicht selbst produziert, sondern von Drittanbietern bezogen. Die Lieferung kann über Trailer, in Flaschen oder über einen Wasserstoff-Netzanschluss erfolgen. In den kommenden Jahren wird voraussichtlich an vielen Orten ein Wasserstoff-Netz entstehen oder das bestehende Erdgasnetz umgerüstet werden.



Wasserstoff kann als Treibstoff verwendet werden. Dies gilt insbesondere für den Schwerlastverkehr. Wasserstoff kann getankt werden und dient als Brennstoff für Brennstoffzellen. Diese erzeugen Strom für einen Elektromotor. Die schnelle Tankgeschwindigkeit und höhere Reichweite stehen dem schlechteren Umwandlungswirkungsgrad und den noch fehlenden Tankstellen gegenüber.



Zur Bereitstellung von Niedertemperaturwärme ist die Brennstoffzelle die beste Lösung. In der Brennstoffzelle wird Strom erzeugt, wodurch Abwärme entsteht. Durch die gekoppelte Erzeugung wird ein hoher Wirkungsgrad erreicht. Die Abgase bestehen aus reinem Wasserdampf und sind somit emissionsfrei.



Die höheren Temperaturen der Brennstoffzelle ermöglichen die Raumwärmeversorgung über konventionelle Heizkörper, Luftheritzer oder Deckenstrahlplatten. Eine Flächenheizung steigert die Effizienz des Heizsystems und ist zu empfehlen.



Die Bereitstellung der Hochtemperaturwärme ist über eine Gasturbine zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung am effizientesten. Dabei wird zukünftig Wasserstoff als Brennstoff eingesetzt. Es entstehen hohe Abgastemperaturen, die als Prozesswärme genutzt werden können. Neue Gasturbinen können heute schon Erdgas mit beigemischem Wasserstoff verbrennen.

ENERGIEVERSORGUNG DER ZUKUNFT – DREI SZENARIEN

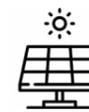
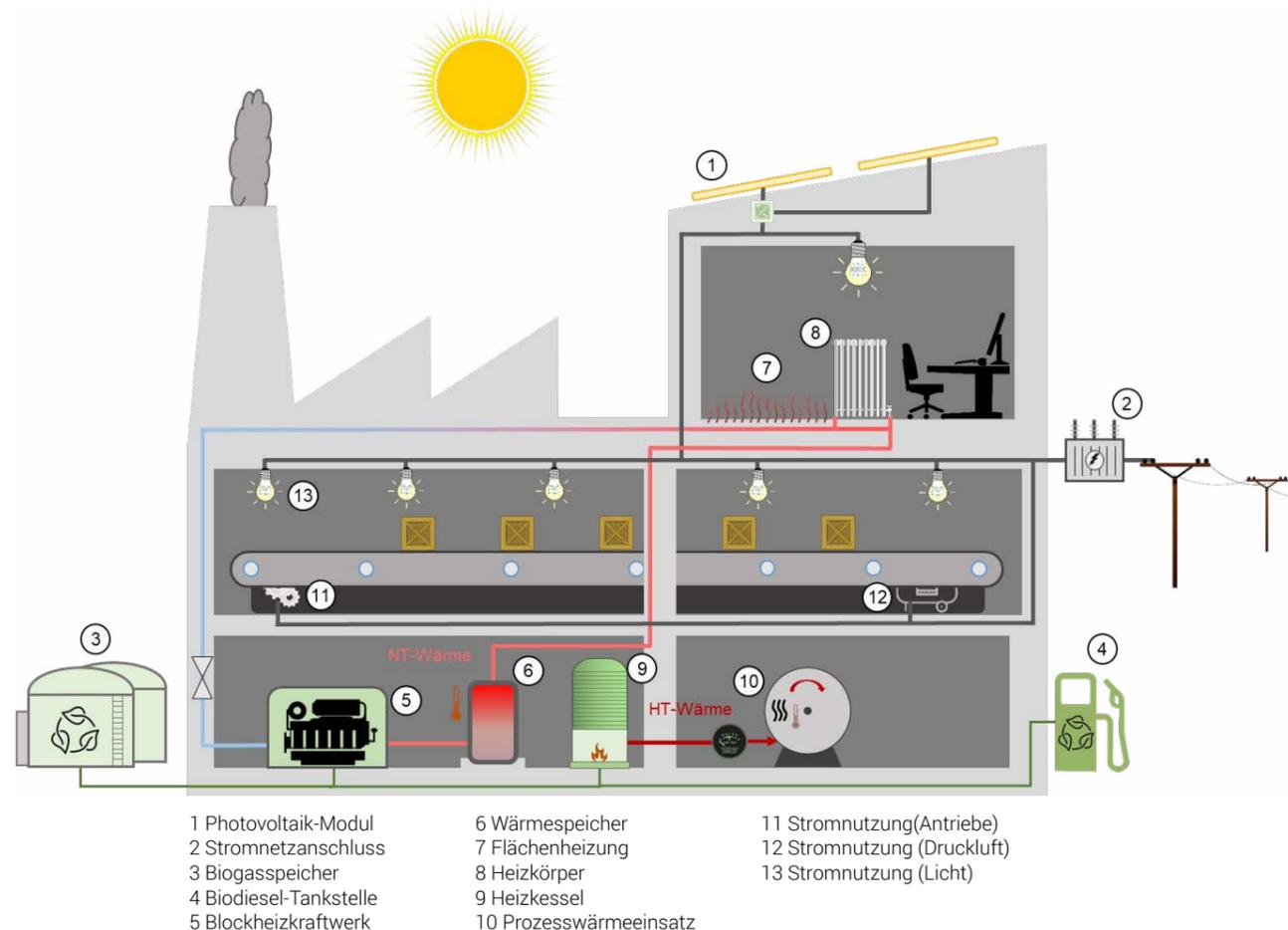
3. BIOMASSE

Wie soll eine treibhausgasneutrale Energieversorgung mit Biomasse aussehen?

Biomasse als nachwachsender Rohstoff kann zur Wärmeerzeugung durch Verbrennung eingesetzt werden.

Bei der Verbrennung von Biobrennstoffen werden ebenfalls Treibhausgase freigesetzt.

Da es sich um nachwachsende Rohstoffe handelt, wird die Nutzung als „treibhausgasneutral“ angesehen. Beim Wachstum der Biomasse wird die gleiche Menge CO₂ aufgenommen, wie später wieder ausstoßen wird.



PV-Anlagen sollten so groß wie möglich ausgebaut werden. Sie reduzieren das Risiko steigender Strompreise. Stromanwendungen werden auch in einer Biomasse-Welt benötigt. Zudem ist Biomasse nur begrenzt verfügbar, weshalb die zur Verfügung stehende Sonnenenergie maximal genutzt werden sollte.



Bioenergie kann als Biogas, flüssig auf Basis von Pflanzenölen oder in fester Form als Holzhackschnitzel, -pellets sowie Reststoffe eingesetzt werden. Feste und flüssige Biomasse wird gewöhnlich über LKW angeliefert, wogegen Biomethan über das Gasnetz bereitgestellt werden kann.



Es besteht die Möglichkeit, Biomasse als Treibstoff im Verbrennungsmotor einzusetzen z.B. in Form von Biodiesel oder LNG/CNG aus Biomethan. Der aus Pflanzenöl gewonnene Biodiesel wird derzeit nur zu 7 % zum fossilen Treibstoff hinzugegeben. Ein Verbrennungsmotor kann weiterhin eingesetzt werden.



Zur Bereitstellung von Niedertemperaturwärme ist ein Blockheizkraftwerk auf Basis von Biomasse eine gängige Lösung. Dabei wird ein Verbrennungsmotor in Kraft-Wärme-Kopplung betrieben. Es werden hohe Wirkungsgrade erreicht. Als Brennstoff werden Holzhackschnitzel, Biogas, Pflanzenöl und andere genutzt.



Die höheren Temperaturen des Blockheizkraftwerkes ermöglichen die Nutzung bestehender Heizkörper, Luftheritzer und Deckenstrahlplatten. Der Einsatz von Flächenheizungen kann aber eine Effizienzsteigerung bewirken.



Die Bereitstellung der Hochtemperaturwärme ist über einen Biomasse-Heizkessel möglich. Die Verbrennung von Holzhackschnitzeln bzw. -pellets ist die verbreitetste Lösung. Die erzeugte Wärme wird in Form von Heißwasser oder Dampf bereitgestellt.

ERGEBNISSE UNSERES FORSCHUNGSPROJEKTES

Und welche betriebliche Energieversorgung ist nun die beste?

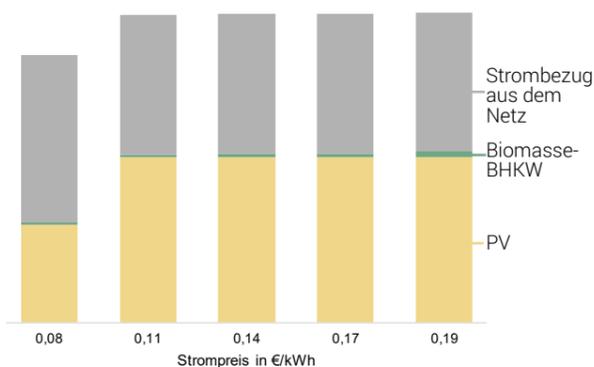
Je nach Anwendungsbereich ist der Einsatz von Strom, Wasserstoff und Biomasse individuell zu bewerten. Dabei ist die Auswahl der richtigen Technologie stark von den künftigen Energiepreisen abhängig.

Wir haben für verschiedene Modellunternehmen erforscht, welche Art der Versorgung je nach Entwicklung der Energiepreise die wirtschaftlichste Option ist.

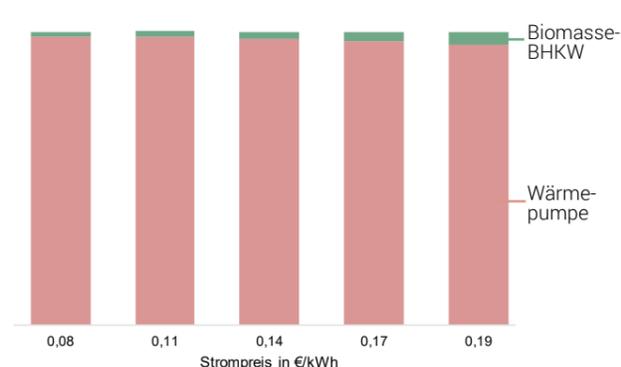
Die folgenden Diagramme zeigen Ergebnisse aus unserem Forschungsprojekt. Es wird die Bereitstellung von Strom und Wärme in kleinen und mittleren Unternehmen analysiert. Dafür werden zwei Unternehmenstypen hinsichtlich ihrer Energiebereitstellung auf Basis erneuerbarer Energien modelliert. Die Preise für Wasserstoff und Biomasse werden dabei konstant gehalten es wird betrachtet, welche Technologie bei steigenden Strompreisen am sinnvollsten ist.

UNTERNEHMEN OHNE PROZESSWÄRME

Stromerzeugung



Wärmeerzeugung



Strom- und Wärmebereitstellung eines Unternehmens ohne Prozesswärme in Abhängigkeit vom Stromnetzbezugpreis. Der Biomassepreis liegt hier konstant bei 15 Cent/kWh und der Wasserstoffpreis bei 12 Cent/kWh.

Das Beispielunternehmen ohne Prozesswärme ist ein Zweischichtbetrieb mit Strom- und Wärmebedarf. Die Wärme wird im Niedertemperaturbereich benötigt und vorwiegend für Warmwasser und Raumwärme verwendet. Das Unternehmen benötigt dabei zu gleichen Teilen Strom und Wärme.

Die Stromeigenerzeugung durch Photovoltaik ist schon heute wirtschaftlich. Fast unabhängig von den Strompreisen ist ein maximaler Photovoltaikausbau zu empfehlen. Der Ausbau wird dabei durch die verfügbaren Dachflächen begrenzt.

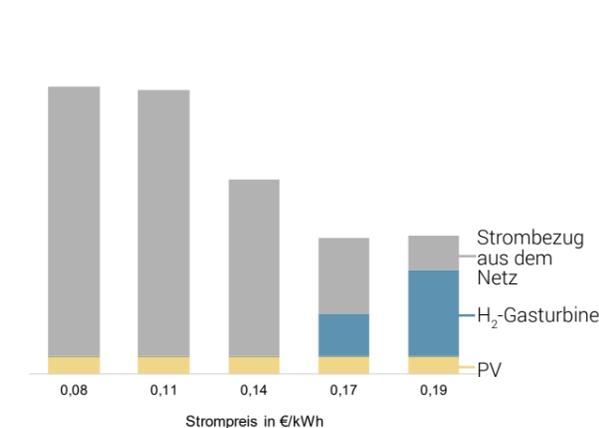
Wird ausschließlich Niedertemperaturwärme benötigt, sollten die restlichen Strommengen aus

dem Stromnetz bezogen werden. Lediglich Spitzenlasten sollten über ein Blockheizkraftwerk auf Basis von Biomasse erzeugt werden.

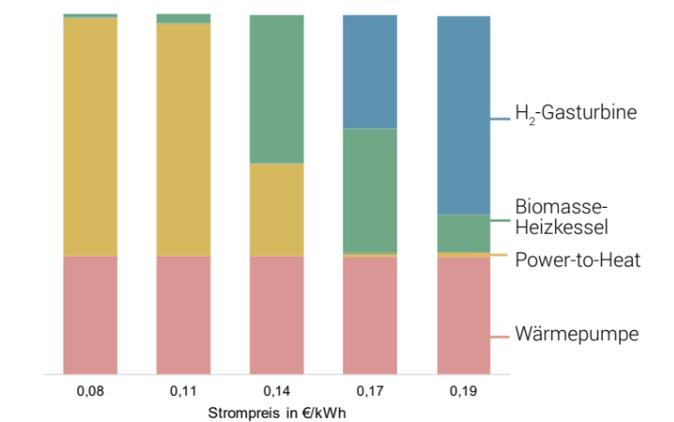
Wärmepumpen sind in Verbindung mit Elektrizität die beste Möglichkeit, Niedertemperaturwärme bereitzustellen – und das unabhängig vom Strompreis. Hierfür wird bestenfalls Strom aus erneuerbaren Energien über die Wärmepumpe genutzt. Lediglich zur Spitzenlastdeckung ist ein Blockheizkraftwerk auf Basis von Biomasse zu empfehlen, welches gekoppelt Strom und Wärme erzeugt.

UNTERNEHMEN MIT PROZESSWÄRME

Stromerzeugung



Wärmeerzeugung



Strom- und Hochtemperaturwärmebereitstellung eines Unternehmens mit Prozesswärme in Abhängigkeit vom Stromnetzbezugpreis. Der Biomassepreis liegt auch hier konstant bei 15 Cent/kWh und der Wasserstoffpreis bei 12 Cent/kWh.

Das Beispielunternehmen mit Prozesswärme ist ebenfalls ein Zweischichtbetrieb mit Strom- und Wärmebedarf, wobei die Wärme auch im Hochtemperaturbereich benötigt wird.

Mit steigenden Strompreisen wird die Prozesswärme zunehmend über Biomasse und Wasserstoff gedeckt.

Bei Strompreisen unter 14 Cent pro Kilowattstunde ist eine direkte Elektrifizierung über Power-to-Heat (z.B. Elektrodenkessel) zu empfehlen. Spitzenlastmengen sollten in diesem Bereich durch den Biomasse-Heizkessel bereitgestellt werden.

Ab einem Strompreis von über 14 Cent pro Kilowattstunde wird die Hochtemperaturwärme statt mit „Power-to-Heat“ mittels Biomasse-Heizkessel erzeugt. Der Strombezug aus dem Netz sinkt.

Bei noch höheren Strompreisen ab etwa 16 Cent lohnt sich der Einsatz einer H₂-Gasturbine. Sie erzeugt gekoppelt Strom und Hochtemperaturwärme. Es wird noch weniger Strom aus dem Netz bezogen.

EIGENSTROMERZEUGUNG

Es gibt verschiedene Möglichkeiten für Unternehmen, Energie selbst zu erzeugen. Die wichtigsten Möglichkeiten sind hier zusammengestellt. Informationen zu möglichen Förderungen auf Bundes- und Landesebene bieten beispielsweise die Energie- und Klimaschutzagentur Niedersachsen (www.klimaschutz-niedersachsen.de/foerderprogramme/unternehmen) und die Energieeffizienzagentur Landkreis Emsland e.V. (www.eea-emsland.de).

Photovoltaik

Mittels einer Photovoltaik-Anlage (PV) lässt sich Sonnenlicht lokal zu sehr günstigen Konditionen in Strom umwandeln. PV-Anlagen werden auf freien Flächen ohne Verschattung installiert, in der Regel werden hierzu freie Dachflächen genutzt. Die PV-Energieerzeugung wird beeinflusst durch u.a. Verschattung, die vorhandene Dachfläche, Dachausrichtung und -neigung, die Statik und eventuelle Staubentwicklung.

Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe entzieht einer Quelle mit niedriger Temperatur Wärmeenergie und nutzt elektrischen Strom, um die Wärme auf ein höheres Temperaturniveau zu bringen. Als Wärmequelle wird meist Umweltwärme genutzt. Wärmepumpen erreichen heute sehr hohe Jahresarbeitszahlen. Das bedeutet, dass mit 1 kWh Strom 3 bis 7 kWh Wärme gewonnen werden. Da ein Großteil der bereitgestellten Wärmeenergie Umweltwärme ist, ist diese Technologie konventionellen Heizungen hinsichtlich des Wirkungsgrades, der Wirtschaftlichkeit und der Umweltfreundlichkeit deutlich überlegen. Bei niedrigen Vorlauftemperaturen empfiehlt sich die Wärmeabgabe über möglichst große Heizflächen.

Blockheizkraftwerk (BHKW)

Ein Blockheizkraftwerk erzeugt Strom und Wärme. Aus 1 kWh chemischer Energie des eingesetzten Brennstoffs werden so ca. 0,3 kWh Strom und 0,55 kWh Wärme. Der Einsatz von BHKW ist insbesondere bei einer benötigten Gesamtleistung < 500 kW sinnvoll. Nur unter Volllast wird hohe Effizienz erreicht, oftmals sind BHKW auf Grundlast ausgelegt, damit hohe Betriebsstunden erreicht werden. Im stromgeführten Betrieb ist ein Wärmespeicher oder Wärmenetzanschluss sinnvoll.

Gasturbine

Eine Gasturbine kann ebenso wie ein BHKW Strom und Wärme gekoppelt erzeugen. Der große Vorteil der Gasturbine ist das höhere Temperaturniveau der ausgekoppelten Wärme. Neue Gasturbinen können heute schon „H₂-ready“ sein, also in Zukunft Wasserstoff als Brennstoff nutzen.

»Dort wo es infrastrukturell und statisch möglich ist, installieren wir Photovoltaikanlagen auf den Dächern unserer Logistikimmobilien. Das macht auch wirtschaftlich sehr viel Sinn.«

Mareike Vogt,
Energiemanagement Fiege Gruppe

Brennstoffzelle

In einer Brennstoffzelle werden Wasserstoff und Sauerstoff in Wasser sowie elektrischen Strom und Wärme umgewandelt. Benötigter Sauerstoff wird i.d.R. der Umgebungsluft entnommen. Aus 1 kWh Wasserstoff können ca. 0,54 kWh Strom und 0,31 kWh Wärme gewonnen werden. Es entsteht ein hoher Energienutzungsgrad bei gekoppelter Erzeugung. Im Vergleich zu BHKW wird eine hohe Stromerzeugung erreicht. Ein Stromspeicher ist daher sinnvoll. Die begrenzte Lebensdauer der Brennstoffzellen-Stacks und die hohen Wartungskosten sollten beachtet werden.

Power-to-Heat

Bei Power-to-Heat (PtH) wird Strom unmittelbar über einen elektrischen Widerstand in Wärme umgewandelt. Dabei wird aus 1 kWh Strom 1 kWh Wärme. PtH eignet sich insbesondere zur Erzeugung von Hochtemperaturwärme, da im Niedertemperaturbereich der Einsatz von Wärmepumpen eine höhere Wärmeausbeute ermöglicht. PtH erreicht somit einen guten Umwandlungswirkungsgrad und ist durch die hohe Flexibilität skalierbar. Es entstehen keine Abgase und der Einsatz einer PtH-Anlage bietet Möglichkeiten für zusätzliche Flexibilität am Strommarkt.

Elektrolyseur

Ein Elektrolyseur spaltet Wasser in die nutzbaren Prozessgase Wasserstoff und Sauerstoff. Hierzu wird elektrischer Strom als Energieträger eingesetzt. Perspektivisch kann so durch den Einsatz von 1 kWh Strom Wasserstoff mit einem Heizwert von ca. 0,71 kWh gewonnen werden. Für KMU sind Elektrolyseure momentan (noch) nicht wirtschaftlich.

Batteriespeicher

Der Nutzen für den Anlagenbetreiber ist die Erhöhung des Anteils des Eigenverbrauchs und des Autarkiegrades und damit eine Unabhängigkeit vom Energieversorger. Das Risiko von Preisschwankungen wird reduziert.

»Eine Wärmepumpe ist nicht nur eine ökologische Alternative zu Öl und Gas, sondern auch wirtschaftlich hochattraktiv. Neben der Eignung für neue und bestehende Wohngebäude kann sie auch in der Beheizung von Hallen ihre Stärken voll ausspielen.«

Lennart Otten,
Otten Kälte Klima Elektro

ENERGIEEFFIZIENZ

Neben der Eigenstromerzeugung spielt die Energieeffizienz in der klimaneutralen Energieversorgung von Unternehmen eine große Rolle. Welche Möglichkeiten gibt es, die Energieeffizienz im Unternehmen zu erhöhen, welche Querschnittstechnologien stehen dafür zur Verfügung?

LED

Eine Umrüstung der Beleuchtung auf hocheffiziente und langlebige LED-Leuchtmittel lohnt sich fast immer. Um den Beleuchtungsbedarf zu reduzieren, sollte nach Möglichkeit Tageslicht genutzt werden. Um Energie zu sparen, kann die Beleuchtung verschiedener Arbeitsbereiche einzeln gesteuert werden. Zusätzlich ist ein (automatisches) lokales Dimmen der Beleuchtung nicht genutzter Bereiche über Bewegungsmelder möglich.

Elektrische Antriebe

Die mit dem Einsatz eines elektrischen Antriebs verbundenen Lebenszykluskosten bestehen zu ca. 97 % aus den Stromkosten. Bei der Auslegung und Auswahl eines Elektromotors sollte auf maximale Energieeffizienz geachtet werden. Der Tausch eines alten Elektromotors lohnt sich, wenn der Motor hohe Betriebsstunden hat. Ältere Motoren sollten zudem nicht repariert werden. Bei Neuanschaffungen ist auf die höchste Energieeffizienz zu achten. Dafür bieten die Energieeffizienzklassen eine Orientierung. IE4 oder IE3 Motoren sind das Mittel der Wahl.

Heizwärme

Um den Heizwärmebedarf eines Gebäudes zu senken, ist die Dämmung von Außenfassaden, Dach, Böden und sonstiger Wärmebrücken sinnvoll. Die mit der Wärmedämmung einhergehende Temperaturerhöhung von Wand-, Decken- oder Bodenoberflächen steigert zudem die Behaglichkeit – bei gleichzeitig niedrigerer realisierbarer Raumtemperatur. Mit Nacht- und Bereichsabsenkung sowie gezieltem, bedarfsgerechten Lüften wird eine weitere Senkung des Heizwärmebedarfs erreicht. Die genaue Ermittlung der Heizlast für die Heizung und das Warmwasser ist die Voraussetzung für die Absenkung auf die notwendige Mindesttemperatur. Außerdem ist die Größenanpassung der Wärmeübergabestationen an die neue Vorlauftemperatur ratsam. Eine alter und ineffizienter Heizkessel sollte gegen eine moderne, hocheffiziente Heizung ausgetauscht werden. In allen drei Szenarien empfiehlt sich die Nutzung regenerativer Energieträger. Brennwertheizungen können mit Festbrennstoff auf Holzbasis betrieben werden, Wärmepumpen mittels regenerativ erzeugtem Strom. Als Wärmequelle von Wärmepumpen kann Geothermie genutzt werden. Auch eine Nutzung von Solarthermie ist möglich. Diese erzeugt jedoch hauptsächlich im Sommer Wärme. Eine gekoppelte Erzeugung von Kraft und Wärme steigert die Brennstoffausnutzung.

»Bei der Planung unseres Neubaus haben wir die Senkung unseres Energieverbrauchs stets im Auge behalten. Zur Beheizung unserer Produktionshalle nutzen wir nun die Abwärme der Maschinen und Kompressoren. Die Zuführung der warmen Luft vom Drucksaal und Kompressorraum zur Produktionshalle erfolgt durch manuell steuerbare Zuleitungen. Bei Bedarf wird die Luft zum Heizen in die Halle oder nach draußen geleitet.«

Vera Goldschmidt,
Goldschmidt Druck und Medien

Prozesswärme

In einer Vielzahl industrieller Anwendungen mit Prozesswärmebedarf sind Reserven bzw. Überkapazitäten im Wärmeversorgungssystem vorhanden. Sofern eine kurzfristige Bedarfserhöhung nicht ersichtlich ist, sollte die Wärmeerzeugung auf den tatsächlichen Betriebspunkt der Anwendung abgestimmt werden, um Leerlauf- und Speicherverluste zu reduzieren. Durch eine flexible Steuerung von Systemparametern wie Temperatur oder Dampfdruck können in Zeiten niedrigen Bedarfs ineffiziente Betriebspunkte vermieden werden. Ein Beispiel hierfür ist die Wochenendabsenkung von Temperatur und Druck. Der Energiebedarf zur Wärmebereitstellung steigt mit der Temperatur. Aus diesem Grunde ist für jeden Anwendungsfall abzuwägen, ob eine Senkung des Temperaturniveaus möglich ist. Durch eine Dämmung aller Komponenten kann der Wärmeverlust wirkungsvoll reduziert werden. Die nachträgliche Dämmung von Verteilleitungen lohnt sich fast immer. Regelmäßig durchgeführte Wartungsmaßnahmen begünstigen einen effizienten Betrieb der Wärmeerzeugung. Durch den Einsatz hocheffizienter Wärmeerzeuger kann Energie eingespart werden. Für Niedertemperaturwärme empfehlen sich Wärmepumpen mit hohen Jahresarbeitszahlen. Bei Hochtemperaturwärmeerzeugern ist der Einsatz modulierender Brenner wirkungsvoll. Um eine Entkopplung zwischen Erzeugung und Verbrauch zu ermöglichen, werden Wärmespeicher eingesetzt. So kann der Energiebezug netzdienlich flexibilisiert werden.

Abwärmenutzung

Durch die Nutzung von Abwärme können Energiekosten nachhaltig gesenkt werden. Doch Wärme ist nicht gleich Wärme: Die vorhandene Temperatur spielt eine große Rolle und ebenso die zeitliche Verfügbarkeit. Deswegen ist der erste Schritt bei einem Abwärmeprojekt die genaue Analyse der Wärmequellen und Wärmesenken. Am einfachsten ist es, wenn die Wärme im gleichen Produktionsschritt wieder verwendet werden kann, also prozessintegriert. Wenn dies nicht möglich ist, können andere Wärmesenken genutzt werden. Im nächsten Schritt der Planung sind die Wärmeübertrager zu dimensionieren. Zur zeitlichen Flexibilisierung können Wärmespeicher genutzt werden. Wenn die Temperaturen erhöht werden müssen, lohnt sich auch in diesem Bereich der Einsatz von Wärmepumpen. Schließlich besteht noch die Option, die Wärme als Fernwärme auszukoppeln oder sie in andere Energieformen umzuwandeln.

»Wir betreiben in allen Werken der Gruppe bereits seit Jahren diverse Maßnahmen der Wärmerückgewinnung. So sind im Werk Emlichheim alle Verwaltungsgebäude an eine zentrale Wärmerückgewinnung angeschlossen, die entsprechenden Gasanschlüsse der Verwaltungen wurden zurückgebaut.«

Rainer Knoop,
Emsland-Stärke GmbH

Informationstechnologie

Beim Einsatz moderner Desktop-PCs kann der Stromverbrauch um ca. 45 Prozent reduziert werden. Notebooks erhöhen die Effizienz sogar bis zu 80%. Es ist sinnvoll, unnötige Standby-Betriebe zu vermeiden. Zu einer energieeffizienten Hard- und Software gehören effiziente Netzteile, eine zeitgesteuerte Schaltung und die Entfernung von ungenutzten Programmen. Des Weiteren sollte beachtet werden, dass die Klimatisierung des Rechenzentrums bzw. des Servers viel Energie verbraucht. Es empfiehlt sich, einen Doppelbodenhohlraum zur Luftführung einzubauen und die Durchmischung von Zu- und Abluft zu verhindern (Kalt- und Warmgang).

Klima-und Prozesskälte

Eine Dämmung der Kälteanlage, des Kältenetzes und der Kälte nutzenden Prozesse oder Gebäude reduziert ungewünschte Wärmeeinträge in das Kältenetz. Bei ausreichend niedrigen Außentemperaturen kann der Einsatz von Klimakälte durch Außenluft substituiert werden. Effiziente Lüftungsanlagen können hierbei die Klimatisierung optimieren. Wärmetauscher innerhalb der Lüftungsanlage senken im Sommer zusätzlich den Kältebedarf durch „Kälterückgewinnung“. Im Bereich der Klimatisierung können energiearme Alternativen verwendet werden wie beispielsweise Sonnenschutz, Reduktion der Wärmelast und Nachtabkühlung. In der Lüftungstechnik sollte darauf geachtet werden, dass Gebäudedichtheit und der Mindestluftwechsel im effizienten Gleichgewicht gehalten werden. Außerdem sollten Druckverluste reduziert werden (Filter, Luftkanäle) und effiziente Antriebe (Direktantrieb), Ventilatoren, Hocheffizienzmotoren und Frequenzumrichter genutzt werden.

Druckluft

Nur circa sechs bis zehn Prozent der eingesetzten elektrischen Energie werden in den typischen Kolben- und Schraubenkompressoren in Druckluft umgewandelt. Bei der Produktion von Druckluft werden bis zu 95 % der eingesetzten Energie in Wärme umgesetzt. Diese Wärme kann als Nutzwärme ausgekoppelt und für Niedertemperaturanwendungen verwendet werden. Maßnahmen zur Effizienzsteigerung sind vielfältig: Druckluftanwendungen wie z.B. Druckluftpistolen könnten durch elektrisch betriebene Anwendungen wie z.B. Staubsauger ersetzt werden. Es empfiehlt sich, das Druckluftnetz sowie die angeschlossenen Aggregate regelmäßig zu überprüfen, um Leckagen aufzuspüren und zu beheben. Außerdem kann der Systemdruck in Druckluftnetzen häufig gesenkt werden. Wenn hocheffiziente, frequenzgeregelte Antriebe eingesetzt werden, gibt es im Teillastbetrieb von Kompressoren ein hohes Einsparpotenzial. Durch eine übergeordnete Druckluftsteuerung, die zentral den Betrieb aller angeschlossenen Kompressoren koordiniert, können zudem Leerlaufverluste und Schaltverluste vermieden werden.

KONTAKT

Hochschule Osnabrück

Kaiserstraße 10 c

49809 Lingen

Prof. Dr.-Ing. Anne Schierenbeck & Prof. Dr. Tim Wawer

www.hs-osnabrueck.de/regio-plus