



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

ENERGIEEFFIZIENZ - DIE INTELLIGENTE ENERGIEQUELLE

Tipps für Industrie und Gewerbe



IMPRESSUM

Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
Referat Öffentlichkeitsarbeit · 11055 Berlin
E-Mail: service@bmu.bund.de · Internet: www.bmu.de

Redaktion: Tom Ryssel, Jürgen Schulz, Dr. Roger Worm

Gestaltung: design_idee, büro_für_gestaltung, Erfurt
Druck: Druck Center Meckenheim

Abbildungen: Titel: Peters/mediacolor
Seite 5: Markus Steur/artur
Seite 7: Sven Doering/VISUM
Seite 8: Ulrich Baumgarten/vario-images
Seite 11: Duwentäster/teamwork
Seite 12: Jürgen Moers/vario-images
Seite 16: Andreas Buck/Das Fotoarchiv
Seite 17: Jochen Zick/Keystone
Seite 18: face to face
Seite 19: David Ausserhofer/JOKER
Seite 21: dpa/Picture-Alliance
Seite 23: Foto fabry/vario-images
Seite 25: Werner Bachmeier/Freelens.com
Seite 26: Christian Kruska/Agentur Focus
Seite 27: Günter Standl/VISUM
Seite 29: Martina Meuth/StockFood
Seite 30: Alfred Buellesbach/VISUM

Stand: Juli 2009
2. Auflage: 20.000 Exemplare

INHALT

| | |
|---|----|
| Energieeffizienz – die intelligente Energiequelle | 4 |
| Querschnittstechniken | 5 |
| Druckluft | 5 |
| Elektromotoren | 7 |
| Pumpensysteme | 9 |
| Beleuchtung | 10 |
| Lüftung, Kühlung und Kälte | 11 |
| Raumwärme und Warmwasser | 12 |
| Industrieöfen | 13 |
| Kraft-Wärme-Kopplung | 14 |
| Elektronische Datenverarbeitung (EDV) | 14 |
| | |
| Tipps für einzelne Branchen | 16 |
| Zellstoff- und Papierherstellung | 16 |
| Sägeindustrie | 18 |
| Holzbearbeitung und -verarbeitung | 19 |
| Textilherstellung | 21 |
| Steinindustrie und keramische Industrie | 22 |
| Metallverarbeitung | 23 |
| Galvanik | 24 |
| Kunststoffverarbeitung | 24 |
| Bäckereien | 26 |
| Fleischverarbeitung | 27 |
| Brauereien | 28 |
| Gastgewerbe | 29 |
| Bürogebäude | 30 |
| | |
| Weitere Informationen | 31 |

Energieeffizienz – die intelligente Energiequelle

In Industrie und Wirtschaft gibt es erhebliche Möglichkeiten, um Energie effizienter zu nutzen und so weniger Energie zu verbrauchen. Das trägt zum Klimaschutz bei und senkt die Kosten der Unternehmen. 20 bis 40 Prozent des Energieverbrauchs der Industrie könnten zu wirtschaftlich vernünftigen Bedingungen bis 2020 eingespart werden. Allein die elektrischen Antriebe verursachen in der Industrie rund zwei Drittel des Stromverbrauchs. Durch Einsatz von elektronischen Drehzahlregelungen wäre der Verbrauch um 15 Prozent zu reduzieren – das entspricht mit mehr als 4.000 Megawatt der Leistung von drei bis vier großen Kraftwerken.

Es gilt, diesen gewaltigen Schatz zu heben. Deutschland ist schon heute weltweiter Spitzenreiter beim Zubau erneuerbarer Energien. Und in der Energieeffizienz liegen wir fast gleichauf mit Japan, können aber noch besser werden: Wir wollen Weltmeister in der Energieeffizienz werden.

Die Industrie konnte in den letzten Jahren ihren Gesamtenergieverbrauch verringern – obwohl die Produktion stieg. Dennoch muss hier noch viel erreicht werden, um in Zukunft eine saubere, sichere und bezahlbare Energieversorgung zu gewährleisten. Ziel der Bundesregierung ist es, die Energieproduktivität bis 2020 gegenüber 1990 zu verdoppeln. Im Jahr 2020 würde dann in Deutschland pro Einheit Bruttoinlandsprodukt nur noch halb so viel Energie verbraucht wie 1990. Das ist für die Zukunft von Industrie- und Handwerksbetrieben in Deutschland auch deshalb entscheidend, um bei steigenden Energiepreisen international wettbewerbsfähig zu bleiben und Arbeitsplätze zu sichern.

Nachfolgend werden Beispiele dargestellt, wie die Energieeffizienz in Gewerbe und Industrie erhöht werden kann und damit Kosten einzusparen sind. Unter „Querschnittstechniken“ finden sich Informationen für alle Branchen, unter „Tipps für einzelne Branchen“ Hinweise für verschiedene Wirtschafts- und Einsatzbereiche. Grundsätzlich sollte jedes Unternehmen über verbesserte Einzeltechniken hinaus auch prüfen, ob – etwa im Rahmen eines Energiemanagements – die Produk-



tion in ihrem Gesamtzusammenhang energieeffizienter und damit auch wirtschaftlicher gestaltet werden kann. Von der Papierindustrie bis zu Bäckereien: Energieeffizienz lohnt sich – für das Klima und die Unternehmensbilanz.

Querschnittstechniken

Querschnittstechniken bieten enorme Möglichkeiten, Energie effizienter zu nutzen und Kosten einzusparen. Sie können in allen Branchen von Industrie und Gewerbe zum Einsatz kommen.

Druckluft

Fast alle Branchen setzen Druckluft für die verschiedensten Anwendungen ein, etwa Schnellschrauber, Meißel oder pneumatische Förderanlagen. Dabei geht oft sehr viel Energie verloren. Dem kann durch Hochwirkungsgrad-Motoren und Umrichter zur Änderung von Frequenzen und Spannungsamplituden abgeholfen werden.

Außerdem lässt sich der Gesamtwirkungsgrad eines Druckluftsystems wie folgt verbessern:

- ▶ Leckagen beheben
- ▶ Kompressor für die jeweilige Endanwendung optimal auswählen (keine Überdimensionierung)
- ▶ Kompressortechnik bei Verdichtern verbessern, zum Beispiel durch Mehrstufen-Kompressoren
- ▶ Abwärme für andere Zwecke nutzen
- ▶ Luftbehandlung verbessern, zum Beispiel trocknen oder filtern
- ▶ regelmäßige und sorgfältige Wartung und Instandhaltung
- ▶ verbesserte Luftführung im Rohrnetz, um Druckverlust durch Reibung zu vermindern
- ▶ unnötigen Verbrauch vermeiden.

Bis zu 50 Prozent können hier eingespart werden. Um dieses Potenzial zu erschließen, muss das gesamte System betrachtet werden – nicht allein der Verdichter.

Beispiel

Ein Automobilhersteller betrieb sein Druckluftsystem mit einem wassergekühlten Schraubenverdichter – 22,2 Kubikmeter pro Minute ($\text{m}^3/\text{Min.}$) freier Luftstrom – und vier wassergekühlten Kolbenverdichtern mit je $15 \text{ m}^3/\text{Min.}$. Der höchste Betriebsdruck betrug 8,7 bar. Eine Prüfung zeigte, dass der Druckluftbedarf zwischen $15 \text{ m}^3/\text{Min.}$ und $65 \text{ m}^3/\text{Min.}$ schwankte. Die Nachbesserung führte zu einem Druckluftsystem mit luftgekühlten Schraubenverdichtern: vier Maschinen mit je $16,4 \text{ m}^3/\text{Min.}$ für die Grundlast und drei mit je $5,62 \text{ m}^3/\text{Min.}$ für die Spitzenlast. Eine besondere Druckluftleittechnik steuert den Einsatz der Verdichter in Abhängigkeit von der Last. Damit konnte auch der höchste Betriebsdruck von 8,7 auf 7,5 Bar gesenkt werden. **Durch die Verbesserungen spart das Unternehmen nun 483 Megawattstunden Strom jährlich und zusätzlich etwa 55.000 Euro pro Jahr, da der Kühlwasserbedarf verringert wurde.**

Weitere Informationen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=3907&RubrikID=3907
- ▶ www.druckluft-energieeffizienz.de
- ▶ www.initiative-energieeffizienz.de/uploads/media/Vortrag_Singr_n_VDMA_Internet_04.pdf



Montage von elektrisch angetriebenen Vakuumpumpen

Elektromotoren

Elektrische Antriebe sind im Bereich der Industrie für rund 70 Prozent des Stromverbrauchs verantwortlich. **Mehr als 90 Prozent der Gesamtkosten eines Elektromotors über die Lebensdauer entfallen auf den Stromverbrauch**, weniger als zehn Prozent auf die Anschaffung. Effiziente Elektromotoren mit höherem Wirkungsgrad führen entsprechend zu erheblichen Einsparungen – sowohl auf gesamtwirtschaftlicher als auch betrieblicher Ebene. Dabei ist der Wirkungsgrad in einigen Fällen allein durch einfaches Umklemmen der Motorwicklungen zu verbessern. Der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (ZVEI) hat errechnet, dass durch den Einsatz von Energiesparmotoren in der deutschen Industrie 5,5 Milliarden Kilowattstunden (kWh) Strom wirtschaftlich eingespart werden könnten. Energiesparmotoren sind Motoren, die die europäische Effizienzklasse EFF1 einhalten. Ihr Einsatz lohnt sich in der Regel schon ab einer jährlichen Nutzungsdauer von 2000 Betriebsstunden.

Zudem ist es mit heute verfügbarer Technik möglich, Antriebe mit Drehzahlsteuerung („Stellglieder“) elektronisch zu regeln. Damit wird die Prozesssteuerung verbessert, und gleichzeitig werden Verschleiß und Geräuschpegel vermindert. Insgesamt könnte durch den Einsatz der elektronischen Drehzahlregelung der Verbrauch um etwa ein Viertel vermindert werden. Durch den verstärkten Einsatz der Drehzahlregelung bei Elektromotoren könnten in Deutschland zusätzliche 22 Milliarden Kilowattstunden wirtschaftlich eingespart werden.



Herstellung einer Pumpe

Schon wenn **35 Prozent der Elektromotoren in der deutschen Industrie mit Drehzahlregelung betrieben würden, könnten 1,2 Milliarden Euro eingespart werden.** Bei Anlagen, die vor allem bei voller Last laufen, lohnt sich der Einsatz nicht – wegen des Eigenverbrauchs der Drehzahlsteuerung. Läuft die Anlage überwiegend mit Teillast, so werden diese Verluste durch die Ersparnis schnell ausgeglichen. Drehzahlregler sind wegen der hohen Energieeinsparung von 20 bis 50 Prozent in der Regel in höchstens zwei Jahren refinanziert.

Außerdem können Frequenzumrichter für Synchron- und Asynchronmaschinen eingesetzt werden. Der höhere Anschaffungspreis wird durch geringere Wartungskosten in den meisten Fällen überraschend schnell ausgeglichen. Und das wirtschaftliche Potenzial ist sehr groß – je nach Stromkosten, Lebensdauer und jährlicher Laufzeit.

Beispiel

Eine Ziegelei verringerte ihren Stromverbrauch pro Ziegelstein durch Einsatz von Umrichterantrieben um 8,7 Prozent. In weniger als fünf Monaten (0,4 Jahren) waren die Anschaffungskosten durch die Ersparnis wieder reingeholt.

Weitere Informationen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=3904&RubrikID=3904
- ▶ www.system-energieeffizienz.de/page/index.php?id=22

Pumpensysteme

Pumpen halten viele Industrieprozesse am Laufen. Durch neue Techniken, Aggregate und Komponenten ist viel Strom zu sparen. Das gilt auch für Innovationen bei den Verfahren, die weniger Antriebe und Pumpen benötigen. Der Wirkungsgrad der Pumpen kann vor allem dadurch erhöht werden, indem der richtige Typ für die jeweilige Anwendung und Betriebsumgebung ausgewählt wird.

Was kann außerdem verbessert werden, um Strom zu sparen?

- ▶ Saugstutzen der Pumpe verbessert gestalten
- ▶ Doppelpumpenbetrieb
- ▶ Rotorblätter effizienter gestalten, etwa die Änderung des Anstellwinkels der Laufschaufeln
- ▶ Motor-Drehzahl richtig wählen.

Das technische Einsparpotenzial liegt bei 25 Prozent, das wirtschaftliche bei zwölf bis 15 Prozent.

Beispiel

In einer Fabrik fördert eine Kreiselpumpe Kondensat zum Kessel zurück. Es zeigte sich, dass der Pumpendruck zu hoch gewählt war. Die erforderliche Drosselung führte zur Instabilität (Kavitation) der Anlage und damit zu Störungen und hohen Betriebskosten. Durch einen kleineren Durchmesser beim Pumpenrad konnte die Pumpe unge-drosselt laufen und benötigte rund 30 Prozent weniger Leistung. Es genügte dadurch ein kleinerer Motor mit 75 statt 110 Kilowatt. Die Anlage läuft nun stabil – mit erheblich weniger Energie: 197 Megawattstunden pro Jahr.

Die Fabrik spart dadurch an Betriebs- und Wartungskosten rund 18.000 Euro pro Jahr ein. Die Kosten für die Umrüstung waren bereits nach rund elf Wochen ausgeglichen.

Weitere Informationen

- ▶ www.system-energieeffizienz.de
- ▶ www.initiative-energieeffizienz.de/uploads/media/Vortrag_Singr_n_VDMA_Internet_04.pdf

Beleuchtung

Bis zu 80 Prozent des Stromverbrauches für Beleuchtung können eingespart werden.

Was kann verbessert werden?

- ▶ Energiesparlampen (Kompaktleuchtstofflampen) statt Glühlampen einsetzen: rund 80 Prozent geringerer Stromverbrauch
- ▶ Halogen-Metaldampflampen statt Quecksilber-Hochdrucklampen verwenden: etwa 50 Prozent höhere Lichtausbeute und bessere Farbwiedergabe
- ▶ Leuchten für Leuchtstofflampen mit herkömmlichem Vorschaltgerät durch solche mit elektronischem Vorschaltgerät ersetzen: rund 20 Prozent geringerer Stromverbrauch, höhere Lampenlebensdauer sowie bessere Farbwiedergabe
- ▶ Spiegelrasterleuchten einsetzen
- ▶ In Hallen: T12-Leuchtstoffröhren durch T8- oder besser T5-Röhren ersetzen
- ▶ Zeitschaltuhren und Bewegungsmelder in Bereichen einsetzen, die nur zeitweise genutzt werden
- ▶ In Räumen mit Tageslichteinfall tageslichtabhängige Steuerung verwenden: fünf bis 40 Prozent geringerer Stromverbrauch.

Beispiel

Ein Automobilzulieferer ersetzte bei der Hallenbeleuchtung 1.000 Standardleuchtstoffröhren mit konventionellem Vorschaltgerät durch 750 Dreiband-Leuchtstoffröhren mit elektronischem Vorschaltgerät, Reflektoren und einer tageslichtabhängigen Steuerung. Dabei wurde auch die Anforderung der Arbeitstättenrichtlinien erfüllt. **Auf diese Weise konnten bei den Energie- und Instandhaltungskosten 5.000 bis 6.000 Euro pro Jahr eingespart werden.**

Weitere Informationen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=3905&RubrikID=3905



Lüftung, Kühlung und Kälte

Lüfter gibt es für verschiedene Anwendungen. Diese reichen von sehr kleinen Einheiten – etwa denen zur Kühlung elektronischer Baugruppen in Computern – bis zu sehr großen Einheiten wie Brennluft-Gebläsen in Kraftwerken. Beim Betrieb von Lüftungsanlagen kann Energie viel effizienter genutzt werden, wenn die Leistung der Anlage gemäß dem tatsächlichen Bedarf ausgelegt, die Anlage also nicht überdimensioniert ist.

Was kann verändert werden?

- ▶ Lüftungsmotoren mit veränderbarer Drehzahl einsetzen
- ▶ hohe Drehzahlen möglichst vermeiden
- ▶ dezentral lüften
- ▶ im kleinen Leistungsbereich EC-Ventilatoren verwenden – das sind Ventilatoren, die von bürstenlosen Motoren mit sehr hohem Wirkungsgrad angetrieben werden
- ▶ Lüftungsanlagen gebrauchen, die Wärme hocheffizient zurückgewinnen können.

Außerdem sollte die Wärme der abgesaugten Luft genutzt werden. Das ist vor allem bei der Abwärme von Trocknungs- oder Glühöfen sinnvoll. Sie kann dazu genutzt werden, um die Zuluft in Wärmetauschern vorzuwärmen. Dies gilt übrigens nicht nur für Lüftungs-, sondern auch für Produktionsanlagen.

Offene Lüftungssysteme sind nutzbar, um große Maschinen zu kühlen. Solche Systeme benötigen erheblich weniger Energie als Kompressionskältemaschinen, obwohl sie Ventilatoren verwenden.

Weitere Informationen

- ▶ www.bine.info/hauptnavigation/themen/industrie-und-gewerbe/kaelte-kuehlung/
- ▶ [www.eva.ac.at/\(publ\)/themen/thema_index.htm?thema_id=40](http://www.eva.ac.at/(publ)/themen/thema_index.htm?thema_id=40)
- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=3913&RubrikID=3913



Raumwärme und Warmwasser

Bei Raumwärme und Warmwasser hat das Nutzungsverhalten großen Einfluss. Wie lange beispielsweise belüftet und wie die Temperatur in der Nacht abgesenkt wird, das beeinflusst in hohem Maße den Energieverbrauch. Eine nachträgliche Wärmedämmung sollte erwogen werden.

Welche Effekte es hat, wenn die Verwendung des Brauchwarmwassers effizient geregelt wird, hängt stark vom Wasserverbrauch und dessen Anteil am Energieverbrauch eines Unternehmens ab. Das meiste Warmwasser wird in Sanitäreinrichtungen und Umkleieräumen benötigt. Weite Wärmewege verursachen bis zu 60 Prozent Wärmeverluste.

Weitere Möglichkeiten

- ▶ ältere, meist überdimensionierte und ineffiziente Wärmeerzeuger gegen moderne und leistungsoptimierte Systeme austauschen
- ▶ Flansche, Pumpen, Verschraubungen und Leitungen des Rohrnetzes dämmen
- ▶ Heizungsanlagensteuerung optimieren
- ▶ Kesselleistung dem tatsächlichen Bedarf anpassen
- ▶ Warmwasserbereitung nicht zu groß auslegen. Ist sie zu groß dimensioniert, führt das zu ungünstigen Betriebszuständen mit häufigen Start- und Abschaltvorgängen.
- ▶ druckgeregelte Hocheffizienz-Heizungspumpen verwenden – dadurch lassen sich Stromverbrauch und -kosten von Heizungspumpen um bis zu 70 Prozent reduzieren

- ▶ hydraulischen Abgleich durchführen – dadurch muss die Pumpe nicht gegen unnötigen Widerstand arbeiten, und die Heizkörper werden gleichmäßig warm.

Weitere Informationen

- ▶ www.bine.info
- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=3915&RubrikID=3915
- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=3916&RubrikID=3916

Industrieöfen

Industrieöfen werden zum Brennen, Schmelzen, Erwärmen, zu Guss- und Verformungszwecken, zur Wärmebehandlung, zum Sintern und Kalzinieren benötigt. Im Kleingewerbe spielen Öfen vor allem bei Bäckereien und zum Teil bei der Herstellung von Glas- und Steingut und im Metallgewerbe eine wichtige Rolle. Industrieöfen sind ein wesentlicher Schwerpunkt des Energieverbrauchs in der Industrie. Nach wie vor könnten die Öfen bei vielen Anwendungen technisch erheblich verbessert werden. Ein großer Teil der dafür erforderlichen Maßnahmen zahlt sich wirtschaftlich bald aus.

Durchlässige Strahlungswände tragen hier dazu bei, den Energieverbrauch zu senken. Solche permeablen Wände sind Wabenkörper, die in die Abgaskanäle eingebaut sind und dort durch heißes Abgas aufgeheizt werden. Ihre Wärme wird als Strahlungswärme an das zu nutzende Gut abgegeben. Dieses Prinzip führt zu einer realisierbaren Energieeinsparung von zwei bis fünf Prozent bei gleichzeitiger Leistungssteigerung des Ofens.

Außerdem:

- ▶ moderne Brennertechnologie mit hoher Luftvorwärmung einsetzen (Rekuperator-, Regenerator- sowie FLOX-Brenner zur flammenlosen Oxidation)
- ▶ sauerstoffangereicherte Verbrennungsluft und Sauerstoffanlagen einsetzen
- ▶ Messtechnik verbessern
- ▶ modellgestützte Ofenführung einsetzen
- ▶ Wärmedämmung verbessern
- ▶ Abwärme nutzen.

Die Verbrennung mit Sauerstoff allein führt nicht zur Energieeinsparung. Wegen des verringerten Stroms von Abgas lassen sich die Abgasverluste jedoch erheblich reduzieren und damit der Brennstoffverbrauch senken. Wenn die interne Abwärmenutzung im Prozess ausgeschöpft ist, sollte die verbleibende Abwärme an anderer Stelle im Betrieb genutzt werden. Ist das nicht möglich, gilt es, eine externe Nutzung der Abwärme anzustreben.

Weitere Informationen

- ▶ www.bine.info
- ▶ www.energieforum.ru/prjde_warmeruck/morenews.php?iditem=1&lang=de

Kraft-Wärme-Kopplung

Durch die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) wird die Primärenergie etwa aus Öl, Kohle oder Gas gleichzeitig als Strom und als Wärme genutzt. So lässt sich die Abwärme durch Stromerzeugung beispielsweise verwenden, um Gebäude oder Anlagen im Umkreis zu heizen. KWK-Anlagen führen besonders zu Energieeinsparungen, wenn ein Unternehmen ganzjährig viel Strom und Wärme benötigt. Da in den Sommermonaten keine Heizungswärme erforderlich ist, sind weitere Möglichkeiten zu prüfen, wie die Wärme genutzt werden kann: Ist beispielsweise Kühlung erforderlich, so dass wärmegetriebene Kältemaschinen genutzt werden könnten? Ist ein Schwimmbad in der Nähe zu beheizen? Der **Gesamtnutzungsgrad der Energie kann durch Kraft-Wärme-Kopplung auf 80 bis 90 Prozent steigen. Bis zu 40 Prozent an Primärenergie können so eingespart werden.**

Weitere Informationen

- ▶ www.asue.de/
- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=3912&RubrikID=3912
- ▶ www.bkwk.de

Elektronische Datenverarbeitung (EDV)

Viele Geräte verbrauchen Strom, auch wenn sie ihre eigentliche Funktion nicht erfüllen: im Leerlauf. Das ist zum Beispiel im Bereitschaftsbetrieb (Stand-by) der Fall oder wenn das Gerät nur vermeintlich ausgeschaltet ist. Bei Druckern und Kopierern kann durch Leerlauf weit mehr Strom verbraucht



werden als für das Drucken oder Kopieren. Es empfiehlt sich, die Geräte mit einer schaltbaren Steckdosenleiste nach jedem Arbeitstag vollständig vom Netz zu trennen. **Dadurch spart ein Unternehmen 20 bis 50 Prozent Stromkosten und Stromlast.** In kleinen und mittleren Unternehmen benötigen zwei Drittel der Netzrechner (Server), die nachts Prozesse wie die Datensicherung bearbeiten, dafür weniger als drei Stunden. Ein Viertel der Netzrechner wird nachts überhaupt nicht benötigt, und am Wochenende ist sogar jeder zweite unbeschäftigt.

Was kann bei EDV-Anlagen verbessert werden?

- ▶ Energiemanagement des Betriebssystems aktivieren
- ▶ Komponenten wie Hubs, Drucker oder Plotter außerhalb der Nutzungs- oder Betriebszeiten abschalten
- ▶ zentrale Pflege der Clients durch Systemmanagement-Server so organisieren, dass Rechner und Teilnetze nur bei Bedarf über Nacht in Betrieb sind
- ▶ neue energieeffiziente Geräte kaufen, bevorzugt solche mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ oder dem GEEA-Zeichen.

Nach Empfehlung von Experten und Computerherstellern gilt: Die zulässige mittlere Raumlufttemperatur in Rechenzentren oder EDV-Räumen braucht nicht tiefer als 26 Grad Celsius (°C) gehalten zu werden – geringere Temperaturen führen zu deutlich höherem Stromverbrauch durch Kühlung. Indem die freie Kühlung genutzt wird – abhängig von der Außentemperatur –, kann sehr viel Strom für Kühlung eingespart werden.

Weitere Informationen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=3893&CatID=4055&RubrikID=4055
- ▶ www.bmu.de/43253 – BMU-Broschüre: Energieeffiziente Rechenzentren

Tipps für einzelne Branchen

Jede Branche nutzt spezifische Technologien. Effiziente Anlagen und Geräte richtig auszuwählen, auszulegen und bedarfsgerecht zu betreiben, erschließt erhebliche Möglichkeiten zur effizienteren Nutzung von Energie. Einige Beispiele aus energieintensiven Branchen zeigen, dass es sich lohnt, bezogen auf den Einzelfall jedes Betriebs nach konkreten Einsparmöglichkeiten zu suchen.

Zellstoff- und Papierherstellung

Die Zellstoff- und Papierindustrie ist eine der energieintensivsten Branchen. Hier lohnt sich Energieeffizienz besonders. Das kann vor allem durch folgende Verbesserungen erreicht werden:

- ▶ Kraft-Wärme-Kopplung verstärkt einsetzen: siehe oben unter Kraft-Wärme-Kopplung
- ▶ Wärme-Rückgewinnungsanlagen ausbauen: siehe unter Lüftung, Kühlung und Kälte
- ▶ mechanische Entwässerung in der Pressenpartie verbessern: indem neue Aggregate eingesetzt werden, zum Beispiel eine Schuhpresse
- ▶ Aggregate mit höheren Wirkungsgraden verwenden
- ▶ energieintensive Holzstoffherzeugung durch Einsatz von Altpapier ersetzen
- ▶ verstärkt Füllstoffe und Pigmente bei grafischen Papieren einsetzen.





Der Energieverbrauch lässt sich weiter senken, wenn die Verfahrens- und Energietechnik zur Herstellung des Papiers verbessert wird. Dabei stehen folgende Möglichkeiten im Vordergrund:

- ▶ Wirkungsgrad im Kesselbereich steigern
- ▶ bei der Raum- und Haubenablufttechnik Energie besser nutzen: siehe oben unter Lüftung, Kühlung und Kälte
- ▶ energiesparende Stoffmahlung verwenden
- ▶ effiziente Antriebe, Pumpen und Kälteanlagen einsetzen und bedarfsgerecht auslegen und nutzen: siehe oben unter Elektromotoren, Pumpensysteme sowie Lüftung, Kühlung und Kälte
- ▶ den Druckluft Einsatz optimieren: siehe unter Druckluft
- ▶ durch erhöhte Bahntemperatur und verbesserte Entwässerung die Produktion steigern und Dampf einsparen.

Die Niedertemperaturabwärme in der Zellstoff- und Papierherstellung wird bisher oft noch nicht effizient genutzt: Über das Wassersystem und die Abluft geht diese Wärme verloren, könnte aber grundsätzlich auch außerhalb der Fabrik verwendet werden. Die Wirtschaftlichkeit hängt dabei stark von den vorhandenen Abnehmern und den logistischen Randbedingungen ab. So ist es etwa nur dann wirtschaftlich, Fernwärme zu nutzen, wenn ein entsprechendes Netz vorhanden ist.

Weitere Informationen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=&RubrikID=4043



Sägeindustrie

Strom aus Biomasse

In der Zellstoffindustrie und den größeren Sägewerken wird oft Energie aus Biomasse gewonnen – im Allgemeinen mit Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung, die gleichzeitig die Niedertemperaturwärme nutzen. Solche Anlagen lohnen sich allerdings erst ab einer Leistung im Megawatt-Bereich.

Absaugungen regulieren

Absaugungen sind für einen beträchtlichen Anteil des Stromverbrauches in dieser Branche verantwortlich. Er lässt sich wie folgt reduzieren:

- ▶ Absaugung auf tatsächlichen Anfall der Sägespäne einstellen
- ▶ kurze, möglichst gerade Rohrleitungen
- ▶ Anlagen regelmäßig warten
- ▶ dezentrale Lüftung: siehe unter Lüftung, Kühlung und Kälte.

Produktionsgeschwindigkeit anpassen

Maschinen sollten mit voller Produktionsgeschwindigkeit gefahren, aber nach Verwendung abgeschaltet werden. Bei den meisten Prozessen wie Entrindung, Sägen oder Besäumen wird für die Nebenbetriebe wie Hydraulik, Absaugung oder Hacker mehr Leistung und damit auch Strom benötigt als für den eigentlichen Prozess.

Querschnittstechniken

- ▶ Druckluft
- ▶ Elektromotoren
- ▶ Beleuchtung.

Weitere Informationen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=&RubrikID=3751

Holzbearbeitung und -verarbeitung

In der Holzindustrie gibt es eine Reihe von energetischen Schwachstellen. Vor allem ist zu berücksichtigen, dass Restholz verwertet, Druckluftanlagen optimiert sowie die Holz-trocknung verbessert werden kann. Energie wird außerdem durch folgende Maßnahmen besser genutzt:

Holztrocknung

- ▶ im Freien vortrocknen, sofern möglich
- ▶ Ventilatorleistung an die Holzfeuchte anpassen
- ▶ Trockenkammer langsam aufheizen
- ▶ Restholz in Holzkessel verwerten, um Trockenkammer zu heizen
- ▶ Trocknungsanlagen in die betriebliche Spitzenlastregelung einbinden.



Lackieranlage

- ▶ Raumlufte und Abwärme aus anderen Bereichen nutzen
- ▶ Abluftanlage von Spritzkabinen in Spritzpausen abschalten
- ▶ Infrarot- und UV-Strahler optimal ausrichten
- ▶ Anlagenteile möglichst nicht aufheizen
- ▶ Zerstäubungsdruck möglichst gering halten.

Absauganlage

- ▶ Schieber zu nicht betriebenen Maschinen konsequent schließen
- ▶ nicht benötigte Holzbearbeitungsmaschinen und die zugehörigen Absauganlagen abschalten
- ▶ maximalen Druckabfall im Filter regelmäßig kontrollieren
- ▶ Hochleistungsventilatoren verwenden
- ▶ abgesaugte Luft zurückführen.

Querschnittstechniken

- ▶ Druckluft
- ▶ Raumwärme und Warmwasser
- ▶ Beleuchtung.

Beispiel

In einem Betrieb zur Holzverarbeitung werden sieben Anlagen mit einer Gesamtnennleistung von 211,5 Kilowatt (KW) betrieben, um die Späne abzusaugen. Der Nennvolumenstrom beträgt 124.900 Kubikmeter pro Stunde (m³/h). Rund 31 Prozent der gesamten elektrischen Energie des Betriebes werden dadurch verbraucht. Eine intelligentere Energienutzung konnte wie folgt erreicht werden: Einige der Maschinen zur Holzbearbeitung wurden an andere Absauganlagen angeschlossen, bisher war deren Absaugleistung nicht voll genutzt worden. Dadurch kann nun eine Anlage mit 37 kW Nennleistung ganz abgeschaltet werden, eine weitere braucht täglich nur noch zwei Stunden zu laufen. 99 Megawattstunden wurden durch diese kleinen Veränderungen jährlich gespart und **damit etwa 7.250 Euro pro Jahr eingespart. Bei der Heizwärme wurden etwa 200 Megawattstunden im Jahr und damit circa 4.100 Euro eingespart.** Die Umstellungen kosteten etwa 6.000 Euro. **Innerhalb eines halben Jahres hatte sich die Investition durch die Einsparungen bereits gelohnt.**



Garnwechsel in der
Textilproduktion

Weitere Informationen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=3695&CatID=&RubrikID=3736

Textilherstellung

In der Textilindustrie kostet die Produktion zunehmend mehr Kapital und Energie – durch neue Entwicklungen in der Maschinen- und Fertigungstechnik. Eine erhöhte Energieeffizienz gewinnt hier deshalb für die Unternehmen zunehmend an Bedeutung, um sich im internationalen Wettbewerb behaupten zu können. Wichtige Faktoren sind dabei neben der Betriebsgröße und den angewandten Prozessen beispielsweise auch Alter und Zustand der Produktionsanlagen.

Neben den Möglichkeiten durch Querschnittstechniken finden sich eine ganze Reihe allgemeiner Möglichkeiten, den Energiebedarf weiter zu senken:

- ▶ verstärkt Kraft-Wärme-Kopplung einsetzen
- ▶ Restwärme aus Spannrahmen nutzen
- ▶ Abwärme besser nutzen
- ▶ Anlagen regelmäßig warten und pflegen
- ▶ klimatisierte Bereiche geschlossen halten
- ▶ Leerlaufzeiten minimieren sowie nicht benötigte Anlagen ausschalten.

Querschnittstechniken

- ▶ Lüftung, Kühlung und Kälte
- ▶ Beleuchtung
- ▶ Raumwärme und Warmwasser
- ▶ Druckluft und Elektromotoren.

Weitere Informationen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=&RubrikID=3753

Steinindustrie und keramische Industrie

Umstellen eines Brennofens von Strom auf Gas

Bei einem Elektrobrennofen ist der Bedarf an Endenergie geringer als bei einem Gasbrennofen, aber der Bedarf an Primärenergie wie Kohle oder Gas sowie die Energiekosten sind wesentlich höher. Eine Umstellung von Strom auf Gas senkt die Betriebskosten und den Ausstoß an klimaschädlichem Kohlendioxid (CO₂) durch Kraftwerke erheblich.

Blockheizkraftwerk

Blockheizkraftwerke zu installieren und zu betreiben kann lohnende Einsparungen bringen, da die bei der Stromerzeugung anfallende Wärme genutzt wird.

Wärme

40 Prozent der Energie, die einem Brennofen zugeführt wird, gehen über das Abgas verloren. Deshalb:

- ▶ Heizluft besser nutzen
- ▶ Rauchgaswärme-Überträger installieren oder vorhandenen Wärmeüberträger verbessern.

Querschnittstechniken

- ▶ Raumwärme und Warmwasser
- ▶ Industrieöfen.

Weitere Informationen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=&RubrikID=3752



Auszubildender an der Drehbank

Metallverarbeitung

Die Energiekosten in der Metallverarbeitung liegen bei bis zu sechs Prozent des Jahresumsatzes der Unternehmen. Bisherige Erfahrung zeigen: Die Stromkosten können um zehn Prozent, die Wärmekosten um bis zu 20 Prozent und die häufig hohen Wasser- und Abwasserkosten um rund fünf Prozent gesenkt werden. Bei durchschnittlichen Energiekosten von rund 200.000 Euro im Jahr können dadurch rund 30.000 Euro jährlich eingespart werden.

Um die Energieeffizienz in der Metallverarbeitung zu optimieren, sollten vor allem folgende Maßnahmen vorangetrieben werden:

- ▶ Prozesse optimieren: zum Beispiel Maschinen in Schwachlastzeiten abschalten
- ▶ Leitungen und Armaturen gegen Wärmeverlust dämmen
- ▶ Abwärme von Öfen und Bädern nutzen: siehe unter Lüftung, Kühlung und Kälte sowie Industrieöfen
- ▶ Mittelfrequenzöfen für Härteprozesse einsetzen
- ▶ Stahl durch induktive Verfahren erwärmen.

Querschnittstechniken

- ▶ Druckluft
- ▶ Elektromotoren
- ▶ Raumwärme und Warmwasser
- ▶ Beleuchtung
- ▶ Industrieöfen.

Weitere Informationen

- ▶ www.energieagentur.nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=3695&CatID=3722&RubrikID=3748
- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=&RubrikID=3748
- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=&RubrikID=3749

Galvanik

In der Galvanik könnte zwischen zehn und 20 Prozent Energie eingespart werden – durch ein systematisches Energiemanagement. Dazu sollten vor allem die Gleichrichteranlagen verbessert sowie die Abwärme der Gleichrichter – insbesondere bei älteren Selen-Gleichrichtern – und die Abluftwärme genutzt werden. Hierbei ist wichtig, die Zu- und Abluftführung zu optimieren.

Querschnittstechniken

- ▶ Druckluft
- ▶ Elektromotoren
- ▶ Beleuchtung
- ▶ Lüftung, Kühlung und Kälte.

Weitere Informationen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=&RubrikID=3734

Kunststoffverarbeitung

Kühlung, Klimatisierung und Lüftung

Müssen Produktionsanlagen gekühlt werden, sollte das geforderte Temperaturniveau überprüft werden. Es ist besser, einen Prozess vom allgemeinen Kältenetz abzukoppeln, als das ganze Netz auf besonders niedrigem Temperaturniveau zu betreiben. Deshalb sind Wärmequellen in zu kühlenden Räumen zu entfernen und die Fenster geschlossen zu halten.

Auch bei der Lüftung gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, Energie effizienter zu nutzen. Betriebsdauer und Größenauslegung der Anlagen lassen sich in der Regel besser auf den Produktionsprozess abstimmen. Dazu sind Führung und Beschaffenheit der Rohre sowie die geometrische Anordnung der Luftführung zu überprüfen. Der Lüftungsbedarf, den eine große Hallenlüftungsanlage braucht, kann gesenkt werden: Die schadstoffbelastete Abluft ist direkt am Entstehungsort, also dezentral abzusaugen. Weitere Informationen dazu im Abschnitt Querschnittstechniken unter Lüftung, Kühlung und Kälte.

Weitere Möglichkeiten

- ▶ Prozesse optimieren
- ▶ Wärmedämmung
- ▶ Abwärme nutzen.

Querschnittstechniken

- ▶ Elektromotoren
- ▶ Raumwärme und Warmwasser.

Weitere Informationen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=3695&CatID=3722&RubrikID=3747



Kunststoff wird für ein Flugzeug-Triebwerk verarbeitet



Bäckereien

In Bäckereien steigt – durch zunehmende Automatisierung und mehr tiefgekühlte Waren – vor allem der Stromverbrauch. Dabei schlagen die Prozesswärme, die Kälte- und Wasseranlagen sowie die Beleuchtung am höchsten zu Buche.

Garen

Bei der Gare sollten vor allem die Anlagen möglichst weitgehend ausgelastet sein – und die Leerlaufzeiten gering. Außerdem kann mittels abgesenkter Temperatur die Gare und der Gärprozess unterbrochen oder verzögert werden: Das ermöglicht eine Vorproduktion. Die Teiglinge können danach langsam aufgetaut und auf Gärtemperatur gebracht werden.

Backen

Am meisten Energie brauchen Backöfen – wegen der oft zu hohen Temperaturen. Mess- und Regeleinrichtungen, wie Dampfblenden und Dampf-Regelventile, ermitteln den minimalen Dampfbedarf für das jeweilige Produkt während des Backvorganges. Mit Hilfe solcher Steuerungen kann zwischen acht und 25 Prozent des Energieverbrauchs der Backöfen eingespart werden. Weitere Informationen dazu sind im Abschnitt Industrieöfen zu finden.

Querschnittstechniken

- ▶ Lüftung, Kühlung und Kälte
- ▶ Beleuchtung
- ▶ Raumwärme und Warmwasser.

Weitere Informationen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=&RubrikID=4044
- ▶ www.umweltbundesamt.de/energie - hier auch der Bericht zum Energiesparprojekt der Ökobäckerei Schwarzmaier

Fleischverarbeitung

In der fleischverarbeitenden Industrie gibt es sehr unterschiedliche Betriebe, die Produktionsanlagen und Betriebsstrukturen weichen stark voneinander ab. Folgendes empfiehlt sich, um Energie einzusparen:

Leerlaufverluste vermeiden

Da die Anlagen sehr unterschiedlich lange beansprucht werden, gilt es zuvorderst, die Betriebszeiten an den Bedarf anzupassen – sofern das Fleisch dabei keinen Schaden durch zu lange Lagerzeiten nimmt. Die nötigen Investitionen sind eher gering und weitgehend unabhängig von der Anlagengröße. Bei größeren Verbrauchern lohnen sich solche Neuanschaffungen deshalb sehr schnell.



Druckluft

Siehe oben unter Querschnittstechniken.

Wärme aus Kälteanlagen

In der fleischverarbeitenden Industrie werden größere Mengen an Warmwasser benötigt. Dazu kann die Abwärme von Kompressionskältemaschinen genutzt werden. Weitere Informationen: im Bereich Querschnittstechniken unter Raumwärme und Warmwasser.

Weitere Maßnahmen

- ▶ Antriebsmotoren mit Drehzahlregelung einsetzen, um Fördermenge an den Mindestbedarf anzupassen
- ▶ von vielen kleinen Kälteanlagen auf eine zentrale Kälteversorgung umstellen
- ▶ Eiswasserspeicher einsetzen, um schwankenden Kältebedarf und Auslastung der Kälteanlage zu regulieren.

Weitere Informationen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=&RubrikID=3818

Brauereien

Abwärme

Die Abwärme lässt sich vor allem im Sudhaus nutzen.

Transport und Logistik

Hier fallen etwa 15 Prozent des Energieverbrauchs und 20 bis 25 Prozent der Energiekosten an. Durch einen modernen Fuhrpark und eine optimale Streckenplanung lassen sich viel Treibstoff und Kosten sparen.

Querschnittstechniken

- ▶ Druckluft
- ▶ Elektromotoren
- ▶ Raumwärme und Warmwasser
- ▶ Beleuchtung
- ▶ Lüftung, Kühlung und Kälte.

Weitere Informationen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?Infold=3484&rubrik=&termin=&TopCatID=&RubrikID=



Sudkessel einer Brauerei

Gastgewerbe

Im Gastgewerbe kann die Energieeffizienz in sehr unterschiedlichen Bereichen gesteigert werden. Allgemeine Möglichkeiten sind:

- ▶ defekte Dichtungen an Fenstern und Türen erneuern
- ▶ technische Geräte und Installationen regelmäßig überprüfen und warten
- ▶ moderne Systeme zur Einzelraumregelung einsetzen: Gebäudeleittechnik, Kartenschließsysteme und anderes.

Heizung und Warmwasser

Informationen im Abschnitt Querschnittstechniken unter Raumwärme und Warmwasser.

Lüftung und Klimaanlage

Lange Betriebszeiten und Anlagenbestandteile wie Ventilatoren, Pumpen, Kühl- und Heizsysteme führen zu hohem Energieverbrauch. Moderne und speziell auf die jeweilige Anwendung ausgerichtete Geräte sind hier deshalb wesentlich für eine energieeffizientere Betriebsführung.



Kälte- und Kühleinrichtungen

Kälteanlagen sind Großverbraucher: In einem Beherbergungsbetrieb mit Küche **machen sie oft mehr als 20 Prozent des Energieverbrauchs aus**. Hier gilt es, organisatorisch und energietechnisch zu optimieren. Weitere Informationen sind unter Lüftung, Kühlung und Kälte zu finden.

Beleuchtung

Siehe unter Beleuchtung im Abschnitt Querschnittstechniken.

Weitere Informationen

- ▶ www.energiekampagne-gastgewerbe.de
- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/page.asp?TopCatID=&CatID=&RubrikID=3740

Bürogebäude

Bürogebäude benötigen in der Regel eine hohe Grundlast. Das heißt: An Wochenenden, also während der Nutzungspausen, sinkt die Last kaum unter 50 Prozent des Spitzenwertes während der Arbeitstage. Hier müsste also wesentlich weniger Geld für Energie ausgegeben werden. Vor allem diese Querschnittstechniken sind wesentlich:

- ▶ Raumwärme und Warmwasser
- ▶ Beleuchtung
- ▶ Lüftung, Kühlung und Kälte
- ▶ EDV.

Weitere Informationen

- ▶ www.bine.info/hauptnavigation/publikationen/publikation/effizientes-buero-gebaeude-mit-flexiblem-raumkonzept/
- ▶ www.lfu.bayern.de/luft/fachinformationen/co2_minderung/doc/leitfaden_buero.pdf



Weitere Informationen

Adressen im Internet

- ▶ www.bmu.de/energieeffizienz
- ▶ www.umweltbundesamt.de/energie
- ▶ www.kfw.de
- ▶ www.initiative-energieeffizienz.de
- ▶ www.dena.de
- ▶ www.bine.info
- ▶ www.bayern.de/lfu
- ▶ www.isi.fraunhofer.de
- ▶ www.energieland.nrw.de
- ▶ www.lfu.bayern.de/luft/fachinformationen/co2_minderung/index.htm

Energiekonzepte für einzelne Branchen

- ▶ www.ea-nrw.de/unternehmen/
- ▶ www.energieland.nrw.de
- ▶ www.lfu.bayern.de/luft/fachinformationen/co2_minderung/index.htm

Literatur-Tipps

Jacob, U.: Energie effizient. Wie Industrie und Gewerbe Energie sparen können. Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) (Hrsg.) 2004. 59 S., www.dbu.de.

Dehli, M.: Energieeinsparung in Industrie und Gewerbe. Praktische Möglichkeiten des rationellen Energieeinsatzes in Betrieben. Renningen, 1998. 305 S., Kontakt & Studium, Band 535.

„Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen ...“

Grundgesetz, Artikel 20 a



BESTELLUNG VON PUBLIKATIONEN:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
Postfach 30 03 61
53183 Bonn
Tel.: 0228 99 305-33 55
Fax: 0228 99 305-33 56
E-Mail: bmu@broschuerenversand.de
Internet: www.bmu.de

Diese Publikation ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Gedruckt auf Recyclingpapier.