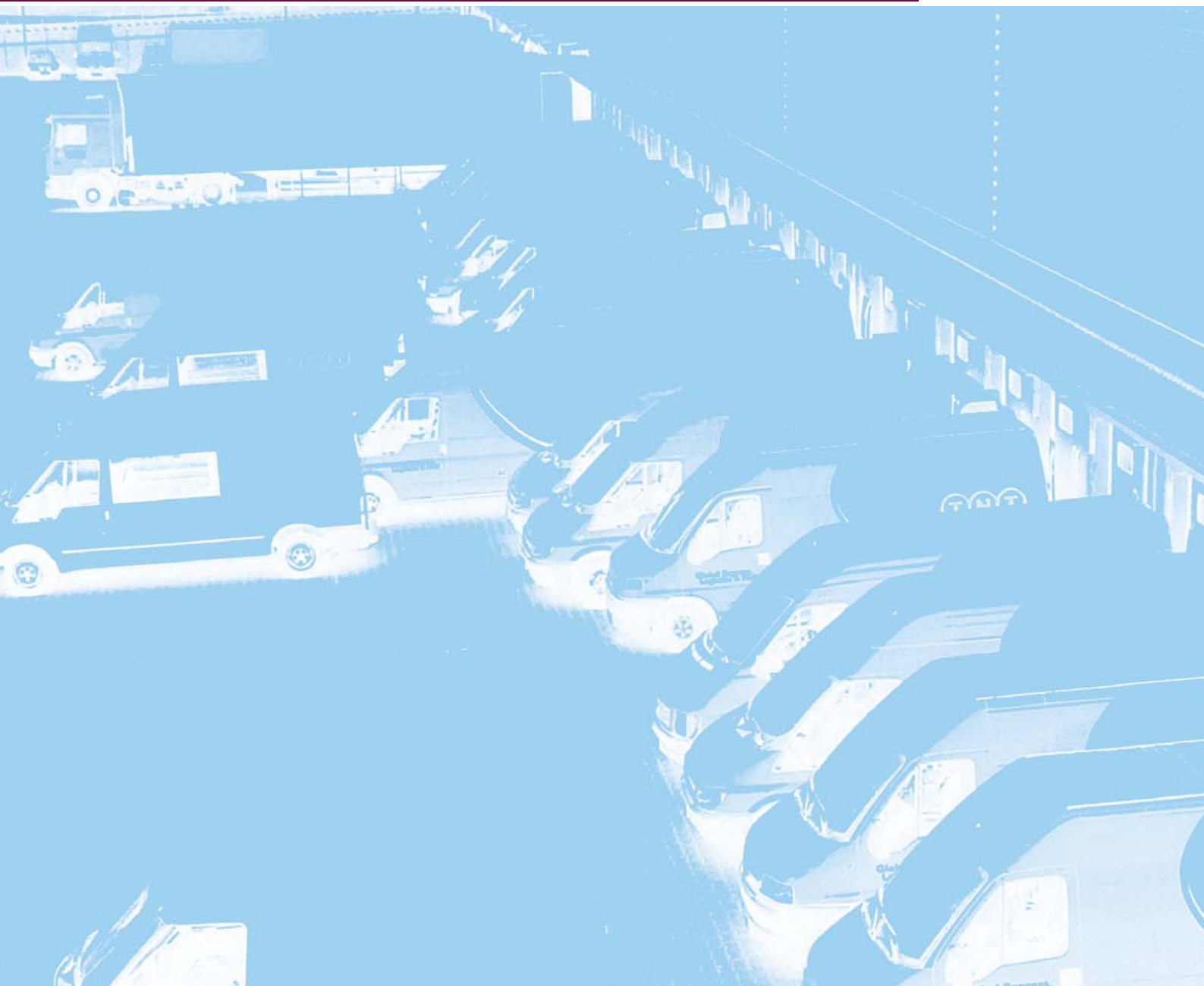


KURS 21:
Schulenunternehmen
Zukunft



THEMENHEFT 2
UNTERNEHMEN UND FAKTOR ENERGIE

H2



Herausgeber:



Institut Unternehmen & Schule GmbH
Prof. Dr. Günter Vollmer
Dr. Christoph Merschhemke
Dechenstraße 2
53115 Bonn

H2

Impressum

Konzept und Realisation / Kontakt

Dr. Christoph Merschhemke
christoph.merschhemke@unternehmen-schule.de
Prof. Dr. Günter Vollmer
guenter.vollmer@unternehmen-schule.de
Marco Schlegel
marco.schlegel@unternehmen-schule.de

Layout / Umsetzung

dreizueins werbewerk, 57627 Hachenburg

Copyright

Institut Unternehmen & Schule GmbH
1. Auflage Februar 2006
Vervielfältigung im Klassensatz erlaubt

Internet

www.kurs-21.de

gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)



Themenheft 2 – Unternehmen und Faktor Energie

H2

Inhalt

1. Einleitung	S. 4
2. Sach- und Hintergrundinformationen	S. 5-7
3. Didaktische Aspekte	S. 8-9
3.1 Lebensweltbezug und Handlungsorientierung	
3.2 Einordnung der Lernpartnerschaft in Schulprojekte und in den Fachunterricht	
4. Internetlinks	S. 10-11
5. Praxisbausteine	S. 12
Baustein 1 – Energieträger und Energieverbrauch im privaten Haushalt (Erdkunde, Politik, Wirtschaft)	S. 14
Didaktische Anmerkungen	
Impulsblatt 1: Energiebegriff und Maßeinheiten	S. 15
Impulsblatt 2: Energiebedarf und Energieverbraucher	S. 16
Impulsblatt 3: Energieverbraucher im Haushalt	S. 17
Baustein 2 – Energieträger und Energieverbrauch in der Wirtschaft (Erdkunde, Politik, Wirtschaft)	S. 18
Didaktische Anmerkungen	
Impulsblatt 1: Metro Großmarkt, Leverkusen (Handel)	S. 19
Impulsblatt 2: TNT Express, Köln (Transportdienstleistung)	S. 20
Impulsblatt 3: Aluminium Norf, Neuss (Chemieindustrie)	S. 21
Impulsblatt 4: Lafarge Zement, Kall (Baustoffindustrie)	S. 22
Impulsblatt 5: Cerestar Deutschland, Krefeld (Lebensmittelindustrie)	S. 23
Baustein 3 – Emissionsbelastungen durch den Energieeinsatz (Chemie, Physik, Technik)	S. 24
Didaktische Anmerkungen	
Impulsblatt 1: Treibhausgase und Feinstaubemissionen	S. 25
Impulsblatt 2: TNT Express, verschiedene Standorte (Transportdienstleistung)	S. 26
Impulsblatt 3: Aluminium Norf, Neuss (Chemieindustrie)	S. 27
Impulsblatt 4: Lafarge Zement, Kall (Baustoffindustrie)	S. 28
Impulsblatt 5: Cerestar Deutschland, Krefeld (Lebensmittelindustrie)	S. 29
Baustein 4 – Maßnahmen zur Energieeinsparung (Chemie, Technik, Erdkunde, Politik, Wirtschaft)	S. 30
Didaktische Anmerkungen	
Impulsblatt 1: Strategien zur Energieeinsparung	S. 31
Impulsblatt 2: TNT Express, verschiedene Standorte (Transportdienstleistung)	S. 32
Impulsblatt 3: Metro Großmarkt, Leverkusen (Handel)	S. 33
Impulsblatt 4: Aluminium Norf, Neuss (Chemieindustrie)	S. 34
Impulsblatt 5: Cerestar Deutschland, Krefeld (Lebensmittelindustrie)	S. 35

Energiefragen nehmen eine bedeutende Rolle im Schulleben ein. Grund dafür ist einerseits der wachsende Energiebedarf der Menschheit, während sich gleichzeitig das Ende der fossilen Energieressourcen andeutet, und andererseits ein insgesamt gestiegenes Umweltbewusstsein in der Gesellschaft, die den verstärkten Einsatz erneuernder Energieträger fordert und die die Folgen des intensiven Energieeinsatzes immer deutlicher zu spüren bekommt.

Im Jahre 2004 lag der Primärenergieverbrauch in Deutschland bei 4 Millionen Gigawattstunden (GWh¹). Diese Energiemenge verteilt sich auf Unternehmen aller Branchen, Privathaushalte und Verkehr. Die für Schülerinnen und Schüler abstrakte Zahl erhält durch den Dialog mit dem Partnerunternehmen eine fassbare Dimension. Die Jugendlichen erfragen und erkunden die in ihrem Partnerunternehmen eingesetzten Energiequellen und Energieträger, sie fragen nach den Energieverbrauchswerten sowie den damit einhergehenden Umweltbelastungen und sie diskutieren die Bemühungen des Unternehmens zur Energieeinsparung und die Möglichkeiten des Einsatzes von alternativen Energiequellen.

H2

1. Einleitung

Nachfolgend finden Sie 4 Praxisbausteine für die Zusammenarbeit von Schule und Nachbarunternehmen zum Thema „Unternehmen und Faktor Energie“. Adressaten sind Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 9 und 10, Lehrkräfte sowie die Beschäftigten in den Partnerunternehmen.

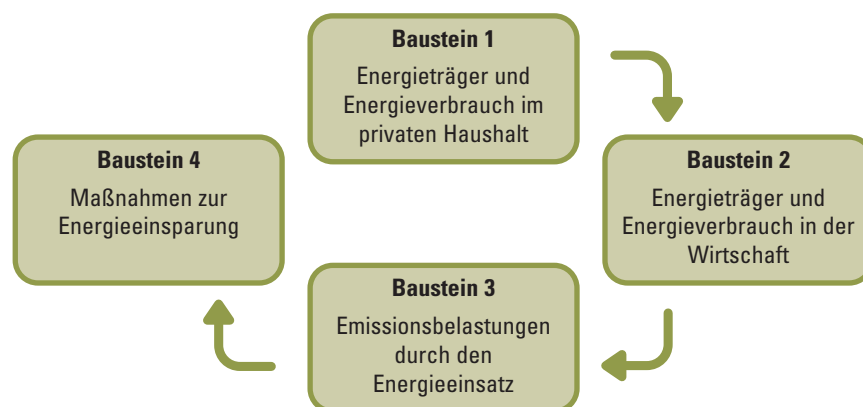
In **Baustein 1** setzen sich die Jugendlichen zunächst mit dem Energieverbrauch im privaten Haushalt auseinander. Dies eröffnet ihnen die Möglichkeit für Vergleiche mit den Energieverbrauchswerten der Unternehmen, die in den später aufgeführten Beispielen genannt werden.

In **Baustein 2** werden der Energieverbrauch und die eingesetzten Energieträger in Unternehmen dargestellt.

Die einzelnen Bausteine bestehen aus einem Blatt mit didaktischen Anmerkungen und mehreren Arbeitsblättern, die sich z. T. auf Unternehmen verschiedener Branchenzugehörigkeit beziehen. Die Schülerinnen und Schüler nutzen die Arbeitsblätter als Grundlage für den Vergleich mit ihrem Partnerunternehmen.

Baustein 3 macht deutlich, mit welchen Emissionen der Energieverbrauch in Unternehmen verbunden ist.

Baustein 4 zeigt unterschiedliche Strategien, Techniken und Verfahren zur Energieeinsparung in Unternehmen.



¹ Datenquelle: Energieagentur NRW und Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, 2004

Nachfolgend werden grundlegende Begriffe zum Themenfeld „Unternehmen und Faktor Energie“ erläutert. Zudem werden gesetzliche Grundlagen zum Umgang mit dem Thema Energie in Unternehmen sowie ausgewählte Verfahren und Techniken zur Energieeinsparung skizziert.



2. Sach- und Hintergrundinformationen

H2

Gesamtenergieverbrauch und Energieverbrauch in der Industrie

Im Jahre 2004 lag der Primärenergieverbrauch in Deutschland bei 4 Millionen GWh (1 GWh = 1.000.000 kWh). Der Primärenergieverbrauch gibt an, wie viel Energie in einer Volkswirtschaft in einer Zeiteinheit (meistens ein Jahr) eingesetzt wird, um alle Energiedienstleistungen wie zum Beispiel Produzieren, Heizen, Bewegen, elektronische Datenverarbeitung, Telekommunikation oder Beleuchten zu realisieren.

Der Endenergieverbrauch lag 2004 bei 2,6 Millionen GWh (Haushalte: 0,76 Mio. GWh; Verkehr: 0,74 Mio. GWh; Industrie: 0,67 Mio. GWh; Gewerbe, Handel und Dienstleistungen: 0,42 Mio. GWh). Als Endenergie bezeichnet man denjenigen Teil der Primärenergie, welcher dem Verbraucher nach Abzug von Transport- und Umwandlungsverlusten (z. B. bei der Stromerzeugung) zur Verfügung steht. Der Anteil von elektrischem Strom an der Endenergie lag 2004 bei ca. 20 %. Dabei wurde rund die Hälfte des Stroms in der Industrie verbraucht.²

Energieeffizienz

Die **Energieeffizienz** gibt Aufschluss darüber, wie erfolgreich die eingesetzte Primärenergie genutzt wird und in welchem Ausmaß es gelingt, die „Energieverluste“ klein zu halten. Das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand bzw. Energieertrag zu Energieeinsatz wird als Wirkungsgrad bezeichnet. Der theoretisch mögliche Wert von 1 bzw. 100 % wird in der Praxis nicht erreicht, weil bei allen Energieumwandlungsprozessen Verluste (z. B. Wärmeverluste oder Reibungsverluste) anfallen.

Durch **Kraft-Wärme-Kopplung** kann die im Brennstoff enthaltene Energie nicht nur zu etwa 20 - 40% wie bei der reinen Stromerzeugung, sondern zu mehr als 85 %³ genutzt werden. Der Begriff steht für alle Verfahren, bei denen eine Anlage aus der zugeführten Energie zeitgleich mehrere Zielenergien, z. B. mechanische Energie und Wärme, erzeugt. Diese werden dann für unterschiedliche Prozesse, z. B. zur Stromerzeugung und als Fernwärme, genutzt. Auf diese Weise gelingt es, die bei der Energieumwandlung freiwerdende Wärme sinnvoll zu nutzen und nicht einfach in die Umgebung abzuleiten.

² Datenquelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit 2004

³ siehe Deutsche Energie-Agentur, dena (www.thema-energie.de)



H2

2. Sach- und Hintergrundinformationen

Blockheizkraftwerk

Einige, vor allem energieintensive Unternehmen erzeugen elektrischen Strom vor Ort in Kraftwerken, anstatt den benötigten Strom von Stromanbietern zu beziehen. Ein Blockheizkraftwerk (BHKW) oder ein modernes Gaskraftwerk sind typische Beispiele dafür. Hierbei werden nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung sowohl die erzeugte elektrische Energie als auch die bei der Verbrennung eines Energieträgers anfallende thermische Energie genutzt. Neben der energieeffizienten Kopplung von Kraft und Wärme liegt der ökologische und ökonomische Vorteil eines am Standort betriebenen Blockheizkraftwerkes darin, dass Strom und Wärme direkt vor Ort erzeugt und verbraucht werden. Somit entfallen die sonst üblichen Energieverluste, die über den Leitungsweg vom Energieversorger zum Abnehmer auftreten. Überschüssiger Strom lässt sich vergleichsweise verlustarm in das öffentliche Verbundnetz einspeisen.

Immissionsgrenzwert

Der Immissionsgrenzwert wird auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse mit dem Ziel festgelegt, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und/oder die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhüten oder zu verringern. Dieser Grenzwert muss innerhalb eines bestimmten Zeitraums erreicht und darf danach nicht überschritten werden: So darf die seit dem 1. Januar 2005 über 24 Stunden gemessene Belastung mit Feinpartikeln (Ruß und Schwebstoffe) nicht mehr als 50 µg pro Kubikmeter Luft betragen. Dabei werden maximal 35 Überschreitungen pro Jahr toleriert.⁴

Emissionsgrenzwert

Die Technische Anleitung Luft (TA - Luft) macht Angaben zu den Emissionsgrenzwerten in Industrie-Feueranlagen. Die Verordnung legt fest, dass die aktuellen Grenzwerte von 50 mg Staub (Ruß und Feinpartikel) pro Kubikmeter Abgase bis spätestens zum 30.10.2007 auf 20 mg Staub pro Kubikmeter Abgase reduziert werden. Neuanlagen müssen diesen Grenzwert bereits seit Oktober 2002 einhalten, Altanlagen müssen bis spätestens Anfang November 2007 entsprechend nachgerüstet sein, damit sie die Grenzwerte einhalten.⁵

⁴ Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft

⁵ Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft vom 24.07.2002 (GMBI. S.511)



H2

2. Sach- und Hintergrundinformationen

Ökologische Steuerreform (Ökosteuer)

Die **Ökologische Steuerreform** hat seit 1999 die Steuern für leichtes Heizöl und Gas sowie für Kraftstoffe und Strom in einzelnen Schritten angehoben. Die Ökosteuer verteuert den Verbrauch von Strom sowie von Heiz- und Kraftstoffen. Damit gibt sie den Verbrauchern Anreize, Energie zu sparen und rationeller einzusetzen. Das Aufkommen der Ökosteuer fließt zu rund 90 % in die Rentenkassen. Dadurch verringern sich die Rentenbeiträge, die Beschäftigte und Arbeitgeber zu entrichten haben. Die Ökosteuer macht Arbeit also billiger und schafft so Impulse für mehr Beschäftigung.⁶

Von der Erhöhung der Mineralölsteuer befreit sind Unternehmen des Produzierenden Gewerbes. Strom erhalten diese Betriebe zu einem ermäßigten Steuersatz. Die Unternehmen sind von der ökologischen Steuerreform insgesamt unterschiedlich entlastet. Personalintensive Betriebe mit geringem Energieverbrauch profitieren von der Senkung der Lohnnebenkosten, während Unternehmen mit hohem Energieverbrauch und geringer Anzahl von Beschäftigten durch die ökologische Steuerreform belastet werden.

Erneuerbare-Energien-Gesetz

Das „deutsche Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien“, in der Kurzfassung „**Erneuerbare-Energien-Gesetz**“ (EEG) genannt, soll den Ausbau von Energieversorgungsanlagen vorantreiben, die aus sich erneuernden, regenerativen Quellen gespeist werden, insbesondere aus Wind- und Sonnenenergie. Es gehört zu einer ganzen Reihe gesetzlicher Maßnahmen, mit denen die Abhängigkeit von fossilen Energien verringert werden soll.

Da die meisten erneuerbaren Energien keinen Ausstoß von Treibhausgasen verursachen, dient ihr Ausbau gleichzeitig auch dem Ziel des Klimaschutzes. Das EEG trat am 01.04.2000 in Kraft und wurde am 09.07.2004 novelliert. Die Abnahmegarantie und die hohen Vergütungen für den eingespeisten Strom aus regenerativen Quellen machen den Strom insgesamt teurer, was bei Unternehmen und Industrieverbänden vielfach zu Protesten geführt hat.

Emissionshandel

Der Emissionshandel ist neben der Ökosteuer und dem Erneuerbare-Energien-Gesetz ein weiteres Instrument mit Perspektiven für den Umweltschutz, das die Unternehmen zur Energieeinsparung anspornen soll und das Anreize schafft, den Wirkungsgrad von Anlagen und Maschinen zu optimieren. Im Rahmen des so genannten Kyoto-Protokolls sind für die beteiligten Industrienationen Ziele für die Reduzierung klimawirksamer Gase, insbesondere CO₂, festgelegt worden. Deutschland muss bis zum Jahr 2008 die Emissionen an Treibhausgasen um 21 % – bezogen auf den Stand des Jahres 1990 – reduzieren. Ende 2002 lag die Reduzierung bereits bei 19 %.⁷

Zur Umsetzung dieser Forderung erhalten die Unternehmen eine eingeschränkte und mit der Zeit verringerte Anzahl an Emissionszertifikaten, die die Emission bestimmter Mengen klimarelevanter Gase gestatten. Unternehmen, die mehr Zertifikate benötigen, müssen diese von anderen Unternehmen, die weniger benötigen, weil sie ihre Reduktionsverpflichtung schon weitergehend erfüllt haben, kaufen.

⁶ www.bmu.de/oekologische-finanzreform

⁷ www.env-it.de/umweltdaten (Umweltdaten Deutschland online, Bundesumweltamt)

3.1 Lebensweltbezug und Handlungsorientierung

Die Praxisbausteine sollen den Dialog über Energiefragen zwischen Schülerinnen und Schülern, Lehrkräften sowie den Beschäftigten in den Betrieben anregen. Unternehmen verbrauchen häufig große Energiemengen für die Herstellung von Produkten und/oder die Bereitstellung von Dienstleistungen. Um entsprechende Fakten und Verbrauchsmengen veranschaulichen und verdeutlichen zu können, ist es sinnvoll, diese mit den Energiebedarfswerten der Schule und des privaten Haushaltes zu vergleichen.

Die Ermittlung entsprechender Vergleichsdaten bietet zahlreiche Möglichkeiten für ein selbsttätiges Handeln und Erkunden der Schülerinnen und Schüler:

- Die Jugendlichen messen den Energieverbrauch mit handelsüblichen Energieverbrauchs-Messgeräten (Wattmeter) oder sie lesen den Stromzähler der Schule / der privaten Haushalte über einen Zeitraum von mehreren Tagen regelmäßig ab und berechnen auf dieser Basis den Jahresverbrauch.
- Sie entnehmen den Energieverbrauch aus der Gas- und Stromrechnung.
- Sie berechnen auf der Basis ihrer Recherchen den durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch einer Klasse.

Anregungen und Materialien zur Unterstützung von Schüleraktivitäten liegen von verschiedenen Agenturen vor; neben Energiechecks (z. B. Energieagentur NRW, <http://www.ea-nrw.de/haushalt/energiecheck/>) kann auch ein Messkoffer genutzt werden (z. B. <http://www.energieversorgung-gera.de/page/service/schulprojekte/>).

3.2 Einbindung der Lernpartnerschaft in Schulprojekte und den Fachunterricht

Vor dem Hintergrund begrenzter fossiler Energieträger auf der einen Seite und eines wachsenden globalen Energiebedarfs auf der anderen Seite sind Energiefragen und Möglichkeiten eines energiesparenden Verhaltens von hoher gesellschaftlicher und damit auch didaktischer Bedeutung. Die Zusammenarbeit mit dem Partnerunternehmen bietet einerseits vielfältige Anknüpfungspunkte für die Gestaltung fachübergreifender oder auch jahrgangsübergreifender Projekte, die bereichernd für das Schulleben sind:

Eine **Energiespar-AG** ist ein Schulprojekt, das Schüler und Lehrkräfte – unterstützt vom Hausmeister und vom Umweltbeauftragten des Unternehmens – gemeinsam realisieren. Ziel sind verschiedene Maßnahmen zum Energiesparen in der Schule. Neben dem umweltzieherischen Wert entsprechender Projekte wird die Motivation durch finanzielle Anreize gestärkt: So belohnen und unterstützen viele Kommunen und z. T. auch Förderer aus der Wirtschaft mit Programmen wie „fifty-fifty“ oder „Contracting“ das Engagement von Schulen (<http://www.umweltschulen.de/fundgrube/negawatt.html>).

3. Didaktische Aspekte

H2

Andererseits lassen sich verschiedene Fragestellungen und Aktivitäten in den **Fachunterricht** integrieren:

Physik:

Die Zusammenarbeit mit dem Partnerunternehmen kann an verschiedene Fachinhalte und Begrifflichkeiten anknüpfen, u. a. Energiebegriff, Energieeinheiten, elektrische Energie, erneuerbare Energie, Wärmeenergie, Energie und Umwelt.

Einen interessanten Ansatz für eine umfassende schülerorientierte Behandlung des Themenfeldes „Energie“ findet man unter <http://www.martin-reuss.de/energie/energie1.htm>. Dargestellt ist ein so genanntes „WebQuest“ (frei übersetzt: abenteuerliche Spurensuche im Internet). Auf der Grundlage von Recherchen im Internet bearbeiten Schüler energiebezogene Projekte. Entsprechende Aktivitäten lassen sich sinnvoll mit einer Befragung und Erkundung im Partnerunternehmen kombinieren.

Technik:

Industrie- und Handelsunternehmen setzen verstärkt energieeffiziente Techniken ein, die dem neuesten Stand der Technik entsprechen. Die Behandlung technischer Systeme in Betrieben kann im Unterricht u. a. am Beispiel innovativer Umwelttechnik zur Energieeinsparung oder Emissionsreduzierung erfolgen.

Erdkunde:

Im Erdkundeunterricht sind Fragen der lokalen und regionalen Energieversorgung, der Energiegewinnung und der Strommärkte Unterrichtsgegenstand. In der Kooperation mit dem Partnerunternehmen kann es daher beispielsweise von Interesse sein, zu untersuchen, ob und wie das Unternehmen von der Liberalisierung der Strommärkte profitiert. Auch lohnt der Vergleich der Grundpreise, zu denen das Unternehmen Strom einkauft oder produziert, mit den Stromkonditionen für die Schule oder den Privathaushalt.

Politik / Sozialwissenschaften:

Die ökologische Steuerreform (Ökosteuer), das „Erneuerbare-Energien-Gesetz“ oder auch der „Emissionshandel mit Treibhausgasen“ haben weitreichende Auswirkungen auf Unternehmen. Im Fach Politik / Sozialwissenschaften kann den Effekten einzelner Gesetze auf ökonomische und ökologische Rahmenbedingungen und Entscheidungen des Partnerunternehmens nachgegangen und beispielsweise die folgende Frage behandelt werden: Wie wirkt sich eine Unternehmensinvestition in den Umweltschutz unter ökonomischer und ökologischer Perspektive aus?

Die hier angegebenen Links richten sich an die für die Zusammenarbeit zuständigen Lehrkräfte und Unternehmensexperten. Sie stellen weitere Informationen zum Thema bereit oder sie geben zusätzliche Anregungen für die Gestaltung der Zusammenarbeit.

H2

4. Internetlinks

Allgemein

<http://www.thema-energie.de/>

Thema-Energie.de ist ein umfassendes Informations- und Nachschlagewerk zu allen Fachbegriffen zum Thema Energie.

<http://www.deutsche-energie-agentur.de>

Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) ist das bundesdeutsche Kompetenzzentrum für Energieeffizienz und regenerative Energien.

<http://www.ea-nrw.de/infografik/page.asp?TopCatID=3107&RubrikID=3107>

Verbrauchsdaten für Primär- und Endenergie, aufgelistet von der Energieagentur NRW. (www.ea-nrw.de)

<http://www.LUA.NRW.de>

Emissionen/Immissionen/Umweltschutz/Statistiken/Karten

Energiebegriff / Maßeinheiten

<http://www.learn-line.nrw.de/angebote/agenda21/lexikon/kalorie.htm>

Auf dem nordrhein-westfälischen Bildungsserver learn:line, herausgegeben vom Landesinstitut für Schule/Qualitätsagentur, findet man wertvolle Hinweise zum Begriff Energie und den Maßeinheiten.

Energie im Haushalt und in der Schule

<http://www.nest-wob.de/downloads/Energie/Energiespartipps%20schoenau.pdf>

Der Bund der Energieverbraucher stellt eine Broschüre rund um das Thema „Energie und Energieeinsparung im Haushalt“ als pdf-Datei zur Verfügung. Darin sind in anschaulicher Weise interessante Zahlen und Fakten zum Energieverbrauch und Tipps und Hilfen zur Energieeinsparung enthalten.

Speziell für Schulen findet man Informationen rund um Energiesparprogramme und -initiativen unter:

<http://www.umweltschulen.de/energie/index.html>

Portal der Initiative „Umweltschulen.de“.

<http://lbs.hh.schule.de/welcome.phtml?unten=/klima/fifty/fifty-0.html>

Fifty-fifty – Konzept an Hamburger Schulen. Internetangebot der Freien und Hansestadt Hamburg.



4. Internetlinks

H2

Energieeffizienz im Unternehmen

<http://www.initiative-energieeffizienz.de/>

Kampagne der Deutschen Energie Agentur als Aktionsplattform für private Haushalte, Industrie und Gewerbe.

<http://www.energieeffizient.com/>

Das Projekt „EnergieEffizient“ will mittelständische Industrieunternehmen dabei unterstützen, dieses Potenzial auszuschöpfen und mit innovativen Lösungen das technisch Mögliche betrieblich umzusetzen.

<http://www.system-energieeffizienz.de>

Bundesweite Informationskampagne zur Senkung des Stromverbrauchs in Industrie und Gewerbe.

Energiegesetze

<http://www.germanwatch.org/folien/eu-et/folie001.htm>

Emissionshandel: Informationen der Initiative German Watch.

<http://www.bmu.de/emissionshandel/downloads/doc/35350.php>

Emissionshandel: Broschüre des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

<http://www.oeko-steuer.de/>

Informationen des Bundes für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V.

<http://www.bmu.de> → Stichwort „Ökologische Finanzreform“

Informationen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

<http://www.erneuerbare-energien.de>

Erneuerbare-Energien-Gesetz: Informationen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.



H2

5. Praxisbausteine

Baustein 1 – Energieträger und Energieverbrauch im privaten Haushalt (Erdkunde, Politik, Wirtschaft)

Didaktische Anmerkungen

Impulsblatt 1: Energiebegriff und Maßeinheiten

Impulsblatt 2: Energiebedarf und Energieverbraucher

Impulsblatt 3: Energieverbraucher im Haushalt

Baustein 2 – Energieträger und Energieverbrauch in der Wirtschaft (Erdkunde, Politik, Wirtschaft)

Didaktische Anmerkungen

Impulsblatt 1: Metro Großmarkt, Leverkusen (Handel)

Impulsblatt 2: TNT Express, Köln (Transportdienstleistung)

Impulsblatt 3: Aluminium Norf, Neuss (Chemieindustrie)

Impulsblatt 4: Lafarge Zement, Kall (Baustoffindustrie)

Impulsblatt 5: Cerestar Deutschland, Krefeld (Lebensmittelindustrie)

Baustein 3 – Emissionsbelastungen durch den Energieeinsatz (Chemie, Physik, Technik)

Impulsblatt 1: Treibhausgase und Feinstaubemissionen

Impulsblatt 2: TNT Express, verschiedene Standorte (Transportdienstleistung)

Impulsblatt 3: Aluminium Norf, Neuss (Chemieindustrie)

Impulsblatt 4: Lafarge Zement, Kall (Baustoffindustrie)

Impulsblatt 5: Cerestar Deutschland, Krefeld (Lebensmittelindustrie)

Baustein 4 – Maßnahmen zur Energieeinsparung (Chemie, Technik, Erdkunde, Politik, Wirtschaft)

Impulsblatt 1: Strategien zur Energieeinsparung

Impulsblatt 2: TNT Express, verschiedene Standorte (Transportdienstleistung)

Impulsblatt 3: Metro Großmarkt, Leverkusen (Handel)

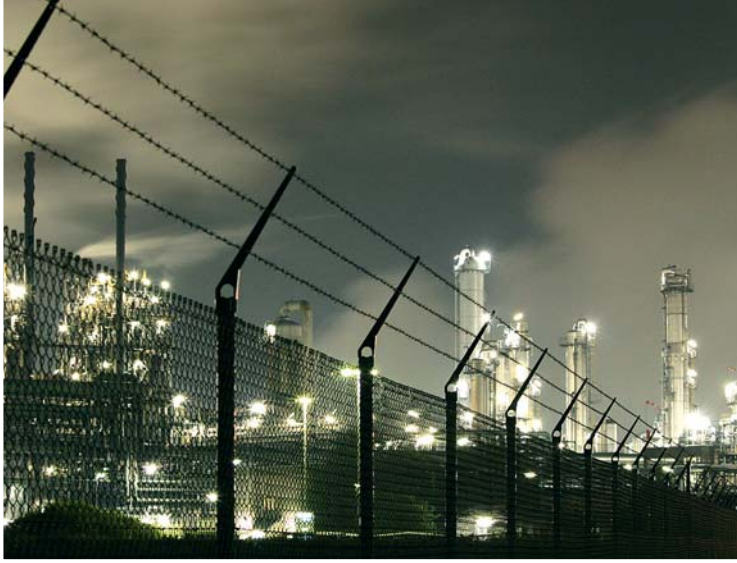
Impulsblatt 4: Aluminium Norf, Neuss (Chemieindustrie)

Impulsblatt 5: Cerestar Deutschland, Krefeld (Lebensmittelindustrie)



H2





H2

Baustein 1: Energieträger und Energieverbrauch im privaten Haushalt Didaktische Anmerkungen

Intention/Lernziele

Schülerinnen und Schüler lernen Verbrauchswerte für die im häuslichen Umfeld aufgewendete Energie kennen. Sie befragen ihre Eltern nach den Energiequellen und sie spüren die Hauptenergieverbraucher im Haushalt auf. Die Kenntnis der Verbrauchswerte im häuslichen Umfeld ist gleichzeitig Grundlage für einen späteren Vergleich mit dem Energieverbrauch im Partnerunternehmen.

Recherchen im privaten Umfeld – Schüler als Energiedetektive

- !- Die Schülerinnen und Schüler erstellen eine Mind-Map für die Durchführung von Erkundungen im häuslichen Umfeld zum Thema Energie (Energiequellen, Energieverbrauch, Hauptenergieverbraucher, Energiekosten, Energieeinsparungsmöglichkeiten).
- !- Sie lesen den Strom- und Gaszähler über den Zeitraum von mehreren Tagen ab.
- !- Sie recherchieren den Energieverbrauch anhand der Energierechnungen.
- !- Sie messen den Energieverbrauch einzelner Geräte (z. B. Bügeleisen, Fernseher, Kühlschrank) und berechnen die Energiekosten auf der Basis von Betriebszeiten. (Einfache Energieverbrauch-Messgeräte oder Wattmeter gibt es für ca. 10 Euro.)
- !- Sie vergleichen die Verbrauchswerte (kWh und Kosten pro Person) der einzelnen Schülerhaushalte und berechnen Durchschnittswerte.

Kernfragen

- ?- Welche Energiequellen kommen zum Einsatz und welchen Zweck erfüllen sie?
(z. B. elektrischer Strom, fossile Brennstoffe, Solarzellen)
- ?- Welche elektrischen Geräte sind die größten Verbraucher?
- ?- Wie viele Leuchten mit welcher Leistung sind im Haus?
- ?- Wie viel Warmwasser wird für welchen Zweck gebraucht?
- ?- Auf welche Temperatur ist die Heizung in der Heizperiode eingeregelt?
- ?- Wofür wird insgesamt die meiste Energie aufgewendet?
- ?- Welche Kosten entstehen dem Privathaushalt für Energie pro Tag/Monat/Jahr?
- ?- Gibt es Möglichkeiten, Energie einzusparen? (z. B.: Ersatz von Glühbirnen durch Energiesparleuchten, Vermeidung von Stand-By-Schaltungen)

Im Unterricht hast du die Einheit Kalorie (cal) als Maßeinheit für die Wärmeenergie kennen gelernt. Der Energiegehalt in Nahrungsmitteln wird üblicherweise in Kalorien angegeben. Die international verbindliche Maßeinheit für Energie ist das Joule (J).



Baustein 1: Energieträger und Energieverbrauch im privaten Haushalt Impulsblatt 1 – Energiebegriff und Maßeinheiten

H2

Mit Blick auf den Energiebedarf oder -verbrauch von Haushalten und Unternehmen ist die Einheit Watt (W) üblich. So kann z. B. eine Glühbirne eine elektrische Leistung von 100 Watt aufnehmen. Das Energieversorgungsunternehmen berechnet die bereitgestellte Leistung in kWh. Der Preis ist also abhängig davon, wie lange unsere 100 Watt Glühbirne eingeschaltet war.

Um den Energieverbrauch eines Unternehmens besser einschätzen zu können, ist der Vergleich mit dem Energieverbrauch bei dir zu Hause sinnvoll. Ein durchschnittlicher Haushalt mit 3 Personen verbraucht etwa 26.500 kWh Energie pro Jahr¹. Darin enthalten sind der Stromverbrauch durch Licht oder elektrische Geräte und der Energiebedarf für Warmwasser und Heizung.

Zur Erzeugung von Warmwasser und zum Heizen werden in den meisten Fällen Erdgas oder Erdöl eingesetzt. Die Preise für Strom und Erdgas sind unterschiedlich. Der Privatverbraucher zahlt für 1 kWh Strom zur Zeit etwa 17,0 Cent und für 1 kWh Erdgas (entspricht 0,1 Kubikmeter) ca. 5,3 Cent. Unternehmen können häufig bessere Konditionen für Strom und Erdgas aushandeln.

Was kann man sich unter einer Kilowattstunde Strom vorstellen?

- Auf einem Hometrainer muss man volle zehn Stunden lang strampeln, um eine Kilowattstunde zu erzeugen.
- Eine Hundert-Watt-Birne brennt mit einer Kilowattstunde Strom zehn Stunden lang.
- Eine Herdplatte verbraucht eine Kilowattstunde in einer halben Stunde.
- Ein Computer oder Fernseher läuft damit sieben Stunden.
- Eine Kamerabatterie speichert eine hundertstel Kilowattstunde.



**Ein durchschnittlicher
3 Personen-Haushalt
verbraucht etwa 26.500 kWh
Energie pro Jahr.**

AUFGABEN

1. Wie groß sind die Kosten pro Jahr, wenn eine 75 Watt Glühbirne täglich 5 Stunden lang brennt (Annahme: 1 kWh elektrischer Strom kostet 17,0 Cent)?
2. Nach wie vielen Monaten hat sich der Ersatz der 75 Watt Glühbirne (Kosten: 1,50 Euro) durch eine 11 Watt Energiesparbirne (Kosten: 5,50 Euro) gelohnt, wenn die Leuchte 5 Stunden pro Tag eingeschaltet ist?

¹ Datenquelle: Energieagentur NRW



Baustein 1: Energieträger und Energieverbrauch im privaten Haushalt Impulsblatt 2 – Energiebedarf und Energieverbraucher

Ein Monatslohn für Energie!

In einer dreiköpfigen Familie sind jährliche Kosten von mehr als 1.500 Euro für Heizung, Strom und Warmwasserzubereitung nicht ungewöhnlich. Ein Großteil dieser Energiekosten entfallen auf Heizung und Warmwasser.

In der Jahresabrechnung für eine Beispielfamilie (siehe Tabelle) findest du Angaben zum Energieverbrauch. Bei dieser Familie wird Erdgas für die Bereitstellung von Warmwasser sowie zum Heizen eingesetzt.

	Licht / Elektrische Geräte		Wärme	
	Licht	Elektrische Geräte	Warmwasser	Heizung
Energieträger	Elektrischer Strom	Elektrischer Strom	Erdgas	Erdgas
Verbrauch / Jahr	540 kWh	3060 kWh	4000 kWh	25.000 kWh
Anteil am Gesamtenergieverbrauch [%]				
Kosten pro kWh	17,0 Cent	17,0 Cent	5,3 Cent	5,3 Cent
Kosten				
Gesamtkosten				

AUFGABEN

1. Berechne die fehlenden Angaben in der Tabelle!
2. Wie viel Energie verbrauchst du pro Tag?
 - Wie viel Strom verbrauchst du pro Tag? Lies vom Stromzähler ab und teile durch die Anzahl der Personen in deinem Haushalt!
 - Wie viel Erdgas / Erdöl verbrauchst du pro Tag? Lies vom Zähler ab und teile durch die Anzahl der Personen in deinem Haushalt!

Alternativ: Berechne den Energieverbrauch pro Tag anhand der Jahresabrechnung deines Energieversorgungsunternehmens.
3. Erkundige dich nach den aktuellen Energiepreisen deines Energieversorgungsunternehmens.



Baustein 1: Energieträger und Energieverbrauch im privaten Haushalt Impulsblatt 3 – Energieverbraucher im Haushalt

**Licht im Kinderzimmer
(Energie aus elektrischem Strom):**

Annahme: Eine 100 Watt Glühbirne ist vier Stunden pro Tag beleuchtet.

Energiebedarf: 0,4 kWh

Kosten bei 17 Cent pro kWh:
_____ Cent



**Saubere Wäsche
(Energie aus elektrischem Strom):**

Annahme: Berechnung pro Waschvorgang; Waschmaschine mit 5 kg Fassungsvermögen, 1200 U/min, 60 °C.

Energiebedarf: ca. 1,1 kWh

Kosten bei 17 Cent pro kWh:
_____ Cent

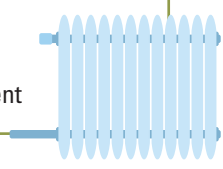


**Wärme im Haus
(Wärme aus Erdgas):**

Annahme: Berechnung bezogen auf einen Quadratmeter Grundfläche pro Tag (Durchschnittswert).

Energiebedarf: ca. 0,55 kWh

Kosten bei 5,3 Cent pro kWh:
_____ Cent



**Warme Dusche
(Energie aus Erdgas):**

Annahme: Berechnung pro Person; 50 Liter Wasser werden verbraucht, die Temperatur beträgt 45 °C.

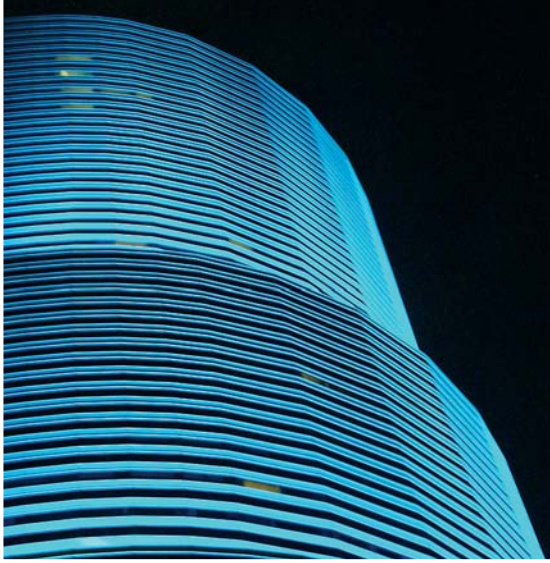
Energiebedarf: ca. 2,4 kWh.

Kosten bei 5,3 Cent pro kWh:
_____ Cent



AUFGABEN

1. Berechne die fehlenden Angaben in den Kästchen!
2. Wie groß ist der Energieaufwand pro Jahr und wie hoch sind die Kosten pro Jahr, ...
 - wenn zwei Kinderzimmer (wie in dem Beispiel oben) beleuchtet werden?
 - wenn pro Woche zweimal gewaschen wird?
 - wenn vier Personen täglich duschen?
 - wenn eine 100 Quadratmeter große Wohnung beheizt wird?



Baustein 2 – Energieträger und Energieverbrauch in der Wirtschaft

Didaktische Anmerkungen

Intention/Lernziele

Schülerinnen und Schüler erkunden das Partnerunternehmen zum Thema „Energieversorgung“ und fragen nach dem Energiebedarf, den Energieträgern und den Energiekosten. Die gewonnenen Erkenntnisse werden mit entsprechenden Daten für Schule und Privathaushalt verglichen.

Falls mehrere Branchen bearbeitet werden, können die Schülerinnen und Schüler eine vergleichende Tabelle (Energieträger und Energieverbrauch) erstellen.

Kernfragen

- ?- Welche Energieträger werden insgesamt eingesetzt? (Elektrische Energie, Erdgas, Kohle, schweres Heizöl etc.)
- ?- Welcher Energieträger überwiegt?
- ?- Wird ein Teil der benötigten Energie durch alternative Energiequellen gedeckt? (Elektrische Energie aus Wind- und Sonnenkraft, Biomasse, Erdwärme, Brennstoffzellen etc.)
- ?- Wie groß sind die täglich / jährlich benötigten Energiemengen?
- ?- Wie gelangt die Energie an den Standort? (Kommunales Versorgungsnetz, eigene Pipeline z. B. für Erdgas, Lkw oder Schiff z. B. für Kohle oder Erdöl)
- ?- Wie groß sind die täglichen / jährlichen Energiekosten?
- ?- Auf welche Bereiche verteilt sich der Energiebedarf? Welcher Bereich hat den größten Energieverbrauch?
- ?- Welchen Einfluss hat der Energiepreis auf den Produktpreis?
- ?- Wie haben sich die Energiekosten in den letzten Jahren entwickelt?
- ?- Sind Energiefragen von entscheidender Bedeutung für den Standort?
- ?- Welche Planungen hat das Unternehmen bzgl. der zukünftigen Energieversorgung? (Umstellung auf dezentrale Stromversorgung, Umstellung von Kohle und Erdöl auf Erdgas, Nutzung regenerativer Energien)
- ?- Wie groß ist der Energiebedarf für die Produktion (Industrie)? Wie sieht der weitere Energiebedarf (z. B. für Klimatisierung, Beleuchtung, Heizung, Kantine etc.) im Vergleich dazu aus?

Energieverbraucher in einem Großmarkt: 3500 Leuchten und eine Vielzahl offener Kühltheken.



Baustein 2 – Energieträger und Energieverbrauch in der Wirtschaft Impulsblatt 1 – Metro-Großmarkt, Leverkusen

H2

Selbstbedienung auf 15.000 Quadratmetern

Die Metro in Leverkusen ist ein Selbstbedienungsgroßmarkt, der auf 15.000 Quadratmetern Verkaufsfläche – das entspricht der Größe von zwei Fußballfeldern – Waren im Food- und Non-Food-Bereich anbietet. Fünf Millionen kWh Strom und 1,6 Millionen Kubikmeter Gas (entspricht 16 Millionen kWh) werden vom Großmarkt Leverkusen pro Jahr verbraucht.

Heizen und Kühlen als Hauptenergieverbraucher

15.000 Quadratmeter Fläche müssen geheizt, gekühlt und beleuchtet werden. 3500 Leuchten mit jeweils 58 Watt erzeugen eine angenehme Atmosphäre im Markt.

Im Vergleich zur Beleuchtung schlagen die Kühlung der Produkte in offenen Kühltheken und die unterschiedlich temperierten Räume und Bereiche aber mit noch höherem Energieverbrauch zu Buche. So müssen alleine in der Fischabteilung vier Zonen unterschiedlicher Kühlung eingehalten werden. Ähnliche Anforderungen stellen die Fleisch- und die Obstabteilung. Energieverluste ergeben sich dadurch, dass die unterschiedlich temperierten Bereiche häufig durch offene Zugänge miteinander verbunden sind.

Vorratsraum für Tiefkühlprodukte

Eindrucksvoll ist das Kühlhaus. In dem 8 Meter hohen Lagerraum für Tiefkühlprodukte werden auf einer Grundfläche von ca. 100 Quadratmetern Lebensmittel bei -26 °C aufbewahrt. Dazu sind stromintensive Kühlvorrichtungen notwendig. Kalte Luft wird nach dem Linde-Verfahren erzeugt und in die Kühlräume geleitet. Die strombetriebenen Motoren und Ventilatoren befinden sich an unterschiedlichen Stellen auf dem Dach des Gebäudes.



Die strombetriebenen Kühlaggregate auf dem Dach eines Metro-Großmarktes

AUFGABEN

1. Nenne die Hauptenergieverbraucher des Metro-Großmarktes Leverkusen!
2. Welche jährlichen Stromkosten entstehen dem Großmarkt bei einem angenommenen Strompreis von 5 Cent pro kWh?
3. Wie groß ist der jährliche Energieverbrauch des Kühlhauses und welche Kosten entstehen dadurch? (Messung vom 07. April / 08. April 2005; 24 Stunden: 42 kWh Verbrauch)
4. Welche Kosten entstehen dem Großmarkt pro Tag für die Beleuchtung? (Berechnungsgrundlage: 3500 Leuchten; 58 Watt pro Leuchte; 16 Stunden Brenndauer pro Tag)



Transportdienstleistungen ‚Just-in-time‘

TNT Express ist ein weltweit tätiges Transportdienstleistungsunternehmen. Über ein dichtes Netzsystem mit mehr als 900 Knotenpunkten in 200 Ländern werden wöchentlich 3,4 Millionen Pakete, Dokumente und Frachtstücke vor allem im Geschäftskundenbereich (Business-to-Business) transportiert. Für den Transport stehen mehr als 19.000 Fahrzeuge und 42 Flugzeuge zur Verfügung. TNT Express verfügt über eine ausgedehnte Infrastruktur für die Expresszustellung auf dem Luft- und Landweg.

Baustein 2 – Energieträger und Energieverbrauch in der Wirtschaft Impulsblatt 2 – TNT Express GmbH, Niederlassung Köln



Die Niederlassung Köln ist zentraler Knotenpunkt für die Region Köln, Bonn und Aachen. In den Abteilungen Verkauf, Kundenservice, Disposition oder Import/Export arbeiten 113 Beschäftigte. Auf dem 16.250 Quadratmetergroßen Betriebsgelände stehen das Verwaltungsgebäude und die Abfertigungshalle. In der Halle werden täglich 3.000 eingehende und 1.800 ausgehende Sendungen sortiert und umgeschlagen.

Dieselmotorkraftstoff – größter Energiefaktor

Der jährliche Energiebedarf für Verwaltung und Halle sieht wie folgt aus:

Erdgas: 671.800 kWh

Elektrischer Strom: 272.300 kWh



TNT besitzt keinen eigenen Fuhrpark, sondern beauftragt selbstständige Unternehmer. Die 75 Transporter dieser selbstständigen Unternehmer befördern täglich in der Zeit von 8:00 bis 19:30 Uhr zusammen 75 Tonnen. Sendungen unterschiedlicher Art und Größe werden auf diesem Wege an Kunden geliefert und bei Kunden abgeholt. Die Fahrzeuge fahren täglich 16.000 km und benötigen hierfür 2.000 l Dieselmotorkraftstoff. Für 2006 sollen zusätzlich 5 Erdgasfahrzeuge eingesetzt werden.

AUFGABEN

1. Berechne den Jahresenergieverbrauch von Dieselmotorkraftstoff für TNT Express am Standort Köln (Annahme: 52 Wochen pro Jahr; 6 Arbeitstage pro Woche; Energiegehalt Dieselmotorkraftstoff ca. 10 kWh/l)!
2. Ein durchschnittlicher 3 Personen-Haushalt verbraucht etwa 26.500 kWh Energie pro Jahr für elektrische Geräte, Licht, Warmwasser und Heizung: Vergleiche den Pro-Kopf-Verbrauch in einem durchschnittlichen Haushalt mit dem Pro-Kopf-Verbrauch bei TNT Express in Köln!



Auf 400 m langen Walzstraßen pressen Warmwalzen zunächst dicke Aluminiumblöcke zu dünnen Blechen, die dann im Kaltwalzbereich zu Folien gezogen werden.



Baustein 2 – Energieträger und Energieverbrauch in der Wirtschaft Impulsblatt 3 – Aluminium Norf GmbH, Neuss

Dicke Aluminiumblöcke werden zu dünnen Bändern ausgewalzt

Am Standort Neuss produziert die **Aluminium Norf GmbH** mit 2100 Beschäftigten 1,3 Millionen Tonnen Aluminiumbleche pro Jahr. Im Werk werden hauptsächlich Erdgas und elektrischer Strom eingesetzt.

Produktion in drei Schritten

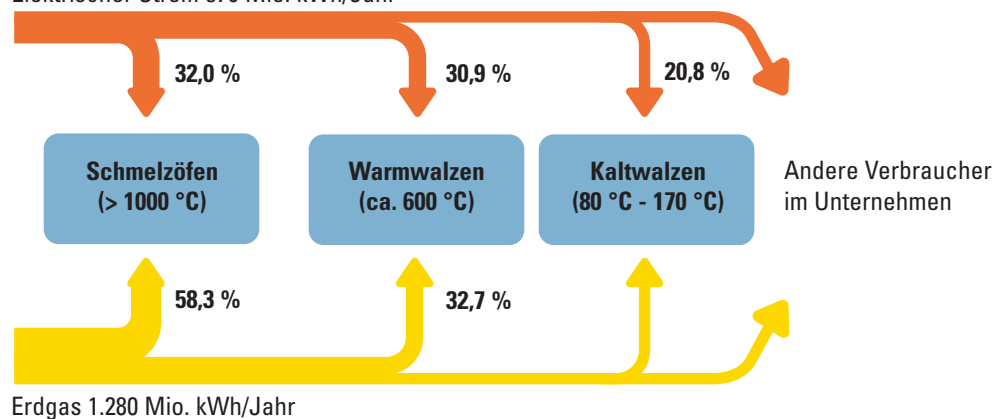
Der erste Schritt der Produktion findet im **Schmelzwerk** statt. Dort werden Aluminium und Aluminiumschrott bei über 1000 °C eingeschmolzen. Aus der Aluminiumschmelze werden bis zu 9 Meter lange, knapp zwei Meter breite und 0,6 Meter dicke Barren gegossen.

Im **Warmbandbereich** werden diese Barren auf einer 400 Meter langen Walzstraße (siehe Bild) bei ca. 600 °C in mehreren Walzgängen zu Warmblechen zwischen 2,8 und 9 mm gewalzt und auf große Rollen aufgewickelt.

Im **Kaltblechbereich** werden diese Bleche bei 80 °C - 170 °C auf die gewünschte Dicke von bis zu 0,18 mm weiter ausgewalzt.

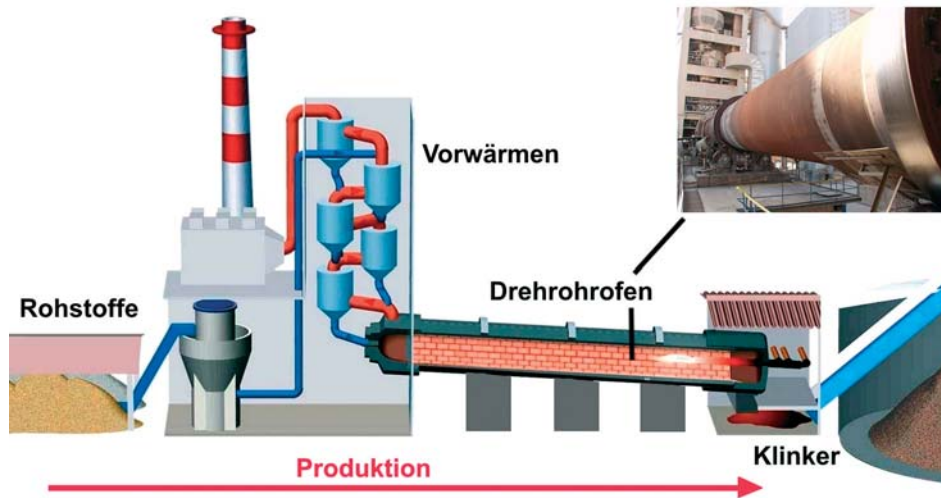
Energieflussdiagramm für das Jahr 2003

Elektrischer Strom 579 Mio. kWh/Jahr



AUFGABEN

1. Aluminium Norf ist das größte Aluminiumwalz- und Schmelzwerk Europas. Welche Prozesse sind besonders energieintensiv?
2. Wie groß ist der Anteil der Gesamtenergie, der auf jeden der drei Bereiche – Schmelzwerk, Warmwalzbereich und Kaltwalzbereich – entfällt?
3. Welche jährlichen Mehrkosten entstehen dem Unternehmen, wenn sich der Strompreis um 1 Cent pro kWh verteuert?



Drehrohrofen:
Bei 2000 °C entsteht
aus einem Gemisch
aus Kalkstein, Ton und
Sand Zement.

H2

Baustein 2 – Energieträger und Energieverbrauch in der Wirtschaft Impulsblatt 4 – Lafarge Zement, Kall

1200 Tonnen Zement pro Tag

Am Standort Kall in der Eifel produziert der Zementhersteller **Lafarge** mit knapp 100 Beschäftigten 1200 Tonnen Zement pro Tag. Hauptrohstoff zur Herstellung von Zement ist Kalkstein, der aus Steinbrüchen in der Umgebung stammt.

Energie zum Heizen und Mahlen

Die Rohstoffe Kalkstein, Ton und Sand werden zunächst zu Rohmehl vermahlen, getrocknet und schließlich in einem Drehrohrofen auf mehr als 1400 °C erhitzt. Eine 2000 °C heiße Brennerflamme erzeugt die nötige Hitze. Bei diesen hohen Temperaturen entsteht aus dem Gemisch der sogenannte Klinker. Der feste Baustoff Zement entsteht erst, wenn man den Klinker mit Wasser vermischt.

Der Energieeinsatz ist hoch. Pro Tonne Klinker werden Brennstoffe mit einem Energiewert von ca. 833 Kilowattstunden (kWh) verfeuert. Der Energieeinsatz pro Tag liegt bei 1.000 GWh (1.000.000 kWh).

Brennstoffe

Im Zementwerk in der Eifel unterscheidet man zwischen Regel- und Ersatzbrennstoffen. Als Regelbrennstoff wird Braunkohlestaub eingesetzt. Alle vier Stunden verschlingt der Drehrohrofen eine Lkw-Ladung Braunkohlestaub aus den Abbaugebieten des rheinischen Braunkohletagebaus. Das sind 25 Tonnen Kohle.

Seit einiger Zeit werden in Kall – wie auch insgesamt in der Zementindustrie – verstärkt energiereiche Ersatzbrennstoffe verwendet. Dazu gehören z. B. auch Altreifen. Mehr als 30 % der jährlich in Deutschland anfallenden 600.000 t Altreifen werden in der Zementindustrie zur Klinkerherstellung verwertet. In Kall soll der Anteil an Ersatzbrennstoffen auf über 50 % anwachsen.

AUFGABEN

1. Warum ist der Energiebedarf eines Zementwerkes so hoch?
2. Welche Brennstoffe sind zur Herstellung von Zement geeignet?
3. Überlege: Warum sind die Zementhersteller zunehmend daran interessiert, Ersatzbrennstoffe wie z. B. Autoreifen zu verwenden?
4. Welche Probleme können grundsätzlich bei der Verbrennung von Autoreifen entstehen?

Das Gaskraftwerk stellt eine Leistung von 22 MW für den Betrieb zur Verfügung.



Baustein 2 – Energieträger und Energieverbrauch in der Wirtschaft Impulsblatt 5 – Cerestar Deutschland GmbH, Krefeld

H2

2000 Tonnen Mais pro Tag

Bei **Cerestar** in Krefeld werden täglich 2000 Tonnen Mais, die per Schiff angeliefert werden, zu Stärke und anderen Produkten (z. B. Traubenzucker) verarbeitet. Im Mühlenhaus werden die vorher eingeweichten Maiskörner vermahlen. Durch Zentrifugieren, Filtrieren und Sieben erhält man verschiedene Bestandteile, die getrocknet, verarbeitet, abgepackt und verladen werden. Wichtigste Energiequelle für das Unternehmen ist elektrischer Strom, der nicht aus dem öffentlichen Netz bezogen, sondern vor Ort erzeugt wird.

Strom aus Erdgas und Heizöl

Zum Betrieb seiner Anlagen benötigt das Unternehmen kontinuierlich elektrischen Strom mit einer Leistung von 27 Megawatt (27 MW entspricht 27.000 KW).

Seit 2005 deckt ein neues Gaskraftwerk einen großen Teil des täglichen Strombedarfs. Durch das Verbrennen von Erdgas, das per Pipeline ins Werk gelangt, wird Strom mit einer Leistung von 22 MW bereitgestellt.

Zusätzlich wird ein 22.000 PS starker Schiffsdiesel zur Stromerzeugung eingesetzt. Durch das Verbrennen von 63 Tonnen schwerem Heizöl pro Tag wird eine Leistung von 14 MW erzeugt.

Im gesamten Werk sind mehr als 6000 Motoren im Einsatz, die mit elektrischem Strom betrieben werden. Mit einer Leistungsaufnahme von 10 MW fließt der größte Teil der Energie ins Mühlenhaus.

Ein 3 MW Gebläsemotor ist größter Einzelverbraucher im Werk. Dieser bewegt pro Stunde 60.000 Kubikmeter Luft. Der Energiebedarf entspricht dem von 3.000 Haarföhnen.



Im Mühlenhaus wird der angelieferte Mais mechanisch zerkleinert (Energiebedarf 10 MW).

AUFGABEN

1. Recherchiere im Internet oder in deinem Physikbuch: Wie kann man aus Erdgas in einem Kraftwerk elektrischen Strom erzeugen?
2. Wie groß ist der Stromverbrauch pro Jahr in Kilowattstunden (kWh), wenn die Leistung von 27 MW über 24 Stunden pro Tag durchgehend bereitgestellt wird?
3. Das Unternehmen produziert mehr elektrische Energie, als es verbraucht. Was, vermutest du, geschieht mit den Überschüssen?



H2

Baustein 3 – Emissionsbelastungen durch den Energieeinsatz Didaktische Anmerkungen

Intention / Lernziele

Schülerinnen und Schüler erkunden die mit dem Einsatz der Energieträger verbundenen Emissionsbelastungen. Sie befragen die Umweltbeauftragten nach den belastenden Stoffen, nach den aktuellen Verordnungen und Erlassen zur Verringerung der Emissionsbelastungen sowie nach den Strategien und technischen Einrichtungen des Unternehmens zur Reduzierung von Emissionen.

Zum Vergleich dazu schauen die Schülerinnen und Schüler in das Messprotokoll, das der Schornsteinfeger bei der jährlichen Messung für die häusliche Heizungsanlage ausstellt. Welche Messgrößen sind angegeben und wie schneidet die eigene Heizanlage z. B. beim Messparameter Ruß ab?

(Hinweise z. B. unter www.schornsteinfeger-duesseldorf.de → „So lesen Sie Ihr Messprotokoll.“)

Kernfragen

- ?- Welche umweltrelevanten Stoffe werden beim Einsatz der Energieträger freigesetzt?
(z. B. Staub und Ruß, Kohlendioxid, Schwefeldioxid, Stickoxide etc.)
- ?- Welche Mengen an umweltrelevanten Emissionen werden pro Tag / pro Jahr freigesetzt?
- ?- Welche Gefahren für Mensch, Tier und Umwelt können von den emittierten Stoffen ausgehen?
(z. B. Stickoxide, Schwefeloxide – saurer Regen; Feinstaub – Erkrankungen von Mensch und Tier; Dioxin – Erkrankungen von Mensch und Tier; CO₂-Emissionen – Treibhauseffekt)
- ?- Welche Verordnungen zum Schutz der Umwelt vor Emissionsbelastungen müssen eingehalten werden?
(Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA - Luft); Bundesimmissionsschutzverordnung (13. + 17. BImSchV); Feinstaubverordnung; Emissionshandelsgesetz etc.)
- ?- Wie sehen diese Verordnungen im internationalen Vergleich aus?
(Gültigkeit von Umweltstandards und Umweltbestimmungen außerhalb der EU)
- ?- Welche technischen Einrichtungen werden zur Verminderung von Emissionen eingesetzt? (z. B. Filtertechniken)
- ?- Wie funktionieren diese technischen Einrichtungen? (z. B. Elektrofilter zur Reduzierung von Feinstäuben)
- ?- Welche Kosten sind mit dem Einbau geeigneter Techniken zur Reduzierung von Emissionsbelastungen verbunden?
- ?- Welche zusätzlichen Schritte sind nötig, um die Belastungen weiter zu verringern?

Angaben des Umweltbundesamtes zu den CO₂ Emissionen der Bürger

Die Bundesrepublik Deutschland gehört zu den größten Kohlendioxid-Emittenten.

Durch Verbrennungsprozesse werden hierzulande pro Jahr eine Milliarde Tonnen CO₂ freigesetzt.

Kohlendioxidemissionen beim Auto:

1 l Benzin produziert 2,333 kg CO₂. Bei einem Durchschnittsverbrauch von 7 l/100 km und 10.000 km Fahrleistung sind das 1,6 t CO₂ pro Jahr.



Baustein 3 – Emissionsbelastungen durch den Energieeinsatz Impulsblatt 1 – Treibhausgase und Feinstaubemissionen

Schadstoffe in Verbrennungsgasen

Bei Verbrennungsprozessen entstehen Schadstoffe mit vielfältigen Auswirkungen. Begriffe wie „saurer Regen“, „Feinstaubbelastung“ oder „Treibhauseffekte“ sind Ausdruck solcher Belastungen.

Kohlendioxid in Abgasen

Bei allen Verbrennungsprozessen entsteht Kohlenstoffdioxid (CO₂). Das Einatmen dieses Gases ist für Menschen und Tiere nicht gesundheitsschädlich. Gleichwohl werden die Umweltauswirkungen von CO₂ immer deutlicher. Die hohe CO₂-Konzentration in der Atmosphäre wird für den Treibhauseffekt verantwortlich gemacht.

CO₂ kann nicht durch Filter aus den Abgasen entfernt werden. Um den CO₂-Ausstoß der Industrie einzuschränken, muss versucht werden, den Einsatz von Brennstoffen zu verringern, das heißt, die in den Brennstoffen enthaltene Energie möglichst gut auszunutzen (Energieeffizienz).

Im Rahmen eines internationalen Abkommens zur Einschränkung des CO₂-Ausstoßes wurde für Deutschland das Ziel ausgegeben, bis zum Jahr 2008 die Freisetzung von CO₂ um 21 % – bezogen auf den Stand des Jahres 1990 – zu reduzieren. Dieses kann nur erreicht werden, wenn Unternehmen, Haushalte und Verkehr Energie einsparen, indem sie z. B. moderne Verbrennungstechniken einsetzen.

Grenzwerte für Feinstaub

Bei der Verbrennung fossiler Energieträger werden Stäube und Ruß freigesetzt. Mit geeigneten Filteranlagen kann ein Großteil der gesundheitsgefährdenden Staubfracht aus den Abgasen entfernt werden. Im Jahre 2002 ist für die meisten neuen Industrieanlagen ein Grenzwert von 20 mg Feinstaub pro Kubikmeter Abgas festgelegt worden. Alte Industrieanlagen dürfen noch bis zum Herbst 2007 bis zu 50 mg Staub pro Kubikmeter Abgas in die Umwelt abgeben. Danach ist auch für diese Anlagen die Einhaltung des strengeren Grenzwertes von 20 mg Staub verbindlich vorgeschrieben.



Internetrecherche

1. CO₂ wird als Treibhausgas bezeichnet. Was bedeutet dies?
2. Um den Ausstoß von Treibhausgasen zu verringern, ist im Jahre 2005 das sogenannte „Emissionshandelssystem“ eingeführt worden. Wie funktioniert das?
3. Mit der 22. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutz-Gesetz wurde festgelegt, dass zum 1. Januar 2005 die Konzentration an feinen Staubpartikeln in der Luft im Tagesmittel nur an 35 Tagen im Jahr den Grenzwert von 50 Mikrogramm pro Kubikmeter (50 µg/m³) überschreiten darf.
 - Wer sind die Hauptverursacher für Feinstaub in der Luft?
 - Vergleiche diesen Grenzwert mit dem Grenzwert für Staubemissionen aus Industrieanlagen!
 - Wer sind die Hauptverursacher für Feinstaub in der Luft?
 - Vergleiche diesen Grenzwert mit dem Grenzwert für Staubemissionen aus Industrieanlagen!



Umweltnutzen von Erdgasfahrzeugen

Erdgasfahrzeuge ...

- sind wirtschaftlicher als Dieselfahrzeuge
- sind leiser als Dieselfahrzeuge
- sind emissionsarm
 - > weniger CO₂-Emissionen als Diesel
 - > 99 % weniger Rußausstoß als Diesel
 - > weniger Stickoxide als Diesel

H2

Baustein 3 – Emissionsbelastungen durch den Energieeinsatz Impulsblatt 2 – TNT Express, verschiedene Standorte

TNT Express ist ein Unternehmen der Kurier-, Express und Paketdienstbranche. Kerngeschäft ist die Haus-zu-Haus-Zustellung von Dokumenten, Paketen und Fracht. An über 30 Sortierzentren in Deutschland werden ein- und ausgehende Sendungen sortiert und umgeschlagen. Am Standort Köln sind 75 Transporter von selbstständigen Spediteuren für TNT im Einsatz. Für 2006 ist der Einsatz von 5 Fahrzeugen mit Erdgasantrieb für Köln geplant.

Umstellung auf Erdgasbetrieb bei TNT

Im Jahre 2005 stieg der Anteil an Erdgasfahrzeugen, die für TNT im Einsatz waren, um 50% auf insgesamt 99 Fahrzeuge. Bis Ende 2006 sollen mehr als 10 % der TNT-Flotte mit Erdgasantrieb ausgestattet sein. Das wären 200 Fahrzeuge. Im Stadtgebiet Dortmund erfolgt schon jetzt die Zustellung durch TNT ausschließlich mit Erdgasfahrzeugen, bis Mitte 2006 soll das Gleiche für Berlin zutreffen. Rund 80 % der eingesetzten Erdgastransporter erfüllen die besonders strenge Euro 4-Abgasnorm.

Anreize für die Frachtführer

Umweltmanagement ist für TNT Express fester Bestandteil der Unternehmensführung. Zu den Umweltzielen zählt auch die Umstellung der Fahrzeugflotte auf Erdgasantrieb.

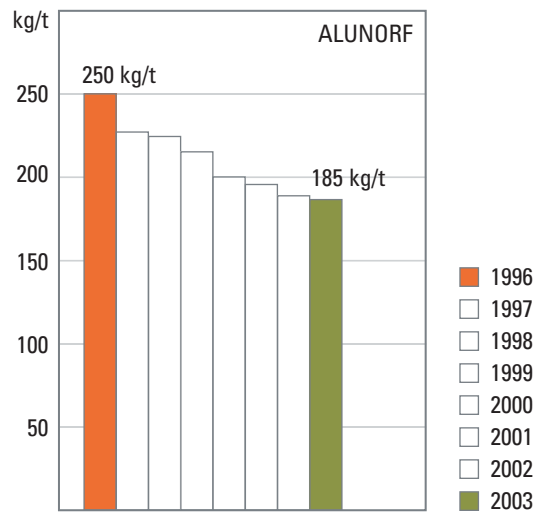
Um die selbstständigen Unternehmer für die Umstellung zu gewinnen, finden Schulungen statt. Außerdem werden finanzielle Anreize gegeben: Dazu zählen zum einen die direkte finanzielle Unterstützung durch TNT selbst und zum anderen Zuschüsse des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie die Gewährung günstiger Kredite durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau.



AUFGABEN

1. Recherchiere im Internet: Euro 4-Abgasnorm, was bedeutet das?
2. Diskutiere: Warum ist TNT Express an der Umrüstung der Flotte auf Erdgas und die Einhaltung der Euro 4-Abgasnorm interessiert?
3. Recherchiere im Internet: Vergleiche die Betriebskosten für Erdgasfahrzeuge mit denen von Dieselfahrzeugen.
4. Die 75 Transporter am Standort Köln verbrauchen 2.000 l Dieselkraftstoff pro Tag. Schätze auf der Grundlage der Recherchen zu Aufgabe 3: Wie groß wären die Einsparungen pro Tag, wenn alle Transporter von Dieselantrieb auf Gasantrieb umgestellt würden?

CO₂-Emissionen durch Erdgas pro Tonne Aluminiumband (1996 bis 2003)



B3 / Impulsblatt 3



Baustein 3 – Emissionsbelastungen durch den Energieeinsatz
Impulsblatt 3 – Aluminium Norf GmbH, Neuss

H2

Energieträger bei der Herstellung von Aluminiumblech bei **Aluminium Norf** in Neuss sind Erdgas und Strom. Für die Herstellung von einer Tonne Aluminiumblech werden ca. 445 kWh Strom und 95 Kubikmeter Erdgas mit einem Energiegehalt von ca. 1000 kWh benötigt. Bei der Verbrennung dieser Erdgasmenge entstehen etwa 185 kg CO₂. (Quelle: Nachhaltigkeitsbericht Aluminium Norf GmbH, 2003)

Bei einer Jahresproduktion von etwa 1,3 Millionen Tonnen Aluminiumblech werden auf diese Weise insgesamt gewaltige Mengen Kohlenstoffdioxid pro Jahr freigesetzt.

Noch vor 10 Jahren wurde für die Herstellung einer Tonne Aluminiumband eine deutlich höhere Menge an Erdgas benötigt (siehe Diagramm) und damit auch mehr Kohlenstoffdioxid freigesetzt. Durch energie-sparende Maßnahmen konnte der Ausstoß des Treibhausgases verringert werden.

Jahresberechnung 2003

Kohlendioxid ausstoß

Aluminium Norf GmbH

(Werte bezogen auf Erdgasverbrauch)

Produktionsmenge Aluminiumblech:
1,3 Millionen Tonnen

Eingesetzte Energie pro Jahr:
Erdgas: 1300 Mio kWh
(~ ca. 130 Mio. m³)

Eingesetzte Energie pro Tonne Al:
Erdgas: 1000 kWh
(~ ca. 100 m³)

CO₂-Freisetzung aus der Verbrennung von Erdgas:
Pro Tonne Al: 185 kg

gesamt: _____

AUFGABEN

1. Berechne: Wie groß ist die durch den Einsatz von Erdgas bei Aluminium Norf freigesetzte Menge an CO₂ pro Jahr?
2. Recherchiere im Internet: Welche Umweltauswirkung hat CO₂?
3. Für die Herstellung von Aluminiumblech setzt Aluminium Norf Erdgas und elektrischen Strom ein. Diskutiere: Ist es gerechtfertigt, dass nur die durch Verbrennung von Erdgas freigesetzte Menge an CO₂ in die Berechnung (siehe oben) eingeht?



Links: Im Zementwerk werden die Rohstoffe Kalkstein, Ton und Sand in sogenannten Zyklonen vorgewärmt. Dazu werden sie im Gegenstromverfahren von den heißen Abgasen aus dem Drehrohr-ofen durchströmt.

Rechts: Eine Elektrofilter-Anlage so groß wie ein Einfamilienhaus beseitigt die Stäube aus den bei der Zementherstellung freigesetzten Abgasen.



Baustein 3 – Emissionsbelastungen durch den Energieeinsatz Impulsblatt 4 – Lafarge Zement, Kall (Eifel)

Kohlendioxid und Feinstäube bei der Zementherstellung

Bei **Lafarge** in Kall werden pro Tag 1.200 Tonnen Zement hergestellt. Pro Tonne Zement fallen bis zu 1000 kg CO₂ an. Zusätzlich werden bei der Verbrennung der Energieträger Braunkohle oder Altreifen beträchtliche Mengen an Feinstäuben freigesetzt.

Was tun mit den Treibhausgasen?

Wie überall in der Zementindustrie entsteht auch im Zementwerk Kall das Treibhausgas CO₂ gleich doppelt: Beim Erhitzen von Kalkstein und beim Einsatz der Brennstoffe. Nur etwa 1/3 des CO₂-Ausstoßes entsteht durch den Einsatz der Brennstoffe. Der größere Teil wird freigesetzt, wenn Kalkstein (Kalziumcarbonat, CaCO₃) erhitzt wird. Dann wird in einer chemischen Reaktion CO₂ aus dem Kalkstein ausgetrieben. Damit sind der Verringerung der CO₂-Emissionen in der Zementindustrie z. B. durch die effizientere Nutzung der Energieträger natürliche Grenzen gesetzt.

Mit Elektrofiltern gegen Feinstäube

Das Thema „Staubbelastung“ hat bis in die 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts zu starken Vorbehalten der umliegenden Bevölkerung gegenüber dem Zementwerk geführt. In einem weiten Umkreis um das Werk in der Eifel trug alles einen grauen Schleier. Mit der Installation von Elektrofiltern zu Beginn der 80er Jahre konnte der damals eingeführte Grenzwert von 50 mg Staub pro Kubikmeter Luft eingehalten werden. In der Folge verschwand der weiße Schleier in der Umgebung des Zementwerkes.

Ab 2007 gelten europaweit neue verschärfte Grenzwerte für Staubemissionen durch Großfeuerungsanlagen, wie sie z. B. in der Zementindustrie verwendet werden. Dann darf nur noch 20 mg Staub pro Kubikmeter Abluft gemessen werden. Damit werden zusätzliche Anforderungen an die Filtereinrichtungen gestellt, was mit erheblichen finanziellen Belastungen für Lafarge und andere Zementhersteller verbunden ist.

AUFGABEN

1. Nenne Gründe für den hohen CO₂-Ausstoß in der Zementindustrie.
2. Bei Lafarge-Zement in der Eifel werden etwa 1.200 Tonnen Zement pro Tag produziert. Wie groß ist die dabei freigesetzte Menge an CO₂?
3. Für Staubemissionen greifen zunehmend strengere Grenzwerte. Überlege: Warum kann man im Vergleich dazu für CO₂ nicht ebenso strenge Emissionsgrenzwerte festlegen?

Bei **Cerestar** in Krefeld werden täglich 2000 Tonnen Mais zu Stärke und anderen Produkten wie z. B. Traubenzucker verarbeitet. Der zur Verarbeitung von Mais benötigte elektrische Strom wird am Standort durch das Verbrennen fossiler Brennstoffe erzeugt. Verstromt wurden seit 1953 nacheinander Steinkohle, schweres Heizöl und schließlich auch Erdgas. Der Einsatz dieser Energieträger zur Stromerzeugung ist mit unterschiedlichen Emissionsbelastungen verbunden.



Baustein 3 – Emissionsbelastungen durch den Energieeinsatz Impulsblatt 5 – Cerestar Deutschland GmbH, Krefeld

Mit Steinkohle fing alles an

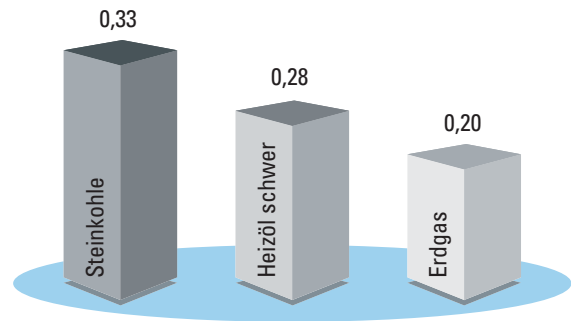
Im Jahr der Standortgründung 1953 wurden täglich 400 Tonnen Mais verarbeitet. Damals lag der Strombedarf noch bei 6 MW. Zur Stromerzeugung wurde heimische Steinkohle verbrannt. Diese hatte allerdings einen entscheidenden Nachteil: Durch ihren hohen Schwefelgehalt entstehen säurehaltige Abgase, die für den „sauren Regen“ mitverantwortlich sind. Da keine ausreichenden Filteranlagen vorhanden waren, war man bereits in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts gezwungen, auf schwefelarme Kohle aus Übersee auszuweichen.

In den 60er Jahren kamen ein Ölkessel und später ein 20.000 PS starker Schiffsdiesel zur Stromerzeugung hinzu, um den gestiegenen Strombedarf zu decken. Zwischen 1963 und 2005 wurden Steinkohle und schweres Heizöl als Brennstoff verwendet.

Seit 2005 wird der größte Teil der benötigten Energie bei Cerestar durch ein Gaskraftwerk erzeugt, das mit Erdgas betrieben wird. Dabei spielten vor allem wirtschaftliche Gründe und Aspekte des Umweltschutzes eine Rolle.

Emissionsbelastungen durch Steinkohle, Heizöl und Erdgas

Bezüglich der Emissionsbelastungen schneidet Erdgas besser ab als Steinkohle und schweres Heizöl. Schwefel ist in Erdgas praktisch nicht vorhanden und die Freisetzung von Ruß und Staub ist verschwindend gering. Auf Grund seiner chemischen Struktur wird bei der Verbrennung von Erdgas weniger CO₂ freigesetzt (siehe Abbildung) als bei der Verbrennung von Kohle und Heizöl.



Kohlendioxid-Emissionen bei der Verbrennung fossiler Energieträger in kg CO₂ pro kWh Brennstoffeinsatz.

AUFGABEN

1. In den späten 90er Jahren wurden für Cerestar noch jährliche Schwefeldioxidemissionen von 1200 Tonnen gemessen: Warum dürfte dieser Wert mit Inbetriebnahme des neuen Blockheizkraftwerkes deutlich günstiger ausfallen?
2. Im Jahre 2007 greifen stärkere gesetzliche Grenzwerte für die Freisetzung von Feinstaub und Ruß aus Industrieanlagen: Diskutiere vor diesem Hintergrund die Inbetriebnahme des Blockheizkraftwerkes.
3. Um wie viel Prozent sinken die CO₂-Emissionen, wenn man Steinkohle durch Erdgas als Energieträger ersetzt?



Baustein 4 – Maßnahmen zur Energieeinsparung Didaktische Anmerkungen

Intention / Lernziele

Schülerinnen und Schüler befragen den Umweltschutzbeauftragten zu den Zielen, Potenzialen und Techniken der Energieeinsparung. Die Befragung findet in der Schule oder im Betrieb statt. Ergänzend hierzu erkunden sie das Unternehmen zum Thema „Energieeinsparung“.

Vorab recherchieren, erfragen und erkunden sie Möglichkeiten und Grenzen der Energieeinsparung in Schule und Haushalt.

Kernfragen

Energiesparen im Leitbild

- ?- Welche Rolle spielt das Thema „Umweltschutz / Energieeinsparungen“ im Leitbild des Unternehmens?
- ?- Welche Einsparungsziele hat sich das Unternehmen vorgenommen?
- ?- Welche Fortschritte hat das Unternehmen hinsichtlich der Energieeinsparungen in den letzten Jahren gemacht?
- ?- Spielt das Thema „Energieeinsparung“ in der Außendarstellung des Unternehmens eine Rolle (Marketing- und Imagefunktion)?

Energiesparendes Verhalten

- ?- Sind die Beschäftigten über die Strategien, Erfolge und Ziele der Energieeinsparung informiert?
- ?- Sind die Beschäftigten für ein energiesparendes Verhalten im Betrieb geschult worden?
- ?- Welche Verhaltensregeln sind für die Beschäftigten diesbezüglich ausgegeben worden?

Energiespartechniken

- ?- Welche technischen Einrichtungen zur effizienten Nutzung von Energie wurden installiert und wie funktionieren sie? (Kraft-Wärme-Kopplung, dezentrale Energieversorgung, Energiesparbeleuchtung etc.)
- ?- Welche Investitionskosten sind damit verbunden und wann amortisieren sich die Investitionen unter den gegebenen Bedingungen?
- ?- Welche weiteren technischen Fortschritte zur Energieeinsparung sind möglich bzw. nötig (vor dem Hintergrund der gesetzlichen Regelungen bzw. der Energiepreisentwicklungen)?

Erneuerbare Energien

- ?- Welche Rolle spielen erneuerbare Energieträger bei der Energieversorgung des Unternehmens? (z. B. Solarenergie oder Wärmepumpen in Bürogebäuden)
- ?- Welche Möglichkeiten gäbe es, auf erneuerbare Energien umzustellen?

Die Preise für Energie steigen, der Einsatz von Energieträgern ist mit Umweltbelastungen verbunden und die Vorräte an fossilen Energieträgern sind begrenzt – alle Gründe sprechen dafür, Energie einzusparen. Das betrifft die vier Bereiche – Industrie, Handwerk / Handel / Dienstleistungen, Verkehr und Haushalte gleichermaßen. Geeignete Strategien sind der Einsatz moderner Techniken zur Energieeinsparung, ein energiesparendes Verhalten der Beschäftigten und – nicht zuletzt – der Einsatz erneuerbarer Energien.

Endenergieverbrauch in Deutschland in 2004 (Millionen GWh)

Haushalte	0,76
Verkehr	0,74
Industrie	0,67
H/H/D*	0,43
gesamt	2,60

*Handwerk / Handel / Dienstleistungen

B4 / Impulsblatt 1

Baustein 4 – Maßnahmen zur Energieeinsparung Impulsblatt 1 – Strategien zur Energieeinsparung

H2

Einsparpotentiale in Industrie und Handwerk / Handel / Dienstleistungen

Industrie:

Seit etwa zehn Jahren liegt der Energiebedarf der deutschen Industrie gleich hoch. In diesen zehn Jahren stieg die industrielle Produktion allerdings um etwa 9 % an. Das bedeutet vor allem, dass die eingesetzte Energie besser genutzt worden ist.

Zwei Drittel des Energiebedarfs im Industriesektor entfallen auf Prozesswärme. In diesem Bereich lassen sich z. B. durch Verfahren zur Nutzung der Abwärme die größten Energieeinsparungen erzielen.

Handwerk, Handel und Dienstleistungen:

Rund drei Viertel des Endenergieverbrauchs entfallen auf den Raumwärmebereich. Durch energetische Sanierung des Gebäudestandes, wie z. B. durch Installation von Solarzellen zur Warmwasserbereitung, und durch ein energiebewusstes Verhalten der Beschäftigten können große Energiebeträge eingespart werden.



AUFGABEN

1. Recherchiere im Internet! Was verbirgt sich hinter dem Begriff „Energieeffizienz“? (Siehe z. B. <http://www.thema-energie.de/> → Lexikon → Stichwort „Energieeffizienz“)
2. Schonender Umgang mit Energie durch technische und bauliche Maßnahmen, durch energiesparendes Verhalten und durch den Einsatz erneuerbarer Energien. Nenne jeweils ein Beispiel aus dem Alltag!
3. Diskutiert die Behauptung: Investitionen zur Verringerung des Energieeinsatzes rechnen sich ökonomisch und ökologisch!
4. Was findest du zu den Begriffen „Energie“, „Schutz der Ressourcen“ oder „Umweltschutz“ auf den Internetseiten deines Partnerunternehmens? Suche z. B. im Umweltbericht!



TNT Express ist ein Unternehmen der Kurier-, Express- und Paketdienstbranche. Kerngeschäft ist die Haus-zu-Haus-Zustellung von Dokumenten, Paketen und Fracht für Geschäftskunden.

An über 30 Sortierzentren in Deutschland werden ein- und ausgehende Sendungen sortiert und umgeschlagen. Die einzelnen Sortierzentren sind Dienstleistungsstandorte, die in der Regel aus einem Verwaltungsgebäude mit den Abteilungen Verkauf, Kundenservice oder Disposition und einer Halle bestehen, in der aus- und eingehende Sendungen sortiert und umgeschlagen werden.

H2

**Baustein 4 – Maßnahmen zur Energieeinsparung
Impulsblatt 2 – TNT Express, verschiedene Standorte**

Um Energie an den Standorten einzusparen, wurden an den verschiedenen Sortierzentren unterschiedliche Strategien verfolgt. Ausgewählte Maßnahmen und die damit erzielten Energieeinsparungen sind in der Tabelle dargestellt.

Maßnahmen zur Energieeinsparung an einzelnen TNT-Standorten in den Jahren 2004/2005

Standort	Maßnahme	Energieeinsparung	Investition (EUR)	Einsparung (EUR)
Hamburg	Heizungen effizienter einstellen	ohne Angabe	keine	ca. 762,-
	Lamellenvorhänge in der Halle installieren	ohne Angabe	2.200,-	ca. 1.500,-
München	Austausch der Leuchtstoffröhren in der Halle gegen energiesparende Röhren	18.182 kWh	450,-	ca. 2.000,-
	Deaktivierung von Leuchtstoffleuchten in der Deckenbeleuchtung	4.091 kWh	keine	ca. 450,-
Hannover	Umrüstung auf Energiesparleuchten; abschaltbare Steckdosenleisten	84.100 kWh	500,-	7.000,-
	Bewegungsmelder auf Fluren, WCs und Teeküchen	72.089 kWh	1.500,-	ca. 6.000,-
Kassel	Senkung der gefahrenen Kilometer im Zustellgebiet durch Tourenoptimierung	ohne Angabe	keine	ca. 0,26 je Adresse

AUFGABEN

1. Benenne drei erfolgreiche Strategien zur Energieeinsparung bei TNT Express!
2. Überlege: Wie kann durch abschaltbare Steckdosenleisten Energie eingespart werden?
3. Durch Tourenoptimierung und umweltfreundliches Fahrverhalten können beträchtliche Mengen Treibstoff eingespart werden. TNT schult seine Fahrer und nutzt Optimierungssoftware. Erläutere die Begriffe „Tourenoptimierung“ und „umweltfreundliches Fahrverhalten“!

In kundenfreien Zeiten werden automatisch Aluminiumschürzen vor den Kühltheken ausgefahren.



Baustein 4 – Maßnahmen zur Energieeinsparung Impulsblatt 3 – Metro-Großmarkt, Leverkusen

H2

Viele kleine Energiesparschritte:

Der Anstieg der Energiekosten im **Metro**-Großmarkt Leverkusen in den letzten Jahren hat zu einem Bündel an Maßnahmen zur Energieeinsparung geführt:

- Mit dem Umbau des Marktes im Jahre 2001 wurden Anlagen mit niedrigerem Energiebedarf installiert.
- In der Nachtschicht von 23:00 Uhr bis 05:00 Uhr und am Sonntag wird das Licht in großen Teilen des Gebäudes ausgeschaltet. In dieser Zeit werden auch die Lüftung im Verkaufsbereich und das Licht in den offenen Kühltheken ausgeschaltet.
- Im Sanitärbereich wird die Beleuchtung über eine Zeitschaltuhr geregelt.

Energieverbrauch am Standort Leverkusen

5 Millionen kWh elektrischer Strom und 1,6 Millionen Kubikmeter Gas mit einem Energiewert von 16 Millionen kWh werden pro Jahr vom Großmarkt Leverkusen verbraucht.

Metro Group: Auszüge aus der Nachhaltigkeitsbroschüre 2004

Energie: Management für mehr Umweltnutzen.

Jede eingesparte Kilowattstunde senkt die Kosten für das Unternehmen und kommt direkt der Umwelt zugute. ...

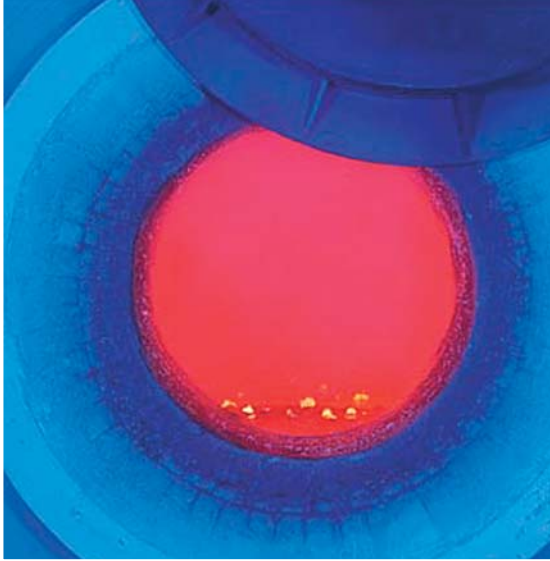
[...] In Neubauten und bei großen Umbauten werden Anlagen mit dem geringsten Energiebedarf installiert, etwa Motoren mit höchstem Wirkungsgrad oder Leuchtmittel mit höchster Energieausbeute.

[...] Bei Um- und Neubauten werden die technischen Anlagen zu einem Energieverbund zusammengeschlossen. Dabei wird z. B. die Abwärme der großen Gewerbekälteanlagen fast vollständig zur Gebäudebeheizung genutzt.

[...] Energiefitness trainieren: In Workshops werden die Beschäftigten für energiesparendes Verhalten sensibilisiert und geschult. In kundenfreien Zeiten werden automatisch Aluminiumschürzen vor den Kühltheken ausgefahren.

AUFGABEN

1. Welchen Betrag spart der Metro-Großmarkt in Leverkusen, wenn durch geeignete Maßnahmen 5% weniger Strom verbraucht werden? (Berechnungsgrundlage: Stromkosten, 5 Cent pro kWh)
2. Sucht Argumente: Warum lohnen Maßnahmen zur Energieeinsparung mit Blick auf die zukünftige Entwicklung der Strompreise?
3. Schau dich im Supermarkt um die Ecke um: Welche Energiesparmaßnahmen kannst du erkennen und welche Vorschläge hättest du, Energie einzusparen?
4. Die riesigen Flachdächer von Metro-Großmärkten sind ideale Flächen für Solaranlagen. Diskutiert und fragt im Markt in eurer Nähe nach, warum diese Möglichkeit noch nicht genutzt wird.



Aluminium Norf ist das größte Aluminiumwalz- und Schmelzwerk Europas. Durch viele technische Verbesserungen ist es im Zeitraum von 1990 bis 2003 gelungen, den Energiebedarf pro Tonne Aluminiumblech um ca. 22 % zu senken. Die größten Energieeinsparungen lassen sich im Schmelzwerk erzielen.

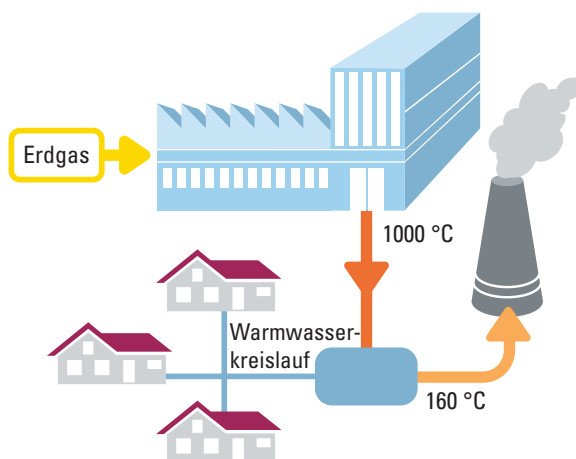
Blick in einen Schmelzofen

H2

Baustein 4 – Maßnahmen zur Energieeinsparung Impulsblatt 4 – Aluminium Norf GmbH, Neuss

Nutzung der Abwärme aus den Schmelzöfen

Bei **Aluminium Norf** werden knapp 60 % der jährlich benötigten Erdgasmenge von ca. 1.300 Millionen kWh im Schmelzwerk verbraucht. Die Öfen dort fassen bis zu 42 Tonnen Aluminium und Aluminiumschrott. Aus dem flüssigen Aluminium werden 9 Meter lange, 60 Zentimeter hohe und 30 Tonnen schwere Aluminium-Barren gegossen. Ein Teil der Abwärme der Öfen wird seit einiger Zeit zurückgewonnen und genutzt.



Fernwärme für Allerheiligen: Ende 2003 waren knapp 500 Gebäude an die Fernwärmeversorgung angeschlossen.

Fernwärme für Allerheiligen spart 5 Millionen Kubikmeter Erdgas

Die bis zu 1200 °C heißen Abgase der Schmelzöfen werden gereinigt, bevor sie das Werk über die Schornsteine verlassen. Dazu müssen sie auf etwa 160 °C gekühlt werden.

Früher hat man die Abgase durch Zumischung von Kaltluft gekühlt. Dabei ging die darin enthaltene Energie aber verloren. Um die Wärme aus den Abgasen einzufangen, wird sie heute auf einen Wasserkreislauf übertragen. Der Warmwasserkreislauf wird zum Heizen und zur Warmwasserversorgung von Wohnhäusern im benachbarten Stadtteil Neuss-Allerheiligen genutzt.

Durch die Fernwärmeversorgung der Haushalte werden etwa 5 Millionen Kubikmeter Erdgas mit einem Energiegehalt von 50 Millionen kWh eingespart. Gleichzeitig werden knapp 10.000 Tonnen Kohlenstoffdioxid weniger ausgestoßen.

AUFGABEN

1. Durch welche Strategie ist es Aluminium Norf gelungen, Energie einzusparen?
2. Welche positiven Effekte sind mit der Nutzung der Abwärme aus den Schmelzöfen verbunden?
3. Durch die Abwärmenutzung wird Neuss-Allerheiligen mit Warmwasser zum Heizen versorgt. Welcher Rechnungsbetrag würde sich ergeben, wenn AluNorf die eingesparte Energiemenge von 5 Mio. m³ Erdgas (50 Mio. kWh) mit 1 Cent pro kWh in Rechnung stellen würde?

Cerestar in Krefeld gehört zur Cargill-Gruppe und ist ein Unternehmen der Lebensmittelindustrie. Täglich werden 2000 Tonnen Mais u. a. zu Stärke und Traubenzucker verarbeitet. Die benötigte Energie wird am Standort produziert. Seit Sommer 2005 stellt ein Gaskraftwerk einen großen Teil der benötigten Energiemenge durch das Verbrennen von Erdgas bereit.



Baustein 4 – Maßnahmen zur Energieeinsparung
Impulsblatt 5 – Cerestar Deutschland GmbH, Krefeld

Kopplung von Kraft und Wärme

Weniger als die Hälfte der in Erdgas und anderen Brennstoffen enthaltenen Energie kann in elektrischen Strom verwandelt werden. Man spricht davon, dass der Wirkungsgrad bei der Umwandlung in Strom unter 50 % liegt. Der größte Teil der Energie wird als Wärmeenergie freigesetzt.

Bei **Cerestar** nutzt man die in Erdgas enthaltene Energie nahezu vollständig, indem man neben der elektrischen Energie auch die Wärmeenergie verwendet. Die Wärmeenergie wird der Produktion zugeführt und dort für Prozesse – wie z. B. Trocknungsvorgänge – eingesetzt, für die ansonsten elektrische Energie aufgebracht werden müsste.

Dezentrale Energieversorgung: Cerestar stellt den benötigten Strom selber her, anstatt ihn über einen zentralen Stromanbieter zu beziehen. Diese sogenannte dezentrale Energieversorgung spart Energie, weil Leitungsverluste, wie sie bei der Durchleitung von Strom vom Kraftwerk zum Kunden auftreten, keine Rolle spielen. Diese können je nach Entfernung zwischen 1,5 % und 6,0 % betragen (Quelle: Umweltlexikon-online).

Energieeinsatz Gaskraftwerk

Cerestar, Krefeld

Energieeinsatz

Eingesetzte Gasmenge: 12.000 m³/h
 Energiegehalt Erdgas: 9,3 kWh/m³
 Energieleistung der eingesetzten Gasmenge:
 12.000 m³ x 9,3 kWh/m³ = 111.600 kW (111,6 MW)

Daraus erzeugte Leistung

Elektrische Leistung: 22.000 kW (22 MW)
 Wärmeleistung: 84.000 kW (84 MW)

Wirkungsgrad

Elektrische Leistung: _____ %
 Wärmeleistung: _____ %
 Gesamt: _____ %

AUFGABEN

1. Beschreibe den Vorteil der Kraft-Wärme-Kopplung am Beispiel des Gaskraftwerkes bei Cerestar!
2. Berechne die Energieeffizienz für die Energieumwandlung in elektrische Energie und Wärmeenergie am Beispiel des Gaskraftwerkes bei Cerestar und berechne daraus die Gesamtenergieeffizienz des Kraftwerkes.
3. Worin liegen die Vorteile einer dezentralen Energieversorgung, wie sie hier für Cerestar beschrieben ist?



H2

