Energieplan VG Aßling 2030 – EPA 2030

erstellt von

Arbeitskreis „Energie“ im Rahmen der Agenda 21-Aktivitäten

Inhalt

Vorwort		Fischer
1. Ziel		Fischer
2. Möglichkeiten und Grenzen der Energieeinsparung und der Energiebereitstellung		
2.1	**Energieeinsparung**	
2.1.1	**Grundlagen**	Fischer
2.1.2	**Wärmedämmung an Gebäuden** (bis Passivhaus)	Höppler
2.1.2.1	Dämmung gegen Kälte	NN
2.1.2.2	Dämmung gegen Wärme	NN
2.1.2.3	Lüftung	Kiesel
2.1.3	**Strom sparen**	Pöhlmann†
2.1.4	**„Sanfte Mobilität“**	Fischer
2.2	**Energieeffizienz**	
2.2.1	**Kraft-Wärme-Kopplung**	NN
2.2.2	**Verteilernetze**	NN
2.2.3	**Optimierungen**	
2.2.3.1	**Einsatz von Energiespeichern**	Kiesel
2.2.3.2	**Hydraulischer Leistungsabgleich**	Kiesel
2.3	**Energieträger**	
2.3.1	**Direkte Nutzung der Sonnenenergie**	
2.3.1.1	Solarthermie (Wärmegewinnung aus Sonneneinstrahlung)	NN
2.3.1.2	Photovoltaik (Stromgewinnung aus Sonneneinstrahlung)	Fischer
2.3.2	**Biomasse als Energieträger**	
2.3.2.1	Holz (Scheitholz, Hackschnitzel, Pellets)	Fischer
2.3.2.2	Sonstige Biomasse, biogene Reststoffe	Fischer
2.3.2.3	Biogas	Fischer
2.3.2.4	alternative Kraftstoffe (Pflanzenöl, Biodiesel, Wasserstoff…)	NN
2.3.3	**Windenergie**	
2.3.3.1	Windkraftanlage	Eibl
2.3.3.2	weitere Technologien	NN
2.3.4	**Wasserenergie**	
2.3.4.1	Wasserkraft (Höhenunterschied und Fließgeschwindigkeit)	Eibl
2.3.4.2	Wasserwirbel	Kiesel
2.3.4.3	Gezeiten	Fischer

2.3.5 Geothermie: Wärme aus dem Erdinneren Schmidt
2.3.5.1 Tiefen-Geothermie Schmidt
2.3.5.2 Oberflächen-Geothermie Kiesel

2.4 Energiespeicherung NN

2.5 Ergänzende Informationen zu Techniken und Verfahren Kiesel

3. Der Aßlinger Weg in eine nachhaltige Energiezukunft

Vorwort

Der Arbeitskreis Energie innerhalb der Agenda 21-Aktivitäten in Aßling hat sich seit 2008 intensiv mit Fragen der verantwortungsbewussten Energienutzung speziell in der VG Aßling beschäftigt. Dazu wurden zunächst die Grundlagen der Energiebereitstellung, Energieeffizienz und Energieeinsparung erarbeitet und grundsätzliche Ziele für Aßling definiert. Im Oktober 2009 war dieser Prozess zu einem vorläufigen Abschluss gekommen.

Unmittelbar anschließend setzte die Planung der konkreten Umsetzung in der Gemeinde Aßling ein. In einem zunächst intensiven und fruchtbaren Diskussionsprozess mit Gemeinderat und Bürgermeister wurde der Planungsteil unter der Überschrift „*Der Aßlinger Weg in eine nachhaltige Energiezukunft*“ konkret ausgearbeitet. Leider entwickelte sich zwischen den von einer breiten Mehrheit getragenen grundsätzlichen Zielen und der Realität der Umsetzung eine zunehmende Diskrepanz, die den Arbeitskreis im April 2011 dazu bewog, seine Arbeiten ruhen zu lassen.

Zwischenzeitlich sind das Bewusstsein der Bedeutung der Thematik und der Wille, sich mit Energiefragen zu befassen in Aßling wieder deutlich gestiegen. Der neue Bürgermeister hat die Arbeitsgruppe wieder reaktiviert; mehr Bürger als damals beteiligen sich aktiv.

Um das seinerzeit gesammelte Grundlagenwissen allen verfügbar zu machen wird der **Energieplan Aßling 2030** (EPA 2030) auf die Homepage der VG Aßling gestellt. Vorab wurde er nach fast 5 Jahren „Ruhezeit“ etwas aktualisiert. Einzelne Kapitel sind noch offen; sie können bei Bedarf ergänzt werden. Das Kapitel zum Aßlinger Weg in eine nachhaltige Energiezukunft (Kap. 3) steckt lediglich einen kurzen Rahmen. Die konkrete Ausgestaltung ist eine Aufgabe, der sich die Gemeinde Aßling, unterstützt durch den Arbeitskreis Energie, nun schrittweise und zielgerichtet widmet.

1. Ziel

Die moderne Gesellschaft, vom einzelnen Dorf bis zur Weltbevölkerung insgesamt, ist heute ganz überwiegend von folgenden Energieträgern abhängig:

Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Uran.

Alle diese Energieträger sind endlich! Alleine dieser Endlichkeit wegen kann die Menschheit nur eine begrenzte Zeit auf diese Energieträger zurückgreifen.

Unter ***Reserven*** versteht man die Mengen an Rohstoffen, die mit den heute bekannten technischen Möglichkeiten wirtschaftlich gewonnen werden können, unter ***Ressourcen*** die Mengen, die heute entweder technisch oder wirtschaftlich nicht gewinnbar und meist auch (noch) nicht nachgewiesen, geologisch jedoch zu erwarten sind; durch technologische Entwicklungen lassen sich also Ressourcen in Reserven überführen. Die ***statistische Reichweite*** ist der Zeitraum, in dem die Ressourcen aufgebraucht wären, wenn der derzeitige Jahresverbrauch weiterhin bestehen würde (diese Reichweiten verlängern sich, wenn aus Ressourcen Reserven werden; sie verkürzen sich, wenn der Jahresverbrauch ansteigt).

Im Zeitraum 1945 bis 2005 ist die statistische Reichweite von Steinkohle ziemlich kontinuierlich von etwa 460 auf etwa 160 Jahre gesunken (Steinkohle macht etwa 48% der Reserven und etwa 52% der Ressourcen der nicht-erneuerbaren Energieträger aus!). Ebenso ist die statistische Reichweite von Uran gesunken, von gut 70 auf etwa 50 Jahre. Gestiegen sind die Reichweiten von Erdgas (von etwa 30 auf etwa 60 Jahre) und Erdöl (von 25 auf 45 Jahre). 25 bzw. 45 Jahre markieren aber nur ein bzw. zwei Menschengenerationen, 150 Jahre nur etwa sieben bis acht Generationen! China (20% aller Menschen) befindet sich in einem beispiellosen Entwicklungsprozess, der rasant ansteigenden Energiebedarf nach sich zieht, Indien (nochmals knapp 20% der Menschheit) wird in den nächste ein bis zwei Jahrzehnten nachziehen; d.h. der Bedarf und damit der Verbrauch wird *rasant* zunehmen. Energiepotenziale, die sich in dutzenden oder hunderten von *Jahrmillionen* angehäuft haben verbrauchen wir in wenigen Jahrzehnten! (Quelle: alle Angaben nach Gerling & Kosinowski 2006).

Die zusammenfassende Bewertung des World Energy Outlook (2008) der International Energy Agency ist an Deutlichkeit nicht zu überbieten: „*Die derzeitigen Trends von Energieversorgung und – verbrauch sind eindeutig nicht zukunftsfähig, in ökologischer ebenso wie in wirtschaftlicher oder sozialer Hinsicht*.“ Und als Konsequenz: „*Private Haushalte, Unternehmen und Autofahrer werden ihr Energieverbrauchsverhalten ändern müssen*, …“ (IEA 2008, S. 3 & 4).

Alle diese Energieträger sind umweltschädlich! Mit Ausnahme von Uran entsteht bei all diesen Energieträgern bei der Energiefreisetzung Kohlendioxyd (CO_2). CO_2 ist als einer der wesentlichen Faktoren des „Treibhauseffektes“ bekannt: Die von der Erde natürlicherweise abgesendete Strahlung wird z.T. abgefangen und führt zu ihrer Erwärmung (eben wie die Scheiben eines Glashauses den Wärmeverlust reduzieren). Ohne diesen *natürlichen* „Treibhauseffekt“ der Atmosphäre wäre die Erde schon alleine aus Temperaturgründen nicht bewohnbar: die globale Mitteltemperatur läge dann bei -15 ^{o}C – mit Atmosphäre liegt sie bei +15 ^{o}C!! Erhöhter CO_2-Gehalt in der Atmosphäre erhöht aber die „Strahlungseinfangwirkung“ der Atmosphäre. Tatsächlich ist die globale Mitteltemperatur von 1901 – 2000 um 0,6 ^{o}C gestiegen, im Zeitraum von 1906 bis 2005 aber um 0,74 ^{o}C (IPCC 2007). Zum Vergleich: der Unterschied zwischen der letzten Eiszeit und heute macht global etwa 4 ^{o}C aus. Wir leben also in einer Zeit mit *zunehmendem Trend der Temperaturerhöhung*! Das hat Konsequenzen für alle Ökosysteme der Welt, für die natürlichen wie für die agrarischen! Es ist verbunden mit Änderungen der Niederschläge. Wir müssen davon ausgehen, dass sich unsere gesamte bekannte Umwelt und Lebensgrundlage verändern wird. Und das nicht in einer „fernen Zukunft“: diese Änderungen laufen bereits, die jetzige (!) Generation ist schon davon betroffen, die folgenden werden es noch viel stärker sein.

Auch Atomkraft ist kein Allheilmittel: sie produziert zwar kein CO_2, Uran ist aber (sehr) endlich (s.o.), und die Lagerung der verbrauchten Brennstäbe mit ihrem hochradioaktivem Abfall muss für Jahrzehntausende und Jahrhunderttausende gesichert sein ….

Die Menschheit benötigt erneuerbare Energien! Die Sonne sendet kontinuierlich und aus Sicht des Menschen ohne real greifbares Ende - nämlich für noch 3 bis 5 Milliarden(!) Jahre - Energie zur Erde. Wir müssen sie nur „einfangen".

Pflanzen fangen diese Energie auf und speichern sie in Form energiereicher Biomasse. Wir leben unmittelbar von diesen Pflanzen, indem wir die Energie in Form von Nahrung aufnehmen (gilt ebenso für tierische Nahrungsmittel; denn diese Tiere ernähren sich letztlich auch von Pflanzen). Biomasse als Energieträger nutzt also „verwandelte Sonnenenergie"; das CO_2, dass bei dieser Nutzung frei wird, wurde zuvor, beim Wachstum der Pflanze, in der Biomasse festgelegt und kann erneut in Biomasse überführt werden – d.h. global ändert sich bei Nutzung der Biomasse als Energieträger der CO_2-Gehalt der Atmosphäre nicht (wohl steigt er an, wenn wir schneller verbrennen als nachwachsen kann – was wir tatsächlich heute z.B. mit den tropischen Regenwäldern tun; vgl. dazu Kap. 2.3.2). Auch der Wind und viele Meeresströmungen erhalten ihre Energie von der Sonne. Wasser wird unter Verbrauch von Sonnenenergie aus den Weltmeeren verdampft und fällt, z.B. im Gebirge, als Regen herunter: die Wasserkraft ist also im Wesentlichen auch „sonnengetrieben".

Gezeitenkraftwerke dagegen beziehen ihre Energie aus der Gravitationskraft von Mond (und Sonne). Auch die Energie aus dem Erdinneren stammt nicht aus der Sonne; sie ist im eigentlichen Sinne auch nicht „erneuerbar" – es handelt sich um Energie aus der Entstehungszeit der Erde; diese Energie ist endlich – aber die vorhandene Energiemenge ist im Vergleich zu dem, was wir entnehmen können so groß, dass Erdwärme zu den „erneuerbaren Energien" zählt.

Es wird aber unmöglich sein, den gesamten aktuellen (und den wegen der Entwicklung der Schwellenländer sogar noch drastisch ansteigenden) zukünftigen Energiebedarf nur aus erneuerbaren Energien zu decken. Was ist zu tun?

- Zunächst ist es deshalb wichtig, ***Energieverbrauch zu reduzieren wo immer möglich*** (simples Beispiel: stand-by-Modus kostet Energie, bringt aber keinen Nutzen).
- Dann ist es wichtig, ***die verwendeten Energieträger so wirksam wie möglich*** – und damit so sparsam wie möglich – einsetzen.
- Schließlich müssen wir große Anstrengungen unternehmen, den ***Anteil der erneuerbaren Energien am verbliebenen Energiebedarf stark zu erhöhen***.

So können wir einen Weg finden in eine *energie-sichere Zukunft.*

Dieser Weg kann und muss von allen und überall beschritten werden. Jeder Einzelne, und ebenso jede Gruppe von Menschen wie eine Gemeinde, kann entscheidend dazu beitragen, den eigenen „Energiehunger" zu kontrollieren und sicher zu stellen, dass die benötigte Energie auch in Zukunft – und zwar für eine prinzipiell nicht begrenzte Zeit – zu Verfügung stehet.

Die Gemeinde Aßling steckt sich das Ziel, bis zum Jahre 2030 ohne Nutzung nicht-regene-rativer Energien auszukommen. Das Ziel ist hochgesteckt und bedarf der Mitarbeit aller Bürger. 2030 scheint zunächst sehr weit weg zu sein: Es sind aber nur noch 15 Jahre (Stand 2015)! Deshalb müssen wir jetzt beginnen diesen „Energie-Umbau" zu realisieren.

Den Weg zum Ziel beschreibt der **EnergiePlan Aßling 2030**:

- Zunächst sind Daten und Fakten zusammen zu tragen, welche aktuellen (und in nächster Zukunft realistischer Weise zu erwartenden) Technologien ***grundsätzlich*** zur Verfügung stehen, und zwar sowohl hinsichtlich Energieeinsparung als auch hinsichtlich Energieeffizienz als auch hinsichtlich zukunftsfähiger, nachhaltiger Energieträger.
- Dann ist zu prüfen, welche der skizzierten Möglichkeiten für die ***spezielle Situation der Gemeinde Aßling*** anwendbar, nützlich und zielführend sind, welche Konsequenzen der Einsatz ggf. hat, wie ein zukünftiger Energiemix aussehen soll und welche Maßnahmen hinsichtlich Energieeinsparung und Nutzungseffizienz in welcher Kombination machbar sind.
- Am Schluss des Verfahrens steht ein konkret ausgestaltetes Ziel für einen möglichst geringen Energieverbrauch in Aßling und effiziente sowie nachhaltige Wege zur Deckung dieses Energiebedarfs in Aßling mit Perspektive des Jahres 2030 und ein konkreter Weg mit konkret definierten Stationen dahin: **EnergiePlan Assling 2030**.

*„**Wir können es uns nicht leisten zu warten, bis wir alles wissen.**“*

*„**Die Kosten des Handels sind viel niedriger als die Kosten des Nichthandels.**“*

Diese beiden zentralen Zitate aus dem Buch von Nicholas STERN (Stern 2009), einst Cheföko-nom der Europäischen Bank für Wiederaufbau und Entwicklung, dann Chefökonom und Vizepräsident der Weltbank, seitdem Berater der britischen Regierung und Autor des mittlerweile weltbekannten STERN-Reports „*The Economics of Climate Change*“ gelten weltweit, aber **auch für jede Gemeinde**:

Auch wir in Aßling können nicht warten, bis wir alle Vernetzungen des Beziehungsgefüges Mensch-Umwelt verstanden und ausgelotet haben. Wir können auch nicht warten, bis wir den besten Plan für die Zukunft erstellt haben. Wir müssen **jetzt** handeln – auf der Basis der nach bestem Wissen und Gewissen zusammengetragenen Erkenntnisse. Denn: einen Ausweg aus der Energie- und Umweltproblematik „von selbst“ gibt es nicht. Die Probleme werden immer drängender. Und je später wir zu handeln beginnen desto schwieriger sind es sie zu lösen, und desto teurer wird es!

Deshalb: Fangen wir an, solange noch die Möglichkeit auf ein gutes und kostengünstiges Resultat besteht! **Beginnen wir heute mit dem Weg in eine nachhaltige Energiezukunft!**

2. Möglichkeiten und Grenzen der Energie-Einsparung und Energiebereitstellung

2.1 Energieeinsparung

2.1.1 Grundlagen

Die heute global benötigte Gesamt-Energiemenge für alle Anwendungen (insbesondere für Heizung/Kühlung, Mobilität, Industrie) wird zum ganz überwiegenden Teil aus fossilen Energieträgern bestritten, teilweise aus Kernkraft, und zu einem bisher erst kleinen, aber stetig wachsenden Anteil aus erneuerbaren Energien. Die Energienachfrage wird in den nächsten Jahren und Jahrzehnten weiter stark ansteigen, besonders wegen der sich rasant entwickelnden Volkswirtschaften in China und Indien. Der World Energy Outlook 2007 (IEA 2007) benutzt starke Worte zur Kennzeichnung der angelaufenen und zukünftigen Entwicklung: er spricht von „*drastisch gestiegenem Energieverbrauch*“ in diesen Ländern und von „*radikalen Veränderungen auf im globalen Energiesystem*“, die von diesen Ländern ausgehen. In Zahlen: im Zeitraum 2005 bisi 2030 wird Chinas Primärenergieverbrauch um

jährlich durchschnittlich 3,2 % wachsen, in Indien sogar um 3,6 %. Kohle spielt dabei eine zentrale Rolle; und wegen des parallel verlaufenden Drucks auf die Ölpreise wird die Kohlenutzung auch in anderen Ländern wieder rentabler als die von Öl, womit die Verwendung gerade des CO_2-ungünstigsten Energieträgers stark hervortreten wird – d.h. CO_2 wird noch stärker emittiert. Die CO_2-Emissionen werden voraussichtlich von 2005 bis 2030 um mehr als 50% zunehmen, wobei 2/3 davon von USA, China, Russland, Japan und Indien produziert werden.

Eine Gegenbewegung ist also absolut wichtig! Nachwachsende Rohstoffe sind von ihrer CO_2-Bilanz ideal (sie produzieren NULL zusätzliches CO_2 – aber der von ihnen leistbare Betrag ist limitiert: würden alle für NaWaRo's (nachwachsende Rohstoffe) geeigneten Flächen in Deutschland ausschließlich für die Produktion von Biodiesel/Bioethanol genutzt könnten dennoch nur 7% des Treibstoffbedarfs gedeckt werden! Bei optimaler Nutzung der Biomasse in Deutschland ließen sich etwa 10% des Primärenergieverbrauches substituieren. Investition in Energie-Einsparung (z.B. Wärmedämmung) ist also auch ökonomisch sehr (!!!) viel zielführender als Investition derselben Geldmenge in Ersatz von fossiler Primärenergie!

Daraus ist **folgende wesentliche Erkenntnis** zu ziehen:

Es ist absolut unmöglich, die heute weltweit eingesetzte (geschweige denn die zukünftig zu erwartende) Energiemenge vollständig durch erneuerbare Energien zu ersetzen!

- Zuallererst muss ***jede Energieverschwendung konsequent unterbunden*** und maximal viel Energieeinsparung betrieben werden.
- Im zweiten Schritt sind ***die eingesetzten Energieträger höchst effizient*** und nur dort, wo ihr Wirkungsgrad maximal möglich realisiert werden kann einzusetzen.
- Und im dritten Schritt ist die dann noch benötigte Energiemenge ***so weit wie möglich aus erneuerbaren Quellen zu speisen***.

Ein Energieplan auch für Aßling muss also zunächst alle Energie-Einsparpotenziale maximal ausschöpfen und dann nach optimalem Einsatz der Energieträger suchen.

2.1.2 Wärmedämmung an Gebäuden (bis Passivhaus)

2.1.2.1 Dämmung gegen Kälte

Dieser Punkt ist noch offen

2.1.2.2 Dämmung gegen Wärme

dieser Punkt ist noch offen

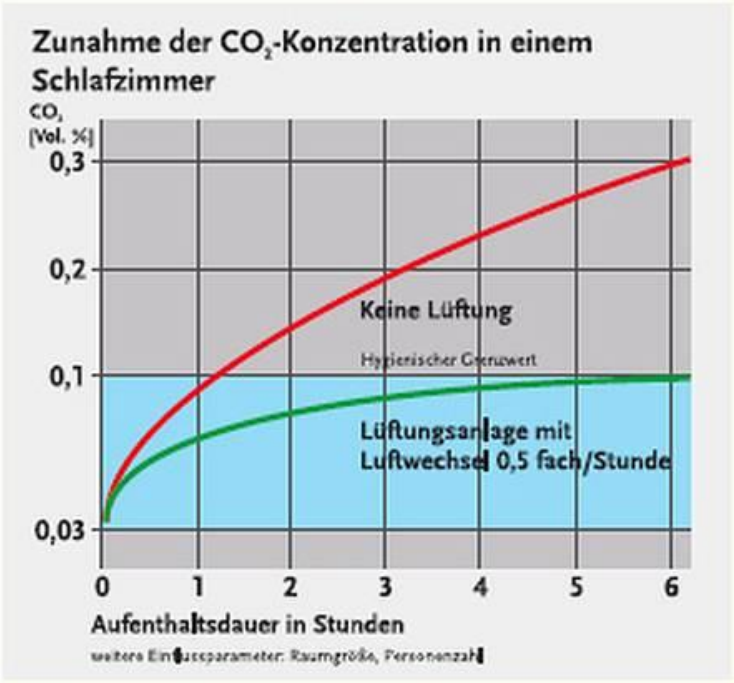
2.1.2.3 Lüftung

dieser Punkt ist noch offen

a) Frische Luft zum Atmen, Luftverbrauch

In der freien Natur steht uns genügend frische Luft zum Atmen zur Verfügung. Aus der eingeatmeten Luft benötigt unser Stoffwechsel nur den Sauerstoff, der in der Luft mit 21% vorhanden ist. Die ausgeatmete Luft enthält immer noch ca. 17 % Sauerstoff, wodurch sich auch erklärt, warum eine „Mund zu Mund Beatmung" überhaupt funktionieren kann und weshalb in sauerstoffreduzierter Umgebung (Flugzeugen, Computerräumen,..) Menschen überleben können.

Die für uns lebensnotwendige Sauerstoffzufuhr (benötigter „Luftverbrauch") wird für eine wache Person unter Normalbelastung mit **1 m³/h Luft** angesetzt. Während des Schlafens sinkt der Luftverbrauch eines Menschen auf ca. 280 l/h, also etwa einem Drittel des Wach- und Arbeitszustandes.



(Quelle: LEW)

b) Eingeschränktes Sauerstoffangebot in Gebäuden

Während im Freien genügend Luft zur Verfügung steht, sieht es in Gebäuden, vor allem, wenn diese energetisch sehr luftdicht gebaut wurden, ganz anders aus. Die von Personen ausgeatmete Luft muss aus dem Gebäude geführt und durch frische Außenlust ersetzt werden.

c) Weitere Aufgaben des Luftaustausches in Gebäuden

Neben der sehr wichtigen Erneuerung der Atemluft (Entfernung des Kohlendioxydgehalts) ist ein regelmäßiger Luftwechsel aus folgenden Gründen wichtig:

- Entfeuchtung der Luft (Bad, Aquarium, Küche (Kochen), Zimmerpflanzen,…)
- Entfernen von Gerüchen (Küchendunst, Haustiergerüche,…)
- Entfernen von Schadstoffausdünstungen (Radon, Lindan, Formaldehyd,…)
- Entfernen von krank machenden Stoffen (Keime, Pilzsporen, Pollen,…)
- Nachliefern der Verbrennungsluft (raumluftabhängige Feuerstätten,…)

In bewohnten Gebäuden muss also dafür gesorgt werden, dass der Luftaustausch in geeigneter Menge gewährleistet ist. Im Winter scheinen 25 m²/ h pro Person für Luftbelastung und Feuchtigkeit ausreichend.

Aus hygienischen Gründen wird mit einer Luftwechselrate von 0,5 [1/h] gerechnet, also das die gesamte Luft alle zwei Stunden komplett ausgetauscht wird.

d) Luftschadstoffe und der Pettenkoferwert (DIN 1946)

Max von Pettenkofer stellte bereits im Jahre 1858 fest, dass sich Menschen in Räumen mit einer CO_2-Konzentration unter 1 000 ppm zufrieden äußern, bei einer Konzentration von über 2 000 ppm jedoch unzufrieden. Diese Beobachtungen wurden für das Regelwerk der Deutschen Industrie Norm (DIN) 1946.2 übernommen. Der obere CO_2-Grenzwert für Wohnräume wird darin mit 1 500 ppm angegeben, empfohlen wird aber auch der Pettenkofer-Grenzwert von 1 000 ppm.

Soll der Pettenkofer-Wert von **0,1 Vol.-%** eingehalten werden, müssen mindestens 30 Kubikmeter Luft pro Person vorhanden sein.

Etwas feiner abgestuft wird der CO_2-Anteil in der ausgeatmeten Luft und der empfohlenen Frischluftmenge in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

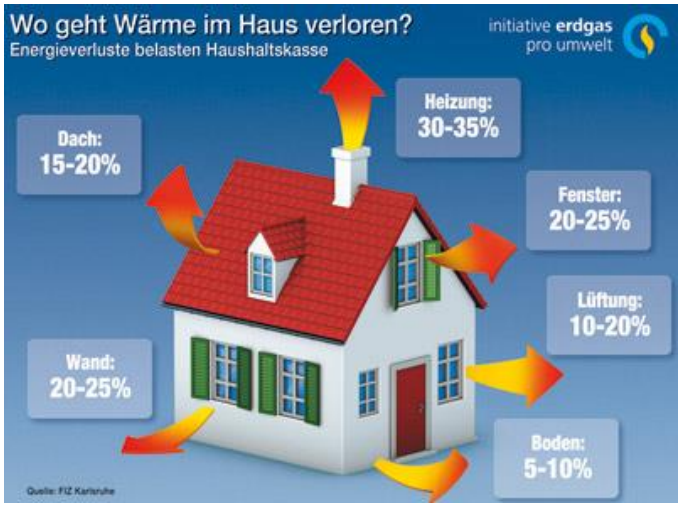
Art der Tätigkeit	ausgeatmetes Kohlendioxid Liter/Stunde	notwendige Frischluftmenge m³/Stunde
Schlafen/Ruhen	10 - 13	17 - 21
Lesen/Fernsehen	12 - 16	20 - 26
Schreibtischarbeit	19 - 26	32 - 42
Hausfrau/-mann	32 - 43	55 - 72
Handwerker/in	55 - 75	90 - 130

Quelle: http://www.energieverbraucher.de/files_db/dl_mg_1080739871.pdf

Bei einem Schlafzimmer mit 5m x 6m = 30 m² Grundfläche und einer Geschoßhöhe von 3 m stehen 90 m³ Luft zur Verfügung. In diesem Schlafzimmer wird bei zwei schlafenden Personen ohne Frischluftausgleich der Pettenkoferwert bereits nach 2,5 Std. überschritten und es müsste gelüftet werden! (Gerechnet mit 18 m³ für Schafen/Ruhen: 90 m³ / 18 m³/h / 2 = 2,5h)

e) Energieverluste durch Lüftung ohne Wärmerückgewinnung

Um den geforderten Luftaustausch für das Wohlbefinden in Räumen und Gebäuden zu erreichen muss zwangsläufig gelüftet werden. Je dichter eine Gebäudehülle ist, umso weniger ist ein „automatisierter Luftaustausch“ mittels Zugluft vorhanden.



Quelle: http://www.fiz-karlsruhe.de

Folgende beiden Lüftungsmöglichkeiten für einen stetigen Luftwechsel können eingesetzt werden:

- **Regelmäßiges mechanisches Lüften**

  (kurzzeitiges Stoßlüften über Fenster und Türen im Winter und Fenster in Kippstellungen im Sommer)

  Vorteile

  sofort einsetzbar
  keine zusätzlichen Kosten
  altbewährte Technik

Nachteile

personengebunden
immer freier Zugang zu den Fenstern notwendig
hoher Wärmeverlust im Winter
in den Nachtstunden unpraktikabel
bei Berufstätigen problematisch
kein Schutz vor Pollen
kein Schutz vor Lärm

- **Permanenter automatische Luftaustausch** (mittels Lüftungsanlage)

  Vorteile

  kein Personeneinsatz notwendig
  Sicherstellung des Mindestluftumsatzes
  Wärmerückgewinnung möglich
  Raumkühlung möglich
  Pollenfilter
  Stechmückenschutz
  Minimierung des Geräuschpegels
  automatische Be- und Entfeuchtung möglich

- ***Nachteile***

  Investitionskosten
  Betriebskosten (Strom und Filter)
  zusätzliche Lüftergeräusche
  mögliche „Telefonie Probleme“ bei Zentralen Anlagen

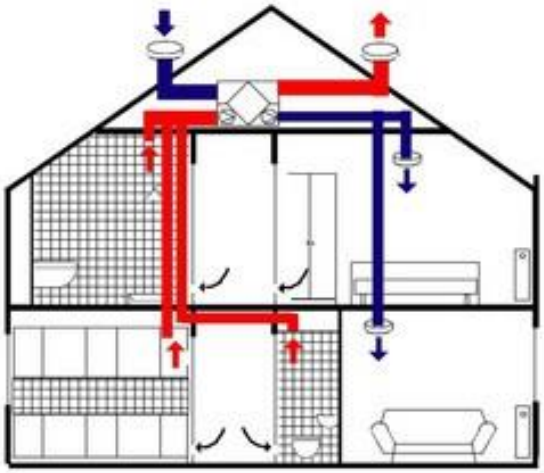
- **f) Lüftungsanlagen ohne Wärmerückgewinnung:**

Systeme ohne Wärmerückgewinnung werden **Abluftanlagen** genannt. Diese Anlagen ziehen die verbrauchte Luft aus dem Gebäude, wodurch ein automatischer Luftaustausch gewährleistet wird. Bei diesen Systemen wird die Abluft einfach ins Freie geblasen, wodurch die Wärmeenergie für das Gebäude verloren geht.

g) Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung:

Automatische Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung teilen sich in zwei Kategorien auf:

- **Zentrale Lüftungsanlagen:** Meist sind diese etwas größeren Geräte im Keller oder auf dem Dachboden installiert und versorgen die einzelnen Räume über ein Luftkanalsystem mit dem benötigten Frischluftdurchsatz. Die Abluft wird ebenfalls über ein zweites Kanalsystem aus den Feuchträumen und der Küche abgezogen.



Quelle:
http://www.energieverbraucher.de/de/Lueften__159

Vorteile

guter Wirkungsgrad
hohes Wärmerückgewinnungspotential
keine sichtbaren Luftöffnungen im Mauerwerk
Kombinationsmöglichkeit als Luftheizung
Kombinationsmöglichkeit zur Klimatisierung von Räumen
die Zuluft kommt mit der Abluft nicht in Kontakt
bei Frischluftzuführung über Erdwärmetauscher auf ca. 10 Grad gehalten
(Vorheizen im Winter, Abkühlung im Sommer noch vor dem Wärmetauscher)

Nachteile

hohe Investitionskosten
meist nur im Neubau sinnvoll
mögliche „Telefonie Probleme“ (durch Luftkanalsystem)
Filterwechsel meist nur über Fachbetrieb möglich

- **Dezentrale Lüftungsanlagen**: Diese meist kleinen Systeme werden dezentral in den zu versorgenden Räumen installiert, wodurch auf ein Luftkanalsystem verzichtet werden kann.

Vorteile

guter Wirkungsgrad
hohe Wärmerückgewinnungspotential
geringer Installationsaufwand
günstige Investitionskosten
gut geeignet für den nachträglichen Einbau (Altbausanierung)
kleine Lüftereinheiten
sehr geringer Stromverbrauch
Filterwechsel kann selbst durchgeführt werden
keine „Telefonie Probleme“ (kein Luftkanalsystem)
gute Regelbarkeit

Nachteile

ersichtliche Luftöffnungen im Mauerwerk

Dezentrale Lüftungssysteme gibt es in diesen zwei Varianten:

Einzelsysteme sind als komplette Lüftungseinheit mit permanentem Luftein- und Luftaustritt über zwei unterschiedlichen Wandbohrungen mit kleinem Abstand konzipiert. Damit kann eines dieser Systeme alleine zum Luftaustausch von Räumen eingesetzt werden.
Die Wärmerückgewinnung erfolgt berührungslos über Wärmetauscher über die die Ab- und Zuluft geführt wird.

Quelle: http://www.bayernluft.de/de/detaildat/BV-WRG-C.pdf

Vorteile

nur ein Gerät nötig
geringerer Installationsaufwand
die Zuluft kommt mit der Abluft nicht in Kontakt

Nachteile

evtl. schlechtere Luftverteilung im Raum

Mehrgerätesysteme sind so konzipiert, dass sie als Luftein- und Luftaustrittsystem fungieren; die Luftrichtung wird periodisch nach einer festen Zeitspanne gewechselt.

Quelle: http://www.inventer.de/produkte/lueftung-nach-din

Die Wärmerückgewinnung funktioniert über ein Wärmespeichermedium, über das die ein- und ausströmende Luft geführt wird. Die Abluft erwärmt das Speichermedium, die Zuluft wird über den Speicherkern erwärmt.

Zum Einsatz werden immer zwei Geräte benötigt, die wechselseitig als Zu- oder Abluftsystem betrieben werden.

Vorteile

günstige Investition
gute Luftverteilung im Raum

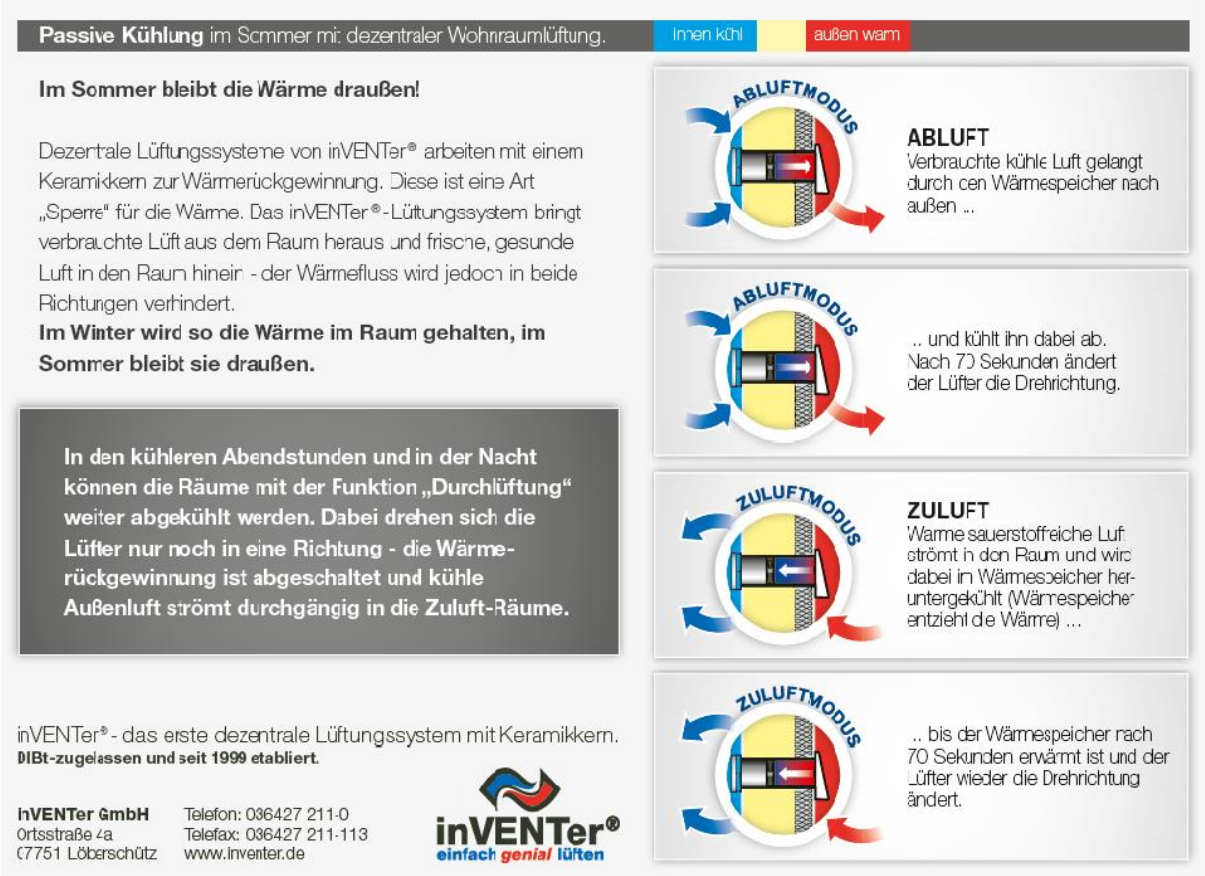
Nachteile

immer paarweiser Einsatz
die Zuluft kommt indirekt über das Speichermedium mit der Abluft in Kontakt

h) Sommerkühlung

Zusätzlich kann mittels Lüftungssystemen im Sommer eine Kühlung erreicht werden, da der Temperaturfluss immer vom wärmeren um kälteren Medium stattfindet. Damit wird die warme/heiße frische Sommerluft abgekühlt und in den Räumen mit niedriger Temperatur als die Außenluft bereitgestellt. Die verbrauchte Zimmerluft wird durch die entzogene Wär-me der Außenluft aufgewärmt und ins Freie geleitet.

Sobald die Außentemperatur niedriger als die Raumluft wäre, würde die Frischluft wieder erwärmt, darum muss dann auf Durchfluss von außen nach innen geschaltet werden um eine Sommerkühlung zu erreichen.



Quellen:

http://www.pob-faq.de/02_hochschule/seminare/gebaeudetechnik_2ba/Lueftung.pdfhttp://www.rhombos.de/shop/c/file/000207/Leseprobe39372313582.pdf

http://www.inventer.de

http://www.energieheld.de/heizung/klimaanlage-und-lueftung/lueftungsanlage

http://www.energieverbraucher.de/de/Lueften__159

2.1.3 Strom sparen

Bei einem durchschnittlichen Haushalt in Deutschland entfallen 12% des Energieverbrauches auf Strom (11% auf Warmwasser und 77% auf Heizwärme). Ungefähr ein Achtel der insgesamt verbrauchten Energie entfällt also auf Strom. Es lohnt sich also auch hier einzusparen.

In vielen Haushalten treiben veraltete und ineffiziente Elektrogeräte und Lampen den Stromverbrauch unnötig in die Höhe. Durch den bewussten Umgang mit Strom lassen sich durchaus hunderte von Euro im Jahr sparen, und die Angst vor Nachberechnungen entfällt.

Bis zu 220 Euro kann ein 2-Personen-Haushalt an Stromkosten einsparen, wenn er beispielsweise alte Kühl- und Gefriergeräte gegen energieeffiziente Geräte der höchsten Energieklasse (A oder A+, A++) austauscht, herkömmliche Glühlampen durch Energiesparlampen ersetzt und mittels schaltbarer Steckerleisten den Standby-Verbrauch bei Fernseher, Multimediageräten und Computer stoppt.

In welchem Haushaltsbereich wird am meisten Strom verbraucht?

Verbrauchsbereich	Durchschnittlicher Anteil
Kochen, Bügeln, Wäschetrocknen	19 Prozent
Warmwasserbereitung, inklusive Wasch- und Geschirrspülmaschinen	17 Prozent
Kühlen / Gefrieren	16 Prozent
Heizung (inklusive Heizstrahler, Ölradiatoren)	15 Prozent
Sonstige elektrische Geräte[3]	13 Prozent
Unterhaltungselektronik	12 Prozent
Beleuchtung	8 Prozent

Quelle: Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft (BDEW), Januar 2008[4]

Energieklassen
Beim Neukauf von Geräten ist zu beachten, dass Elektrogeräte in Energieklassen von A – F eingestuft werden. Energieklasse A bedeutet, dass ein Gerät einen niedrigen Energieverbrauch aufweist. Energieklasse F hingegen steht für einen höheren Verbrauch.

Waschmaschine und Trockner:
Bei Waschmaschine und Trockner lässt sich mit ein paar wenigen Handgriffen Geld sparen. Ein Waschgang bei 40° C oder 30° C ist ebenso effizent wie ein 90° C Waschgang. Die Wäsche soll vor dem Trocknen gut geschleudert wurde; denn somit verkürzt sich die Trockenzeit erheblich.

***Geschirrspüler*:**
Sollte nur benutzt werden, wenn das Fassungsvermögen ausgereizt ist.

Herd:
Empfehlungen gehen in Richtung Gasherd. Wer die Möglichkeit jedoch nicht hat, sollte die Restwärme eines E-Herdes nutzen und mit geschlossenem Deckel kochen. Als Vergleich kann man sagen, dass beim Erhitzen mit gekipptem Deckel etwa die doppelte Energiemenge benötigt wird wie bei geschlossenem Deckel.

Beleuchtung:
Normale Glühlampen und auch Halogenlampen verbrauchen sehr viel Energie. Abhilfe schaffen hier Energiesparlampen, neuerdings LED-Lampen. Bewegungsmelder sparen Energie

Lüftung:
Anstelle der Dauerlüftung empfiehlt es sich eine Stoßlüftung zu machen. Das heißt die Fenster sollten

bei einer Lüftung komplett geöffnet werden und dann ein paar Minuten offen stehen bleiben. Danach wieder schließen und auch geschlossen halten.

***Unterhaltungsmedien*:**
Im Stand-by-Modus kommen etliche Euro für die Stromrechnung zusammen. Daher sollten Fernseher und Co. direkt am Gerät oder über eine schaltbare Steckdosenleiste ausgeschaltet werden.

***Klimageräte*:**
Klimageräte sind wahre Stromfresser. In Zahlen ausgedrückt sorgt ein zusätzlicher Deckenventilator dafür, dass die Klimaanlage 40 % weniger in Betrieb genommen werden muss.

Kühl- und Gefriergeräte:
Kühlschränke sollten auf eine Temperatur von 7° Celsius und Gefrierschränke von – 18° Celsius eingestellt sein. Diese Temperaturen sind vollkommen ausreichend. Geräte regelmäßig abtauen, um den Stromverbrauch zu senken.

***Computer*:**
Computer sowie alle angeschlossenen Geräte am besten mittels einer Steckdosenleiste mit Schalter ausschalten und nicht im Stand- by- Betrieb laufen lassen.

Warmwasser:
Geräte wie die Waschmaschine oder die Spülmaschine an die Warmwasserversorgung anzuschließen spart Energie.

Heizung:
Heizungspumpe gegen Energie-effiziente Modelle austauschen. Thermostatventile einsetzen. Heizkörper entlüften.

Batterien:
Wer viele Batterien verwendet sollte in Erwägung ziehen, sich ein solarbetriebenes Aufladegerät zuzulegen. Diese sind in der Anschaffung etwas teurer, sparen aber jede Menge Strom.

20 Prozent Ersparnis:

1. Beispiel: Austausch Kühl-Gefrierkombination, Lampen, Standby-Verluste reduzieren

Gerät /Maßnahme	Einsparung kWh / Jahr	Einsparung kg CO_2 / Jahr	circa Ersparnis in Euro
Kühl-Gefrier-Kombination gerät (A++ statt mittlerer Verbrauch)	132	72	26,-
Ersatz vier Glühlampen durch Energiesparlampen	216	130	43,-
Standby-Verluste stoppen	400	240	80,-
Ersparnis	**748 kWh / Jahr**	**442 kg CO^2 / Jahr**	**149,-**

Weitere Einsparungen sind möglich im gewerblichen und industriellen Bereich. Aufgrund der speziellen Situation ist dort eine problemoptimierte Beratung notwendig.

2.1.4 „Sanfte Mobilität“

a) Das Prinzip

Unsere Gesellschaft ist „mobil“ – und diese Mobilität basiert fast ausschließlich auf fossilen Energieträgern. Besonders umwelt-**un**-verträglich ist der Einsatz von Flugzeugen, am wenigsten *un*verträglich (aber dennoch auf fossilen Energieträgern oder auf Atomkraft basierend!) sind Bus und Bahn. Sehr ungünstig hinsichtlich Effizienz des Einsatzes von fossilen Energieträgern und hinsichtlich Umweltbelastung ist der mit 1 Person besetze PKW, besonders dann, wenn er nur für Kurzstrecken verwendet wird.

Die Idee der „sanften Mobilität“ kommt aus der Tourismusbranche (nachhaltiger Tourismus, Ökotourismus).

Dort gibt es 2 Hauptziele:

1) Anreise nicht mit Flugzeug oder PKW sondern per Bus/Bahn.

2) Vor Ort attraktive öffentliche Mobilitätsangebote (z.B. Abholung am Zielort vom Zug, vielseitiges Angebot von Tagestouren per Bus, vor Ort Angebot von Fahrrädern bis hin zur „Genussmobilität“: Fahrräder mit Elektro-Zusatzantrieb bzw. Elektrofahrzeuge – die beide ihre Energie aus einer eigenen Solaranlage beziehen!!

Vorreiter ist die Gemeinde Werfenweng in Österreich mit dem Konzept SAMO (**Sa**nfte **Mo**bilität) (www.werfenweng-austria.com=

Fahrzeuge an „Sonnentankstelle, Werfenweng/Österreich,
Fotos. Fischer 2008.

b) Mobilität: Daten und Fakten

Mobilität kostet Energie (heute meist fossile) und führt der Umwelt problematische Stoffe zu. Hierzu einige Zahlen im Vergleich:

Reise	**Energieverbrauch** ***pro Person*** (!) [kWh]	**CO_2-Ausstoß** ***pro Person*** [kg]	**dto*** klimawirksam
Flugzeug Fernreise 22.000 km	9.500	2.700	8.100
Flugzeug Europareise 3.000 km	1.300	370	1.100
PKW Benzin, 2 Pers., 3.500 km	1.200	350	
PKW Diesel, 4 Pers., 3.500 km	525	160	
Bus Diesel 3.500 km	245	73	
Vergleich:			
Gebäudeheizung, EFH, Bj ,95		3 – 4.000	
4 Pers., Jahresverbrauch Warmwasserversorgung Jahr		500	

aus Fischer (2014)

* Die klimawirksamen Stoffe werden beim Flugzeug in großer Höhe ausgestoßen, wo ihre Wirkung etwa dreifach so groß ist wie in Erdbodennähe (deshalb Ausstoß verdreifacht).

Die Tabelle zeigt: Ein Flug München-Sydney-München verbraucht *pro Kopf* soviel Energie, wie für 2 bis 3 Jahre Beheizung eines EFH benötigt wird (ebenfalls pro Kopf). Ebenso wird deutlich: Wer sich mit öffentlichen Verkehrsmitteln fortbewegt verbraucht pro Kopf *deutlich* weniger Energie und produziert *deutlich* weniger CO_2 als wenn er mit dem eigenen PKW fährt!

c) Die einzelnen Nutzungsformen

Übersetzt in die Bedürfnisse einer Gemeinde bedeutet das:

- Eine ***optimale Anbindung an öffentliche Transportsysteme*** (Bus, Bahn) ist wesentlich, besonders im Hinblick auf Pendler.
- Anreize zur ***Mobilität ohne PWK im Nahbereich*** sind wichtig. Dazu gehört:
  - die Sensibilisierung der Bevölkerung für die Problematik (Information schriftlich und in Form von Info-Veranstaltungen).
  - ein attraktives Fahrradwegenetz: im Ort zu den wesentlichen Infrastrukturpunkten sowie außerorts zur Verbindung mit den Nachbargemeinden; überdachte Fahrrad-Parkplätze usw.
  - zukunftsweisende Nahverkehrstechnologie ohne Nutzung fossiler oder atomarer Energieträger (vgl. Beispiel Werfenweng), z.B. Verleih von Elektrofahrzeugen zur Nutzung innerhalb der Gemeinde, gespeist aus selbst erzeugtem Solarstrom.

2.2 Energieeffizienz

2.2.1 Kraft-Wärme-Kopplung

noch nicht

2.2.2 Verteilernetze

noch nicht

2.2.3 Optimierungen

Jede Art der Einsparung von Primärenergie durch Erhöhung der Energieeffizienz von technischen Anlagen und Systemen mittels Optimierungen sollte vor der Erzeugung von zusätzlicher Energie stehen.

2.2.3.1 Einsatz von Energiespeichern

a) Das Prinzip zur Minimierung der Taktungen von Wärmeerzeugern

Durch den Einsatz eines groß bemessenen Pufferspeichers wird der eingesetzte Wärmeerzeuger gestartet und lädt zusätzlich zu den zu versorgenden Wärmeverbrauchereinheiten einen Puffer, bis dieser keine weitere Energie mehr aufnehmen kann. Danach schaltet der Wärmeerzeuger ab und der Wärme-

bedarf wird aus dem Puffer entnommen. Nach dem Einschalten brauchen Wärmeerzeuger eine gewisse Zeit, um in die optimale Arbeitsumgebung für die Bereitstellung der Wärmeabgabe zu kommen. Das kann bei Öl- Gas- Brenner 3 bis 6 Minuten, bei Wärmepumpen bis zu 10 Minuten dauern.

b) Daten und Fakten

Nicht regelbare Wärmeerzeuger wie Solaranlagen, Kachelöfen mit Wasserregistern und andere Stückgutöfen stellen die Wärme bereit, wenn diese anliegt, ganz egal ob diese dann gerade gebraucht wird oder nicht. Deshalb sollte diese Energie in einem Pufferspeicher zur späteren Verwendung abgelegt werden.

Bei geregelten Wärmeerzeugern bringt der Einsatz eines Puffers durch die geringere Taktung (Starten, Wärme erzeugen und Stoppen) automatisch eine längere Laufzeiten. Dadurch wird der Wärmeerzeuger im optimalen Parameterbereich für die Energieeffizienz bei der Energiebereitstellung und der Minimierung des Schadstoffemissionen betrieben.

Vorteile

- weniger „Anfahrstress“
- weniger Verschleiß
- längeres Arbeiten im optimalen Parameterbereich
- längere Lebenszeit
- geringere Primärenergiekosten (ca. 30 %)
- geringere Rücklagen für Anlagenaustausch durch die längeren Lebenszeiten
- weniger Reinigungsintervalle bei Brenneranlagen durch geringere Rußschicht
- weniger Schadstoffe durch weniger Verbrauch (ca. 30 %)
- wesentlich weniger Schadstoffe bis zum Erreichen der optimalen Verbrennungszustände der Brenner
- Überbrückung der EVU Stillstandszeiten bei Wärmepumpenbetrieb
- einfache Hydraulische Einbindung von mehreren Wärmeerzeugern
- optimale Betriebszustände im Winter- Übergangs- und Sommerbetrieb

Nachteile

- höhere Herstellungskosten durch den Puffer und Hydraulikanbindung
- zusätzlicher Platzbedarf für Puffer
- evtl. aufwendigeres Hydraulikschema und erweiterte Steuerung

Quellen:

http://www.ratiotherm.de/oskar-schichtspeicher
http://www.hydro-energy.de/download/speicher.pdf

c) Ein sehr grober Verglich eines Heizungsbetriebs mit einer Autofahrt

Heizungsbetrieb ohne Pufferung: Angenommen die zu erzeugende Wärmeenergie für ein Gebäude wäre 480 kWh am Tag. Damit müssten also rechnerisch 20 kW pro Stunde bereitgestellt werden. Wenn mehr erzeugt würde, würde diese Energie sinnlos verpuffen, da das Gebäude nicht mehr Energie abnehmen könnte.

- Alle 6 Minuten werden also 2 kWh benötigt.
- Wir haben eine Heizung, die entweder aus ist oder aber 30 kWh liefert.

Somit springt die Heizungsanlage mit ihren 30 kWh an, kommt bereits nach 4 Minuten auf die eingespeisten 2 kWh, schaltet aus und pausiert für 2 Minuten. Während dieser 4 Minuten lief der Brenner im Startbetrieb, hatte einen sehr hohen Schadstoffausstoß und einen niedrigen Wirkungsgrad bei der Verbrennung der Primärenergie.

In den nicht so kalten Zeiten, den Übergangszeiten und in den Sommermonaten, wird der Heizkessel noch viel kürzer getaktet, was eine Jahresschaltzeit von bis zu 50.000 Brennerstarts erzeugen kann. Die Lauf- zu Pausezeiten verschieben sich nicht einfach linear. Die Laufzeiten werden durch Einschwing- und Hysteresisverhalten sowie durch schlechteren Wirkungsgrad weiter verkürzt.

Vergleich: ***Autofahrt mit Streckenbegrenzung pro Stunde:*** Der Vergleich mit einem Auto: ein Wagen soll pro Tag 480 km zurücklegen, darf aber pro Stunde nur 20 km weit kommen.

- Alle 6 Minuten müssen also 2 km zurückgelegt werden.

Der Wagen wird gestartet und fährt mit 30 km/h los. Nach 4 Minuten haben wir die 2 km erreicht, legen eine Zwangspause von 2 Minuten ein und fahren dann wieder für 4 Minuten weiter.

Wir werden nach 24 Stunden unsere 480 km erreicht haben, aber der Verbrauch, der Verschleiß und die Umweltbelastung durch diese aufgezwungene Fahrweise im Start/Stop/Pause Betrieb ist erheblich größer als bei durchgehender Fahrt.

Kürzere Fahrtstecken, vergleichbar mit den Übergangs- und Sommerzeit bei der Heizung, erzeugen ebenso wie im Heizungsbeispiel eine nicht lineare Verschiebung der Fahr- zu Pausenverhältnisse zu kürzeren Fahrtzeiten.

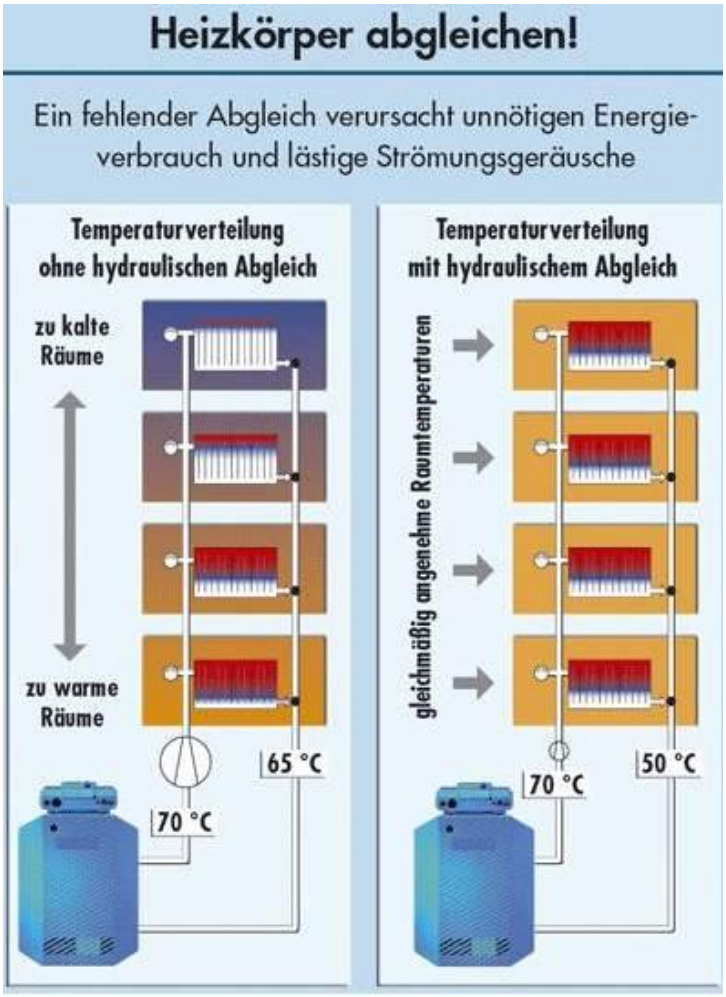
2.2.3.2 Hydraulischer Abgleich

Aufgabenstellung

Um die Energieeffizienz von wassergeführten Heizsystemen zu optimieren, ist laut EnEV ein Hydraulischer Abgleich durchzuführen.

b) Das Prinzip

Durch den hydraulische Abgleich wird sichergestellt, dass auch der letzte im Heizungsstrang befindliche Heizkörper genügend Energie zur Abgabe an den Raum bekommt und der am An-fang des Rohrnetzes installierte Heizkörper nicht zu heiß wird. Dieser Abgleich korrigiert eine ungleichmäßigen Wärmeverteilung sowie den Mehrverbrauch durch Überversorgung und reduziert störende Geräuschbelästigung.



Quelle: www.asue.de

Die Heizungswasserverteilung stellt ein dynamisches System dar, das sich je nach Wärmebedarf, Wärmeangebot im Temperatur- sowie im Druck- und Volumenbereich durch verschiedene Komponenten verändern kann. Die Arbeitsbereiche müssen für jeden einzelnen Heizkörper und die Teilstränge des Rohrsystems auf diese Schwankungen eingestellt und abgeglichen werden. In der Regel wird ein System für den kritischen Zustand mit maximaler Heizlast, bei der alle im Hause installierten Heizflächen durchströmt werden durchgeführt, um die Versorgung der Räume mit genügend Wärme zu gewährleisten.

Quelle: http://solar-photovoltaik-heizung.de/heizungsbau/hydraulischer-abgleich

c) Abzugleichende Komponenten:

Bevor Einstellungen vorgenommen werden, muss bei Altsystemen und speziell bei Rohrsystemen mit Fußbodenheizung ab 3 Jahren Betrieb vor dem Einstallen jeglicher Parameter die Anlage von Schlamm und andere Ablagerungen befreit werden.

Eine Anlagenentlüftung ist für Alt- und Neuanlagen vor dem Abgleich sicherzustellen.

Überprüfung der Isolierung: Durch die Überprüfung der Heizungs- und Rohrinstallationen muss ein ungewollter Wärmeverlust vor den Abgleicharbeiten ausgeschlossen werden.

Überprüfen der Heizkörpergrößen: Eine Überprüfung der Heizkörpergrößen für den Einsatz in den jeweiligen Räumen in Abhängigkeit von der Vorlauftemperatur und den Volumenströmen.

eizkörperabgleich: Der hydraulische Abgleich besteht darin, den Heizungswasserdurchfluss für jeden Heizkörper getrennt einzustellen und zu begrenzen. Das kann entweder im Vorlauf zum oder im Rücklauf vom Heizkörpers geschehen.

Im Vorlauf kommen Thermostatventile mit entweder einem fest einzustellenden Durchflusskennwert, oder mit einem integrierten Volumenstromregler zum Einsatz.

Die über Volumenstromregler eingestellten Heizkörper arbeiten bei genügend großem Differenzdruck zu jeder Zeit stabil, da andere Anlageneinflüsse keine Rückwirkung auf die Heizkörper haben.

Druckverluste in den Rohrsystemen: Überprüfung der Druckverluste und berechnen der Volumenströme für die einzelnen Stränge.

Pumpenabgleich: Die Leistung der Pumpe wird entweder fest oder variabel auf die Förderhöhe und den zu erforderlichen Volumenstrom eingestellt.

Vor- und Rücklauftemperatur einzelnen Heizkreise: Anpassen der Vor- und Rücklauftemperaturen an das Verteilungssystem.

Nachtabsenkung: Überprüfung und Einstellen der Nachtabsenkung.

Beim Einsatz von Differenzialregler: Falls Differenzialregler eingebaut sind Abgleich dieser Regler an die Rohrsysteme und die Anlagenparameter.

Überprüfung der Anlagensteuerung: Auslesen der Fehlerlogs, Testen und Überprüfen der Temperaturfühler. Überprüfen und Abgleichen der Anlagensteuerung mit dem tatsächlich vorhandenen Hydraulikschema.

All diese Einstellungen sollten nach einer Einschwingzeit von 2-3 Tagen in der kalten Jahreszeit nochmals wiederholt werden. Bei Großanlagen mehrmalige Nachjustierung um die Optimalen Energieeinsparungen zu gewährleisten.

d) Daten und Fakten:

Beim hydraulische Abgleich sollten nicht nur alle Teile des Rohrleitungssystems, sondern ebenfalls alle Anlagenparameter des Heizsystems durch Überprüfung und Nachjustierung auf einander abgestimmt.

Vorteile

- keine zu heißen Heizkörper am Anfang des Heizstrangs
- genügend Wärme auch für den letzten Heizkörper im Strang
- Reduzierung des Energieverbrauchs
- Reduzierung der Schadstoffe durch geringern Verbrauch
- keine lästigen Strömungsgeräusche
- Stromeinsparung durch angepasste und geregelte Pumpen
- besseres Regelverhalten der Thermostatventile
- geringere Betriebskosten des Gesamtsystems
- Die Möglichkeit das komplette Heizsystem mit überprüfen zu lassen

Nachteile

- Höhere Herstellungskosten durch Volumenstromkomponenten
  wie Thermostatventile, Differenzialdruckregler und Pumpenregelungen.
- Zusätzlicher Zeitaufwand für die Optimierung bei Altanlagen

Quellen:
http://solar-photovoltaik-heizung.de/heizungsbau/hydraulischer-abgleich
http://www.hydraulischer-abgleich.de/deu/9_HOME/0_none/1_index.html
http://www.heizungsanlagenoptimieren.de/deu/14_Waermeuebergabe/30_DerhydraulischeAbgleich/55_hydraulischerAbgleich.html

2.3 Energieträger

Im Jahre 2007 hatte der deutschen Primärenergieverbrauch folgende Struktur (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen AGEB 12/2007, www.ag-enerbiebilanzen.de/viewpage. php?dpage =62; vgl. grafische Darstellung in SCHÜTH 2008, S. 16):

	Anteil [%] gesamt 13.842 Petajoule
Mineralöle	33,8
Erdgas	22,7
Steilkohle	14,1
Braunkohle	11,7
Kernenergie	11,1
Windenergie	1,0
Wasserkraft	0,5
Sonstige	5,5

zum Vergleich : Energiemix eines großer bayerischen. Stromproduzent für Normalkunden, die nicht ausdrücklich Strom aus regenerativen Quellen beziehen:
Kernkraft 48%, fossile + sonstige Energieträger 36%, erneuerbare Energien 16%

Seither hat sich der Anteil erneuerbarer Energieträger stark erhöht und beträgt 2014 über 10%.

Hier werden nur die **erneuerbaren Energien** behandelt. Einbezogen ist auch die Erdwärme, die im strengen Sinne nicht zu den erneuerbaren Energien rechnet aber einen sehr großen Energiepool darzustellen scheint (ist auch ins Erneuerbare-Energien-Gesetz 2004 einbezogen).

2.3.1 Direkte Nutzung der Sonnenenergie

noch nicht

2.3.1.1 Solarthermie (Wärmegewinnung aus Sonneneinstrahlung)

noch nicht

2.3.1.2 Photovoltaik (Stromgewinnung aus Sonneneinstrahlung)

a) Das Prinzip

Foto
A. Fischer

Die Sonne strahlt unablässig. Der Energiefluss ist aber in der Distanz, in der die Erde die Sonne umrundet, relativ gering. Die einfallende Energie muss also stark „komprimiert“ werden, um sie z.B. als elektrischen Strom nutzen zu können, und das wiederum kostet Energie (Queisser 2008).

Das Verfahren ist die direkte Umwandlung der Sonnenenergie in elektrische Gleichspannungs-Energie. Lichtteilchen („Photonen“) erzeugen in einem halbleitenden Material unmittelbar eine elektrische Spannung, die in Volt gemessen wird (deshalb: „Photovoltaik“) (Queisser 2008). Es entsteht kein Lärm und kein Abfall, aber man benötigt relativ große Flächen.

Entwickelt wurde die Photovoltaik im Zuge der Raumfahrt, wo Energie fortlaufend “vor Ort“ erzeugt werden muss und wo ausreichend Platz für „Sonnenflügel“ zur Verfügung steht. Anlagen können unabhängig von Verbundstromnetzen betrieben werden (vom Taschenrechner über Parkscheinautomaten und Straßenlaternen (s. nebenstehend) eben bis zu Satelliten; „Inselsysteme“), oder die gewonnene Energie wird in ein existierendes Netz eingespeist (Dach- und Fassaden-Anlagen, Photovoltaik-Parks).

b) Photovoltaik: Daten und Fakten

Informative Zusammenschau in Wikipedia unter Photovoltaik (http://de.wikipedia.org/wiki/photovoltaik).

Absolut gesehen ist die von der Sonne abgestrahlte Energie gigantisch. Rechnerisch sendet sie Sonne in 90 Minuten soviel Energie auf die Erde wie die Menschheit in einem Jahr verbraucht; die eingestrahlte Energie übertrifft den Welt-Primärenergieverbrauch damit um mehr als das 10.000fache (Asbeck 2006). Aber: diese Energie ist „dispers“ und damit nicht leicht „einzufangen“. Die Pflanzen haben in der Frühzeit des Entstehens von Leben auf der Erde ein Verfahren dazu entwickelt: die Photosynthese. Sie haben damit innerhalb von mehreren hundert Jahrmillionen die heute vorhandenen fossilen Energieträger produziert und erzeugen auf diesem Wege auch heute noch die in Biomasse steckende nachwachsende Energie (Kap. 2.3.2). Da die Sonne noch mehrere Milliarden(!!) Jahre aktiv sein wird ist die *Reichweite* (Kap. 1) um Zehnerpotenzen größer als die Reichweiten sämtlicher anderer Energieträger (Asbeck 2006) und bei Weitem länger, als die Menschheit existieren wird.

Die unmittelbare Umsetzung von Sonnenstrahlung in elektrische Energie war bis Ende der 1990er Jahre so gut wie nicht auf dem Markt. Seitdem entwickelt sich dieser Mark rasant. 2005 hatte die Solarstromtechnologie in Deutschland erstmals die 1.000 Megawatt-Grenze (= 1 GW) übersprungen. 2006 arbeiteten in Deutschland mehr als 30.000 beschäftigte in der Solarindustrie (Asbeck 2006). Bezüglich der installierten Nennleistung lag Deutschland 2007 mit 3.846 MW_p europaweit an der Spitze, 82% der europaweiten Nennleistung stellend (Photovoltaic Energy Barometer 2008), Spanien mit 515 MW_p auf Platz zwei (Anmerkung: W_p = $Watt_{peak}$ bedeutet Nennleistung unter Testbedingungen). Dennoch: weltweit wurden 2006 erst 0,06% des Strombedarfs respektive 0,01 Prozent des Primärenergieverbrauchs mit Pholtovoltaik gedeckt (http://de.wikipedia.org/wiki/photovoltaik).

Globalpolitisch sehr wichtig: Solarenergie ist frei von politischen Rohstoffkonflikten.

Wirkungsgrad. Wörtlich übernommen aus Wikipedia (s.o.): „*Obwohl die insgesamt zur Verfügung stehende Sonneneinstrahlung immens hoch erscheint, ist die Photovoltaik aufgrund des bisher niedrigen Wirkungsgrades sehr flächenintensiv. So erzeugt eine Windkraftanlage mit 5 MW Leistung etwas genauso viel Energie wie eine 500 m x 500 m (25 ha) große Solarstromanlage. Dennoch ist auch heute schon die Leistungsdichte der Photovoltaik höher, da Windkraftanlagen dieser Größe in mehr als 500 m Abstand voneinander aufgestellt werden müssen. Allerdings steht die Fläche unter und um Windkraftanlagen weiterhin zur Energiegewinnung durch Photovoltaik und Biomasse (solarer Wirkungsgrad 0,1 bis 0,24) zur Verfügung*.“

„*Bei einem Einsatz in Deutschland wird die Energie, die zur Herstellung einer Photovoltaikanlage benötigt wird, in zwei bis sieben Jahren wieder hergestellt. Der Erntefaktor liegt zwischen 1,5 und 38. Die Lebensdauer wird auf 30-40 Jahre geschätzt. Der energieintensive Teil der Solarzelle kann 4- bis 5mal wieder verwendet werden*.“

c) Die einzelnen Nutzungsformen

Heute gängig sind Silizium-Halbleiter; neuerdings wird mit sog. „organischer Photovoltaik“ experimentiert, bei der organische Kunststoffe in der Solarzelle eingesetzt werden; sie hat die Silizium-Technologie aber noch keineswegs erreicht.

Photovoltaik kann einen entscheidenden Beitrag zu Ersatz fossiler Energien bei der Stromerzeugung leisten. Beispiel Osnabrück: Dort sind auf rund 27.000 Gebäuden etwa 2 km^2 Dachfläche für die Photovoltaik optimal geeignet. Auf dieser Fläche könnte mit aktueller Technologie der Strom für *sämtliche* Privathaushalte Osnabrücks erzeugt werden (Projekt SUN-AREA der FH Osnabrück; http://www.al.fh-osnabrück.de/24684.html). Die Ergebnisse sind über die Homepage der Stadt Osnabrück (http://www.osnabrueck.de/sun-area.html) für die ortsansässige Bevölkerung unter dem Stichwort „Dachflächen für Photovoltaik in Osnabrück“ praxisnah aufbereitet; dort kann man sich über die

einzelnen Gebäude ausführlich informieren mit Angaben zur Eignung für eine PV-Anlage und zum CO_2-Einsparpotenzial.

Viel effizienter ist die Photovoltaik natürlich in den äquatornäheren Gebieten der Erde einsetzbar. Mit Indien und Brasilien liegen dort Länder mit aktuell großem Entwicklungspotenzial (gerade Indien setzt derzeit stark auf Kohle – ein Ersatz der Kohle durch Sonnenenergie beim Aufbau des Landes wäre weltweit eine enorme Energie- und Umweltentlastung). Aber auch sehr viele der ärmsten Dritte-Welt-Länder liegen hier, deren (Strom-)Verteilernetze i.d.R. unzulänglich sind, autonome Lösungen sehr hilfreich.

Förderung:

Das Erneuerbare Energien Gesetz EEG hat sich in den letzten Jahren stark geändert. Die Neufassung vom 1.1.2009, relevant zur Zeit der Ausarbeitung des Papiers, wurde zwischenzeitlich 2012 und zuletzt zum 1.8.2014 novelliert. Der damalige Text wurde gestrichen. Das EEG dient auch weiterhin grundsätzlich dem Ausbau der erneuerbaren Energien. Bis 2025 sollen deutschlandweit ca. 40 bis 45 % des Strombedarfs abgedeckt werden, bis 2035 etwa 55 bis 60. Bei darüber hinausgehendem Ausbau wird die Förderung aber entsprechend reduziert.

Für eine rasche Übersicht siehe Beitrag in Wikipedia.

Vorteile -
- Energie steht „endlos“ zur Verfügung: weder Begrenzung der Reserven noch der Reichweite.
- Sonnenenergie wird unmittelbar, also ohne weitere Umwandlungsverluste gewonnen.
- Energieerzeugung erfolgt dezentral; Energie kann „vor Ort“ des Verbrauchs erzeugt werden.
- Keinerlei Emissionen bei der Arbeit der Anlage: weder Abgase noch Schadstoffe noch Geräusche oder Gerüche.
- Keinerlei Rohstoff-Konfliktpotenzial.
- Keinerlei Transport-Konfliktpotenzial.
- staatlich Förderung (EEG und Programme)

Nachteile
- relativ flächenintensiv; allerdings stehen die benötigten Flächen gerade im besiedelten Bereich in großem Umfang zur Verfügung (Dach-, Fassaden flächen), ohne mit anderen Nutzungsoptionen zu kollidieren!
- Der erzeugte Gleichstrom muss in Wechselstrom umgewandelt werden (Wechselrichter notwendig); dabei treten Verluste in der Größenordnung von 3-7 % auf.
- Tageszeitliche (und bei uns zusätzlich jahreszeitliche) Schwankung der Produktionsleistung; erzeugter Strom muss entweder vor Ort gespeichert (Akku) oder in ein vor handenes Verbundnetz (mit Speichermöglichkeit wie Pumpspeicherkraftwerken) einge speist werden.

I**nternet:**

Photovoltaic Energy Barometer (2008):
http://www.energiesrenouvelables.org/observer/stat_baro/erec/baro184.asp

2.3.2 Biomasse als Energieträger

2.3.2.1 Holz (Scheitholz, Hackschnitzel, Pellets)

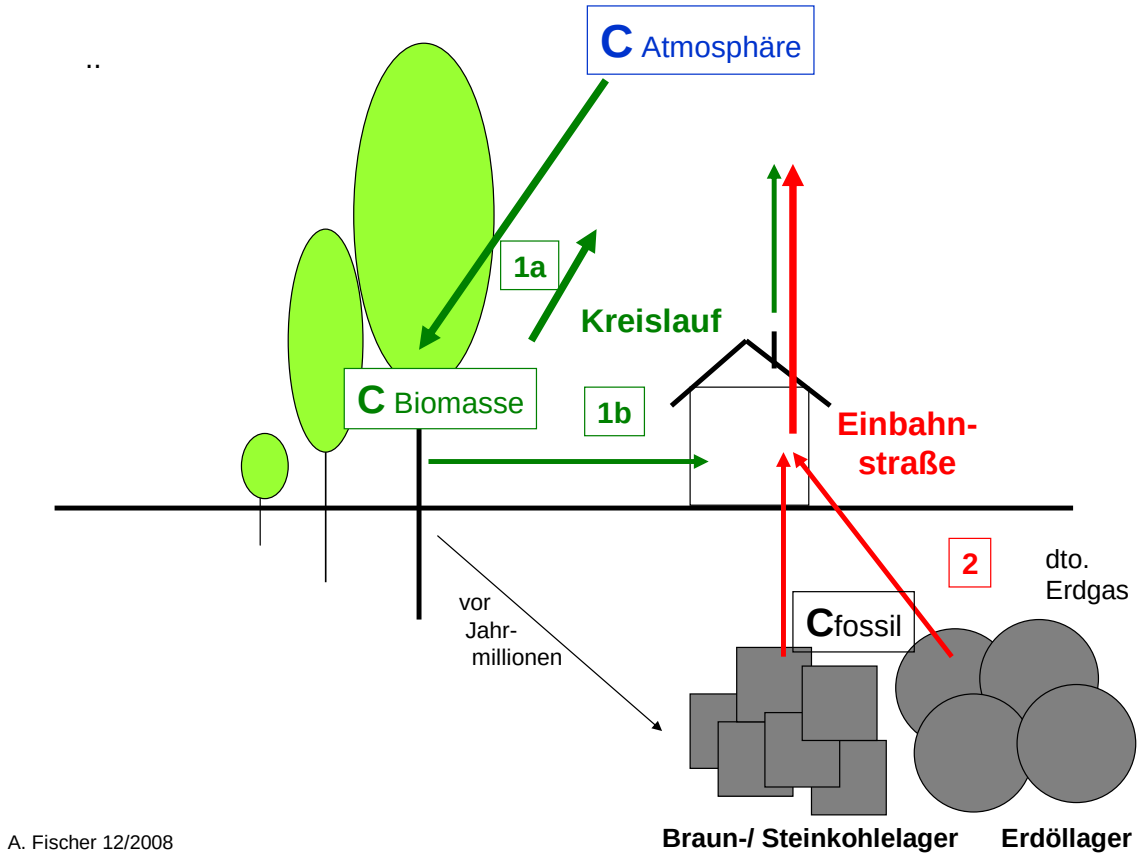
a) Das Prinzip

Im Zuge der Photosynthese gewinnen die grünen Pflanzen Sonnen-Energie. Sie bauen dabei „energiereiche Substanzen“ auf, z.B. verschiedene Zucker, aber auch Holzstoffe (Lignin). Mit dieser Energie „betreiben“ die Pflanzen ihr Leben. Aber auch die Tiere, die ja entweder direkt Pflanzen fressen (Gras → Kuh) oder die pflanzenfressende Tiere fressen (Gras → Gazelle → Löwe) bestreiten ihren Energiebedarf von dieser von Pflanzen „eingefangenen“ Sonnen-Energie.

Die energiereichen Substanzen werden unter Verwendung großer Mengen von „Kohlen-dioxid“ (CO_2) aus der Luft aufgebaut (s. Abbildung unten); jedes Kohlenstoff(C)-Atom, das als Holz „gespeichert“ ist kann nicht gleichzeitig als CO_2 in der Luft sein – wo es zu einem Temperaturanstieg führen würde („Treibhauseffekt“). Jedes Stück Holz, aber auch jedes Stück Fleisch wird im Zuge der Zersetzung irgendwann einmal wieder in CO_2 umgewandelt. In der Summe ändern Aufbau und späterer Abbau von biologischer Substanz den CO_2-Gehalt der Atmosphäre also *nicht*. Wenn wir Holz verbrennen beschleunigen wir nur den Abbau des Holzstückes – aber wir produzieren nur soviel CO_2 wie die Natur vorher hereingesteckt hat und wie durch „Verrotten“ und „Vermodern“ ebenso freigesetzt würde. Speichern wir das Holz in Form von Dachbalken, Holzhäusern, Holzmöbeln für längere Zeit, so entziehen wir diesen Kohlenstoff für diese Zeit dem natürlichen Kreislauf, er ist damit nicht klimawirksam.

Anders bei Braunkohle, Steinkohle, Erdöl und Erdgas. Auch sie sind zwar vor Millionen von Jahren auf dem gleichen Wege entstanden – diese Biomasse wurde aber in riesigen Mooren abge*lagert*, also nicht abge*baut*, und somit auch nicht wieder in CO_2 verwandelt. Verbrennen wir heute Kohle, Öl oder Gas so führen wir denjenigen Kohlenstoff in Form von CO_2 wieder der Atmosphäre zu, der für Jahrmillionen „aus dem Verkehr gezogen“ war. ***Verbrennung von Kohle, Erdgas, Erdöl erhöht also den CO_2-Gehalt der Atmosphäre und führt zum Treibhauseffekt, Verbrennung von Holz dagegen nicht***, solange nicht mehr Holz eingeschlagen wird als nachwächst. Holz als Energieträger ist „***klimaneutral***“!

Allerdings muss man auch bedenken: Der natürliche Prozess der Photosynthese ist nicht auf maximale Energieausbeute hin optimiert; denn aus Sicht der Pflanzen gibt es Sonnenenergie (Lichtstrahlung) im Überfluss. Insgesamt liegt die Effizient der Umwandlung des auf die Pflanze auffallenden Lichtes nur bei etwa 4,5 % (theoretisch Obergrenze, in der Realität aber nur bei 1 %) und ist damit deutlich schlechter als die Effizienz kommerziell vertriebener photovoltaischer Zellen (Michel 2008). Gewinnung *elektrischer Energie* aus Biomasse (via Biogas) ist damit kein sinnvoller Weg (Michel kalkuliert die Ausbeute an elektrischer Energie, die über Maisanbau und Biogas erzeugt werden könnte zu lediglich 0,17 % der zur Verfügung stehenden Lichtenergie). Die technische Energiewandlung nutzt die zur Verfügung stehende Lichtenergie um den Faktor 150 besser! Wo aber organische Reststoffe anfallen (Speisereste, landwirtschaftliche Reststoffe, Holzreststoffe wie z.B. Sägemehl, Altholz usw. können diese aber sehr wohl zielführend eingesetzt werden, z.B. zur (CO_2-neutralen) Wärmegewinnung.



Vergleich des natürlichen geschlossenen Kohlenstoff*kreislaufs* (1a) bzw. des ebenfalls geschlossenen Kreislaufs bei Nutzung von Holz/Holzprodukten als Energiequelle (1b) mit der *einbahnstraßenartigen* Kohlenstoff-Freisetzung bei Nutzung fossiler Brennstoffe: Erdöl, Erdgas, Braun- und Steinkohle (2). ©A. Fischer 12/2008.

b) Holz als Energieträger: Daten und Fakten

Primärenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien

In Deutschland machen *biogene Festbrennstoffe* 44,4% der Primärenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien aus (Stand 2005; FNR = Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe 2007), dagegen Windenergie 14,5%, Wasserkraft 11,8%, Biogas/Deponiegas/Klärgas 8,8% usw., Geothermie 0,9%, Fotovoltaik 0,5%.

In privaten Haushalten setzt sich (Stand 2005, FNR 2007) der Holzeinsatz wie folgt zusammen (Angaben in %):

Scheitholz aus dem Wald	68,7
Scheitholz aus dem Garten	8,3
Scheitholzreste, Altholz	7,9
Scheitholz aus der Landschaft	3,5
Holzbriketts	2,8
Hackschnitzel	1,1
Holzpellets	0,9
Sonstiges	3,5

In Bayern erhöhte sich der Anteil der Biomasse am Primärenergieverbrauch 1998-2003 von 3,2 auf 4,4%, Tendenz zunehmend (SCHÄFER & ORTINGER 2007).

Vorteile des Energieträgers Holz
(http:;//www.lwf.bayern.de/Waldbewirtschaftung/holz-logistik/holzenergie/)

- klimaschonend, da geschlossener CO_2-Kreislauf (s.o.)
- nachhaltige und umweltschonende Bereitstellung
- kurze Transportwege
- hohe Flexibilität und Versorgungssicherheit
- Verringerung der Importabhängigkeit
- sichere Lagerung, Transport und Verwendung (keine Öl-, Gas-, Reaktorunfälle)
- Wertschöpfung und Beschäftigung im ländlichen Raum

In welcher Form wird Holz als Energieträger verwendet?

Es gibt verschiedene Formen der Holzverwendung als Energieträger:
- Scheitholz
- Hackschnitzel
- Pellets

Die folgenden Angaben stützen sich im Wesentlichen auf ***FNR = Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2007)***; sofern andere Quellen genutzt sind werden sie benannt.

- ***Schütt-/Stapeldichte*** [in kg/m^3; also: „Wie viel kg passen in einen Kubikmeter“?]

Hobelspäne	90
Sägemehl	160
Hackgut Fichte	194
Hackgut Buche	295
Scheitholz Fichte	304
Scheitholz Buche	455
Pellets	650

- ***Vergleich verschiedener Energieträger*** (LWF 2007)

	Scheitholz	Hackschnitzel	Pellets	Heizöl	Erdgas
Energieinhalt [kWh]	10	10	10	10	10
Gewicht [kg]	2,5	2,5	2,0	0,86	0,84
Volumen [l]	5,0	12,5	3,0	1,0	1000

- Vergleich Wirkungsgrad von Einzelfeuerstätten für Holzbrennstoffe

Die eingesetzte Brennstoffenergie steht nicht vollständig in nutzbare Energie über. Es gibt einen Verlust durch freie Wärme der Abgase (ist bei Weitem die größte Verlustquelle), und unvollständige Abbrennen des Brenngutes. Es verbleibt die „feuerungstechnische Leistung“ der Anlage.

Feuerungstechnische Leistung verschiedener Einzelfeuerstätten [%]:

Kaminofen	70
Grundofen	73
Kamineinsatz	74
Kachelofen	79
Pelletofen	87

Bei handbeschickten Feuerungsanlagen ist der tatsächliche Wirkungsgrad wohl etwas geringer, da nicht kontinuierlich bedient.

Kesselwirkungsgrade von Zentralheizungsanlagen	15-50 KW	50-100 KW
Handbeschickte ZHK	88	89
Hackschnitzelkessel	90	89
Pelletkessel	91	90

- ***Emissionen***

Wichtigste Emissionen von Holzverbrennungsanlagen sind:

- Kohlenstoffmonoxid CO
- organische Kohlenstoffverbindungen C_{org}
- Stickstoffoxide NO_x
- Staub

Feinstaub (Feststoffe im Abgas mit Größe kleiner 10 µm). Kann an Oberfläche Abgasbe-standteile anlagern (und mit transportieren). Partikel ab einer Größe von 10 µm werden von Nase/Rachen absorbiert; Partikel kleiner 2,5 µm sind lungengängig.

Bei Erdgasverbrennung entstehen keinerlei Feinstäube, bei Ölverbrennung wenige (Ruß).

	CO	**C_{org}**	**NO_x**	**Staub**
Kaminofen	4778	559	77	124
Kachelofen	2312	241	109	33
Pelletofen	242	6	114	34
DIN_{Plus}	<1500	<120	<200	<75

alle Angaben in [mg/Nm^3]

Moderne Einzelfeuerstätten erfüllen heute meist die Anforderungen des DIN_{Plus}-Gütesiegels! Pellet-Heizungen schneiden mittlerweile am besten ab (FNR 2006). Es zeigt sich: die Technik hat in Holzverbrennungsanlagen in den letzten (wenigen) Jahre enorme Fortschritte hinsichtlich Energieeffizienz und Umweltreinhaltung gebracht. Solche Anlagen dürfen also nicht mit denen älteren Baujahrs gleichgesetzt werden!

c) Die einzelnen Nutzungsformen von Holz als Energieträger

Scheitholz

Gewinnung/Herstellung: Die Ganzholznutzung ist die älteste menschliche Nutzung von Energieträgern: man sammelt Holz unterschiedlicher Größe, unterschiedlichen Zersetzungsgrades und verschiedenen Feuchtegehalts, lässt es trocken, schichtet es auf (entweder frei – „Lagerfeuer“ - oder in diversen Öfen – z.B. Kachelofen) und zündet es an. Heute steht eine fortschrittliche Technologie der Nutzung von Scheitholz insbesondere zum Beheizen von Einzelräumen bis hin zu Mehrfamilienhäusern zur Verfügung. Das verwendete Holz unterliegt einer großen Varianz hinsichtlich Holzart, Wassergehalt(!), Zersetzungsgrad, ggf. Anteil von Verunreinigungen usw. Die Beschickung erfolgt in (mehr oder weniger unregelmäßigen) Zeitintervallen, ist also (meist) nicht automatisiert.

Lagerung (LWF-Merkblatt 20): Einschlag am besten in den Wintermonaten. Möglichst rasch nach dem Einschlag Spalten (trocknet besser aus!). Ungespaltenes Holz benötigt bis zu 2 Jahre zur Trocknung; besonders Laubhölzer werden dabei leicht von holzabbauenden Pilzen besiedelt (Verlust an Energieinhalt!). Gegen Regen schützen (nicht in Plastik „einpacken“!). Lagerung immer so, dass Luftaustausch möglich ist.

Betrieb der Anlage: Der Brennholzverbrauch in privaten Haushalten in Deutschland hat sich von 1996 (10 Mio. Festmeter) über 2000 (ca. 12 Mio. Festmeter) bis 2005 (> 20 Mio. Festmeter) gut verdoppelt, mit in den letzten Jahren stark zunehmendem Trend (ZORMAIER & BORCHERT 2007).

Umrechung Brennstoffmenge:

Heizwert: je nach Holzart unterschiedlich, ~ 17-19 MJ/kg (im absolut trockenen Zustand!)

Faustregel: 2,5 kg *luftgetrocknetes* Holz entsprechen 1 l Heizöl.

Vorteile
- klimaneutrale Energiebereitstellung
- auch „bereits lange gespeichertes CO_2" (z.B. alte Dachbalken, alte Holzhäuser, alte Holzmöbel (sofern nicht lackiert und imprägniert!) können „verheizt" werden.
- Selbstwerbung möglich.

Nachteile
- mechanisches Nachlegen der Holzscheite notwendig (Handbeschickung).
- nicht-standardisiert, deshalb unterschiedliche Holzqualität.
- diskontinuierliche Feuerung, ggf. erhöhte Emissionen.

Hackschnitzel

Gewinnung/Herstellung: Hackschnitzel (maschinell zerkleinertes Holz) können aus allen möglichen Hölzern hergestellt werden: Waldholz, Sägenebenprodukte, Industrierestholz, Gartenabfälle. Vornehmlich werden dünne/junge Äste/Stämme verwendet, zunehmend aus Schnellwuchsplantagen (LWF-Merkblatt 19).

Problem bei Verwendung jüngerer Stämme bzw. Äste: der Anteil Rinde/Borke ist relativ groß. Dort sitzen aber wesentliche Nährstoffe der Pflanze (N, P, Ca, Mg, K …). Bei langfristiger Nutzung an einer Stelle können die natürlichen Vorräte des Bodens aufgebraucht werden, d.h. nicht-nachhaltige Nutzung (Ettl et al. 2007, Kölling et al. 2007. Infos zur Bereitstellung von Waldhackschnitzeln in LWF-Merkblatt 10.

Lagerung: spezielle Lagerungsstätten. Frisch geschlagene Hackschnitzel einzulagern würde Pilzbefall fördern (Wassergehalt frisch geschlagenen Holzes liegt bei 50%; sehr viele Eintrittsstellen für Pilze entstehen beim Hächseln), deshalb vorgetrocknetes Holz verwenden (LWF-Merkblatt 11).

Betrieb der Anlage: Hackschnitzel sind leicht und auch in großer Menge einfach transportierbar. Sie werden deshalb besonders in Biomasse-Heizkraftwerken eingesetzt. In Bayern machen sie (Stand: März 2006) bei Anlagen kleiner als 5 MW etwa 80% der eingesetzten Biomasse aus, bei Werken darüber immer noch mehr als 50% (ZORMAIER & SCHARDT 2007).

Vorteile
- klimaneutrale Energiebereitstellung
- Nutzung auch von „Wald-Restholz" und anderen Holzresten möglich.
- kontinuierliche Beschickung der Feuerungsanlage möglich (bei größeren Anllagen).

Nachteile
- hoher Anteil wesentlicher Pflanzennährstoffe wird dem Boden entzogen.
- Qualität kaum standardisierbar.

Pellets

Gewinnung/Herstellung: Pellets werden aus Sägemehl hergestellt. Das Material zur Pellets-Herstellung fällt also ohnehin an (bis vor wenigen Jahren war die „Entsorgung" von Sägemehl für Sägewerke und Holzbetriebe ein zunehmend teures Problem – heute gewinnen wir damit Energie!).

Die Sägespäne werden unter sehr hohem Druck (>100 atm) gepresst. Pellets bestehen also zu 100% aus Holz! Sie enthalten weder Klebe- noch Bindemittel noch andere Zusätze! Die notwendige Bindigkeit erhalten sie durch holzeigenes Lignin, dass bei dem hohen Druck bzw. den dabei entstehenden hohen Temperaturen freigesetzt wird (http://www.holzpellets.net).

Der Energieaufwand für den reinen Pelletierungs-Prozess entspricht etwa 1 Prozent der enthaltenen Energie; in der Summe aller Aufwendungen bis zum fertigen Pellet 3-5% (vgl. Herstellung Kraftstoff aus Erdöl: Verlust von ca. 12 %).

Lagerung: Hohe Schüttdichte, etwa 3x so hoch wie bei Fichten- oder Buchen-Hackschnitzeln; deshalb nur begrenzter Lagerraum notwendig. Standardisierte Feuchtigkeit mit < 10% (DIN_{plus}); deshalb keine besondere Belüftung des Lagers notwendig.

Betrieb der Anlage: Die Verbrennungsanlagen sind heute sehr komfortabel und unterscheiden sich kaum noch von Ölheizungen, weder im Aussehen noch in der Größe noch in der Handhabung. Selbst der LKW, der die Pellets liefert, sieht aus wie ein LKW, der Erdöl transportiert. Die Pellets werden aus dem Tankwagen in den Pellet-Bunker geblasen. Die Befüllung der Brennanlage erfolgt vollautomatisch und kontinuierlich. Pellet-Heizung ist ideal für Ein- und Mehrfamilienhäuser geeignet. Einziger Unterschied zur Ölheizung: alle paar Wochen muss die Asche entfernt werden.

Die Zahl der Pelletheizungen in Deutschland nah von 3.000 im Jahr 2000 auf 70.000 Ende 2006 zu (SCHÄFER & ORTINGER 2007).

Eine Pellet-Heizung ist in der Anschaffung teurer als eine vergleichbare Ölheizung; die Investition wird von der Bundesregierung aber finanziell unterstützt.

Umrechung Brennstoffmenge: Faustregel: <u>2 kg Pellets = 1 l Heizöl</u>

Vorteile
- klimaneutrale Energiebereitstellung
- kein zusätzlicher Holzverbrauch (solange Sägespäne ohnehin anfallen)
- (derzeit) Pellets deutlich billiger als Öl
- bequeme kontinuierliche Nutzung, so wie Ölheizung
- Herstellung der Pellets benötigt nur 2-3% des Energieinhalts der Pellets
- Produktionsanlagen dezentral, deshalb kurzer Transport vom Wald über Herstellung zum Verbraucher

Nachteile
- Anschaffung Heizungsanlage etwas teurer als Ölheizung (aber staatlich unterstützt)
- Asche entfernen (sehr geringer Aufwand)

2.3.2.2 Sonstige Biomasse, biogene Reststoffe

a) Das Prinzip

Neben Holz gibt es eine Reihe anderer Biomasse-Träger, die entweder in der agrarischen Produktion als Neben- oder Abfallprodukt anfallen (z.B. Stroh, Reststoffe aus Landschaftspflege und Landwirtschaft) oder agrarisch gezielt angebaut werden (z.B. Mais, Miscanthus) oder am Ende einer Verwertungskette anfallen (Tierkörperreste, Klärschlämme und –gase, biogener Anteil des Hausmülls). Während die in Holz vorhandene Energie i.d.R. unmittelbar durch Verbrennung freigesetzt wird können diese Stoffe auf verschiedenen Wegen energetisch nutzbar gemacht werden (folgend basierend auf QUICKER & FAULSTICH 2007):

- durch ***Verbrennung***: analog Holz; unmittelbare Wärmegewinnung.
- durch ***Pyrolyse*** (bei sehr hohen Temperaturen werden unter Sauerstoffabschluss Kohlenstoffketten „zerbrochen“); es entstehen Pyrolyseöle und -gase.

- durch ***Vergasung***: das entstehende Produktgas, das im Wesentlichen aus den Gasen Kohlenmonoxyd (CO) und Wasserstoff (H_2) besteht wird weiter verwendet. Wegen eines z.T. erheblichen Anteils an den nicht brennbaren Gasen CO_2, H_2 und H_2O reduzierter Brennwert.
- durch ***Methangärung***: Unter Luftabschluss und unter Mitwirkung von Mikroorganismen wird die organische Substanz in „Biogas“ umgewandelt; dieses besteht zu 50-70% aus Methan (CH_4), s. Kap. 2.3.2.3. Profitiert von EEG.
- durch ***alkoholische Gärung***; es entsteht Ethanol, der in der als Treibstoff genutzt werden kann oder in der chemischen Industrie eine Schlüsselsubstanz hat.
- durch ***Pressen***: das austretende Pflanzenöl wird weiter verarbeitet.

Die Umsetzungswege sind also vielfältig, dementsprechend werden angepasste Technologien benötigt. Ökonomische Lösungen stehen für viele Wege noch nicht zur Verfügung. Ein wesentlicher Grund ist dass die vor Ort anfallenden Mengen eher klein und damit die benötigten technischen Einheiten eher klein sind. Zudem werden Anlagen zur Nutzung von Rest-Biomasse im Vergleich zur Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen nur teilweise unterstützt (lt. EEG nur Deponie- und Klärgase).

b) Sonstige Biomasse: Daten und Fakten

Rest-Biomasse fällt in der Erzeugerkette von Nahrungsmitteln sowie in der Landespflege an. Etwa 53% der Fläche Deutschlands werden landwirtschaftlich genutzt – entsprechend groß ist auch der Anfall an bisher nicht verwendeten „Resten“ (aber eben auch dispers über das ganze Land verteilt anfallend!). Alleine die pro Jahr anfallende Stroh-Menge hat einen Energieinhalt von rund 50 PJ; das ist etwa soviel wie Energie im jährlichen Altholzanfall steckt und weit mehr als in Industrierestholz enthalten ist und macht etwa 4 % des gesamten jährlichen Potenzials biogener Energieträger aus (QUICKER & FAULSTICH 2007). Auftretende Probleme sind z.B. Verschlackung durch niedrig schmelzende Aschen, verstärkte Korrosion und erhöhte Emissionen aufgrund der speziellen Zusammensetzung dieser Substrate.

c) Die einzelnen Nutzungsformen

Aktuell ist die Biogas-Technologie am weitesten Fortgeschritten; genaue Ausführungen dazu in Kap. 2.3.2.3. Auch die Nutzung von Deponiegasen ist vergleichsweise gut beherrscht.

Alle anderen Nutzungsformen von Rest-Biomasse hat zwar ein z.T. erhebliches Massepotenzial, doch ist die Nutzung aktuell noch von Problemen überschattet; der Technologieausbau wird z.T. durch das EEG nicht unterstützt.

Vorteile z.B. - Nutzung von anfallenden Biomasse-Resten zur Deckung des Energiebedarfs

Nachteile z.B. - technische Probleme
- z.T. keine Förderung durch EEG
- entweder Transport zu größeren Anlagen nötig (Energiebedarf!) oder viele kleine Ansagen einzusetzen – diese sind aber derzeit ökonomisch nicht rentabel und technisch problematisch.
- Entzug von Nährstoffen aus der agrarischen Nutzfläche; sie müssen durch Dünger ersetzt werden: diese benötigen z.T. erhebliche Energiemengen(!) (Stickstoff), z.T. sind sie Vorkommen extrem limitierte (Phosphor), oder sie werden in großen Mengen als Grundlage von Humus im Boden genötigt (Kohlenstoff).

2.3.2.3 Biogas

Biogas aus Mülldeponien: Aus Bioabfällen, Papier und Holzresten entsteht in Mülldeponien Methan. Dieses kann aufgefangen und verwendet werden, z.B. durch Verbrennung (Wärmegewinnung). Die

anfallenden Mengen sind aber begrenzt: selbst wenn sämtliche in Deutschland in haushalten produzierten Abfälle organischer Art in Biogas (Methan) umgewandelt und genutzt würden, wäre damit aktuell nur 1% des Primärenergiebedarfs zu decken. Aber: in der Landwirtschaft entstehen größere Mengen biogener Reststoffe – lokal können sie durchaus effizient zur Energiegewinnung verwendet werden!

Methan (Thauer 2008):

In der Natur vorkommendes Gas.

Der Effekt von Methan als Treibhausgas ist etwa 20 mal so stark wie der von CO_2. Methan ist als 20x „klimawirksamer" als CO_2.
Entsteht an vielen Stellen, z.B.:
- im Magen-Darm-Trakt von Tieren:
    - Rind: im Pansen werden pro Tag 170 L Methan gebildet, entspr. 44kg/Jahr
    - Schaf: 5,7 kg/Jahr
    - zum Vergleich Mensch: 50 g/Jahr

Bei derzeit 1,3 Milliarden Stück Rindvieh und 1,2 Milliarden Schafen macht das knapp 65 Millionen Tonnen Methan pro Jahr, alle Nutztiere zusammen etwa 80 Mill t/a. Reisfelder emittieren in der gleichen Größenordnung; aus Mülldeponien entweicht etwa die Hälfte (40 Mill. t/a).

Konsequenz: die Konzentration von Methan in der Atmosphäre bis 10 km Höhe ist in den zurückliegenden 300 Jahren von 0,75 ppm auf 1,8 ppm, also um den Faktor 2,4 gestiegen (IPPC 2008).

2.3.2.4 Biogene Kraftstoffe (Pflanzenöl, Biodiesel …)

noch nicht

2.3.3 Windenergie

2.3.3.1 Windkraftanlage

Quelle: www. bwe.de, www.wind-energie.de/de/technik/physik-der-windenergie/

a) Das Prinzip

Die Sonne strahlt seit 4,5 Milliarden Jahre auf die Erde und liefert jede Sekunde 47 Milliarden Kilowattstunden (kWh) in Form von Wärme und Licht. Durch Temperatur- und Feuchtigkeitsunterschiede auf der Erde sowie durch die Erddrehung werden etwa 2,5% oder 1,2 Milliarden kWh jede Sekunde in Windenergie umgewandelt.

Unter der Annahme einer Aufstellungsdichte von 6 MW pro km^2 Bodenfläche ist ein weltweit technisch nutzbares Potenzial von etwa 20.000 TWh pro Jahr gegeben. Diese Energiemenge entspricht dem doppelten des derzeitigen weltweiten Bedarfs an elektrischer Energie.

Energie des Windes: Eine Windkraftanlage wandelt die kinetische Energie des Windes in mechanische und dann in elektrische Energie um. Die kinetische Energie wird durch die Rotorblätter in mechanische Energie und durch den Generator in elektrische Energie umgewandelt. Die mögliche Leistung einer Windkraftanlage ist somit von der Luftmasse, die durch den Rotor strömt abhängig. Je größer diese ist, desto höher ist auch die Leistung. *Die Leistung nimmt mit der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit zu* (doppelte Windgeschwindigkeit → achtfacher Energieertrag)

Einflußgrößen:

Rotorblattdurchmesser:	Je größer desto mehr Ertrag!
Nabenhöhe:	Je höher desto mehr Ertrag!
Windgeschwindigkeit:	Je größer desto mehr Ertrag!

b) Windenergie: Daten und Fakten

In Europa existierten im 19. Jahrhundert einige 100.000 Windräder. In Deutschland erreichte dabei die Zahl der Windmühlen während der Industriellen Revolution in den 1880er Jahren ihren Höhepunkt.

2013 waren über 20 000 moderne Windkraftanlagen im Bundesgebiet in Betrieb und erzeugten 53,7 Milliarden kWh, also etwa 10 % des Stromverbrauchs. In einigen Regionen deckt die Windkraft schon den gesamten Strombedarf.

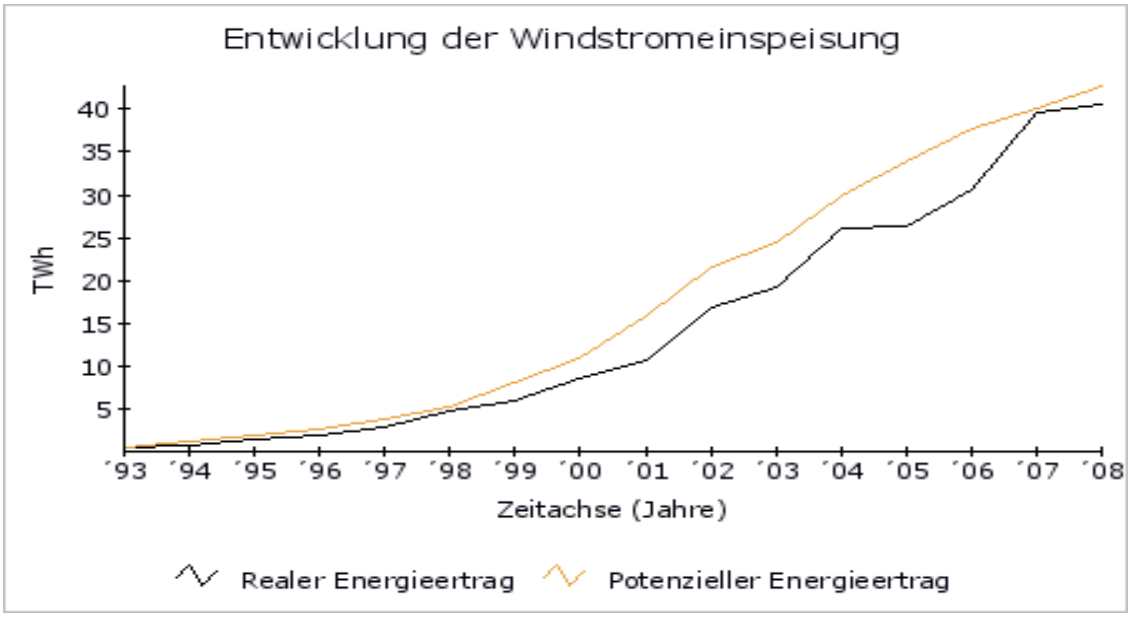
Das technisch nutzbare Potenzial in Deutschland für die Landaufstellung von Windparks beträgt etwa 128 Milliarden kWh/a. Dies entspricht ungefähr einem Viertel des derzeitigen Stromverbrauchs in Deutschland von rund 509 Milliarden kWh/a.

Das Offshore-Potenzial hängt von der Wassertiefe und der Küstenentfernung ab. Es beträgt: 20 Milliarden kWh bis 10 m Wassertiefe und 10 km Entfernung, 130 Milliarden kWh bis 20 m Wassertiefe und 20 km Entfernung und 200 Milliarden kWh bis 30 m Wassertiefe und 30 km Entfernung. Somit wäre es technisch theoretisch möglich, die Hälfte des derzeitigen Stromverbrauchs in Deutschland durch Nutzung der Windenergie im Offshore-Bereich zu decken.

Bayern: Guter Wind weht auch in Bayern. Es gibt hier Standorte, die mit Küstenstandorten vergleichbar sind. Selbst im Landkreis Ebersberg gibt es geeignete Standorte.
Einspeisevergütung (EEG): In Deutschland wird seit 1991 Strom aus Windenergie mit staatlich festgesetzten Mindestpreisen vergütet. Im April 2000 wurde das seit 1991 geltende Stromeinspeisungsgesetz (StrEG) durch das „Erneuerbare Energien Gesetz – (EEG)“ abgelöst. Der Bundestag novellierte dieses seither mehrmals. Aktuell gilt das EEG 20014.

1991 betrug die Vergütung für eine Kilowattstunde Windstrom maximal 18,31 Cent.
2014 beträgt die Anfangsvergütung für neue Windenergieanlagen an Land weniger als 9 ct/kWh. Diese senkt sich später dann noch.

Die Anfangsvergütung für Windenergieanlagen auf See (Offshore) beträgt über 15 ct/kWh. Auch hier sinkt die Vergütung nach einigen Jahren.



Wirtschaftsfaktor: 2013 erzielten in Deutschland ansässige Hersteller mit über 100.000 Beschäftigten über 12 Mrd. Euro Umsatz. Die technologische Führungsposition deutscher Windkraft-Unternehmen zeigt sich in vielen Bereichen. Sie produzieren die leistungsstärksten Anlagen, sind Weltmarktführer für komplette Antriebssysteme und entwickeln modernste Anlagentechnologie gekoppelt mit bester Netzverträglichkeit. Entstanden ist eine praxiserprobte Hightech-Stromerzeugungstechnik im industriellen Maßstab.

Kurz- und mittelfristig wird Europa Hauptabsatzmarkt der deutschen Hersteller und Zulieferer bleiben. Großes Potenzial bergen allerdings auch Märkte in Nord- und Südamerika, Asien sowie in Australien.

Energiebilanzen von Windenergie-Anlagen: ***Eine Windenergie-Anlage erzeugt während ihres Betriebes gut 40 bis 70 Mal so viel Energie wie für ihre Herstellung, Nutzung und Entsorgung eingesetzt wird.*** Diese energetische Effizienz moderner Windmühlen wurde in den letzten 15 Jahren durch mehrere Studien unabhängiger Forschungsinstitute bestätigt.

Demnach reichen einer Windturbine an Land zwischen drei Monaten und einem Jahr, um die Energie wieder „zurückzugeben". Untersuchungen für Offshore-Anlagen der Multimegawattklasse haben gezeigt, dass diese lediglich 4 bis 6 Monate brauchen, um die Energie wieder einzufahren, die ihre Produktion, Aufstellung und Abbau benötigt.

Betrachtet man bei der energetischen Amortisation dann noch die Möglichkeiten des Recycling und schreibt diese der WEA gut, erhöht sich der Erntefaktor auf bis zu 90. Bei einer durchschnittlichen Laufzeit von 20 Jahren eine sehr positive ökologische Bilanz, die konventionelle Kraftwerke durch das betriebsbedingte ständige Hinzufügen von Energie niemals erreichen können.

Gewerbesteuer: Die Erträge durch eine Windkraftanlage sind gewerbesteuerpflichtig.

c) Technik

Die meisten kommerziellen Windkraftanlagen drehen sich um eine horizontale Achse. Es gibt jedoch andere Bauarten, bei denen sich eine Windkraftanlage auch um eine vertikale Achse herumdrehen kann.

Die wichtigsten Bauteile einer Windkraftanlage sind:

***Rotorblätter*:** Derzeit werden Rotorblätter bis zu 160m Durchmesser serienmäßig verwendet.

***Triebstrang*:** Dieser besteht aus einem Getriebe und einem Generator oder nur aus einem Generator der auch den Rotor trägt. Generator mit einer Leistung bis 7,5 MW werden derzeit (2014) verbaut.

***Turm*:** Der Turm besteht derzeit aus Stahl oder/und aus Beton in Form eines sich verjüngenden Rohres. Seltener werden auch Gittermasten verwendet. Die verwendeten Masthöhen reichen bis über 150m.

Windpark bei Alsfeld/Hessen 2012, © A. Fischer

2.3.3.2 Weitere Technologien

noch nicht

2.3.4 Wasserenergie

2.3.4.1 Wasserkraft (Höhenunterschied und Fließgeschwindigkeit)

a) Hintergrund

Die Wasserkraftnutzung hat eine lange Tradition und ist heute technisch ausgereift. Weltweit ist sie noch die am meisten genutzte Erneuerbare Energiequelle. Wasserkraft steht rund um die Uhr zur Verfügung und kann bedingt auch als Energiespeicher genutzt werden.

Aktuell gibt es rund 7500 Wasserkraftanlagen in Deutschland. Das sind noch gut 10 Prozent der Anfang des 20. Jahrhunderts installierten Anlagen. Meist wird heute mit der Energie des Wassers Strom erzeugt. Jährlich werden rund 22 Milliarden Kilowattstunden sauberer Strom erzeugt.

b) Physikalische Grundlagen

Wasser zirkuliert innerhalb der Erdatmosphäre in einem Kreislaufsystem. Sonne und Wind halten als Naturkräfte den ständigen Kreislauf des Wassers in Gang. Wasserkraft ist daher Solarenergie. Durch die Sonnenwärme verdunstet Wasser vor allem über den Ozeanen. Es steigt als Wasserdampf in die Atmosphäre auf und fällt im globalen Durchschnitt nach etwa 10 Tagen wieder auf die Erdoberfläche zurück. Für die Wasserkraftnutzung ist nur der Teil des Niederschlags nutzbar, der über Land in Gebieten mit einer Höhendifferenz zum Meeresspiegel fällt und der in Bächen und Flüssen abfließt.

Dieses Wasser enthält zwei Formen der Energie: Die Bewegungsenergie (***kinetische Energie***) durch das ***Fließen*** und die Lageenergie (***potenzielle Energie***) durch die ***Fallhöhe***.

c) Technik

unterschlägiges Wasserrad
© Pixelio, Gabriele Planthaber

oberschlägiges Wasserrad
© Pixelio, Dieter Schütz

Die unterschlägigen Wasserräder (Abb. links) zu Beginn der Wasserkraftnutzung haben nur die Bewegungsenergie genutzt. Die ins Wasser getauchten Schaufeln nahmen die Bewegungsenergie auf und übertrugen sie auf Rad und Welle. Erst die ab dem Jahr 1200 entwickelten oberschlägigen Wasserräder (Abb. rechts) und die später eingeführten Wasserturbinen nutzten auch die Lageenergie des Wassers. Heute gibt es für alle Anwendungsfälle optimierte Wasserkraftwerke.

d) Leistung

P= Q*h*n

P= Leistung in kW
Q= Wassermenge in m³ pro Sekunde
h= Fallhöhe in m
n= Wirkungsgrad von Turbine, Generator

Grundsatz: Doppelte Wassermenge = Doppelter Ertrag
Doppelte Fallhöhe = Doppelter Ertrag

Beispiel Attel:

Angaben geschätzt (überschlägige Berechnung mit einem Wirkungsgrad von 70 Prozent =7kw/m^3)

Q= 1 m³
h= 1m
damit P= 1m³*1m* kw/m^3 = 7kw

Stromertrag für 1 Jahr: 7kw*24h*365Tage=61.320kw/h

Mit etwa 60 000kw/h im Jahr können etwa 20 Haushalte versorgt werden.

Einspeisevergütung: 30 Jahre, etwa 7-13 Cent je kw/h, wasserrechtliche Zulassung notwendig, Stand 2009

2.3.4.2 Wasserwirbel

a) Das Prinzip

In einem Fließgewässer wird ein künstlicher Strudel erzeugt. Die in dem Strudel vorhandene kinetische Energie, kann mittels eines „Schaufelrades“ über eine Achse ausgekoppelt werden.

Die Energie, die den Strudel erzeugt, ist Potentialenergie (Lageenergie), die bereits bei Potentialunterschieden von nur 70 cm Höhendifferenz wirtschaftlich in andere Energieformen umgewandelt werden kann. Ursprünglich wurden diese künstlichen Strudel gebaut, um begradigte Bachläufe mit zusätzlichem Sauerstoff anzureichern und damit die Wasserqualität für Tiere und Pflanzen zu verbessern.

b) Wasserwirbelkraftwerk: Daten und Fakten

Der Einsatz eines Wasserwirbelkraftwerkes kann bereits ab einer Fallhöhe/Aufstauhöhe von 0,7 Metern erfolgen. Eine Anlage mit 5,5 m Beckendurchmesser, 1,3 m Aufstauhöhe und einer Wasserdurchflussmenge von 1m³/s erzeugt ca. 8 kWh elektrische Leistung.

Vorteile
- Energiegewinnung ohne CO_2-Freisetzung
- Energie sehr langfristig gesichert
- Extrem einfacher Aufbau dadurch sehr robust und langlebig
- Günstige Herstellungskosten und sehr geringe laufende Betriebskosten
- Sehrt geringe Lärmbelästigung
- Auch für Wärme/Kälteerzeugung mittels Stirling Motor einsetzbar
- Sauerstoffanreicherung des verwendeten Wassers
- Kein Feinrechen nötig
- Keine Fischabhaltesperren nötig, da gefahrlos für Fische
- Keine Fischleitern nötig, da der Strudel von den Fischen passiert werden kann
- Einfacheres Genehmigungsverfahren, da der Einsatz mittels dieser Strudeltechniologie nur sehr gering in das ökologische System eines Wasserlaufes eingreift und eine regenerative Wirkung auf die Gewässerökologie bietet.
-

Nachteile
- Das Strudelbecken stellt einen Eingriff in die Landschaft dar

Quellen: Wasserwirbelkraftwerk

2.3.4.3 Gezeiten

a) Das Prinzip

Das Wasser der Meere wird durch die Gravitation des Mondes und der Sonne angezogen. Da sich die Erde dreht ändert sich die an einem Ort auf das Wasser wirkende Gravitation: Tidenhub. Die Gravitation des Mondes wirkt besonders stark; die Gravitation der Sonne (etwa 40% der des Mondes) kann die des Mondes entweder verstärken oder abschwächen. Die resultierenden Zyklen haben eine Zeitspanne von ca. 25 h (Ebbe und Flut etwa alle 12 h 24 min). Ge-nutzt wird die Lageenergie des wechselnden Meeresspiegels und die kinetische Energie des Gezeitenstroms.

b) Gezeiten als Energieträger: Daten und Fakten

bisher an Meeresbuchten mit besonderen Eigenschaften gebunden; deshalb bisher von begrenzter Bedeutung.

Größtes Gezeitenkraftwerk bisher: Mündung der Rance bei Saint-Malo/Frankreich. Inbetriebnahme: Dez. 1967. Tidenhub 12-16 m. Staudammlänge 750 m, Staubecken 22 km^2, 24 Durchlässe mit Turbinen, insgesamt Leistung 240 MW, jährlich 600 mil. KWh.

c) Die einzelnen Nutzungsformen von Meeresströmungsenergie

Gezeitenkraftwerk

Ein Gezeitenkraftwerk funktioniert nach dem Staudammprinzip: eine Bucht wird mit einem Deich abgedämmt. Die im Deich eingebauten Wasserturbinen arbeiten nicht nur beim „Auslaufen“ des „Staudamms“ (Ebbe) sondern auch beim Auffüllen (Flut). Um wirtschaftlich zu sein sollte ein Tidenhub von 5 m überschritten werden. Weltweit gibt es etwa 100 Buchten, die diese Anforderung erfüllen.

Vorteile - Energiegewinnung ohne CO_2-Freisetzung
- Energie zwar nicht „nachwachsend“ aber doch sehr langfristig gesichert

Nachteile -nur wenige effizient nutzbare Meeresbuchten vorhanden
- Deich stellt massiven Eingriff in Landschaftshaushalt dar
- Deich stellt massiven Eingriff in Gewässerökologie dar

Meeresströmungskraftwerk

An Stellen mit starken Meeresströmungen (z.B. Kanal zwischen GB und Europa) kann die kinetische Energie des Wassers unmittelbar genutzt werden. In den Gezeitenstrom werden Propellerräder gesetzt, die nach dem Prinzip von Windrädern funktionieren (aber eben nicht von Luft sondern von Meeresströmung angetrieben). Rotorblätter verstellbar, um auch entgegen gesetzte Meeresströmung zu nutzen. Aktuell: Seaflow vor der Küste von Cornwell/SW-England.

Vorteile - Energiegewinnung ohne CO_2-Freisetzung
- Energie zwar nicht „nachwachsend“ aber doch sehr langfristig gesichert
- Meeresströmung fließt kontinuierlich
- In der Landschaft „nicht sichtbar“
- Wegen langsamer Rotation wohl für Meereslebewesen ungefährlich

Nachteile - anspruchsvolle Installation und Wartung auf offener See - (Wirtschaftlichkeit?
- Schiffsverkehr und Fischfang nur wenn genügend Abstand zu den Rotorblättern bleibt

Quellen: http://de.wikipedia.org/wiki/Gezeitenkraftwerk bzw. ...Meeresströmungskraftwerk

2.3.5 Geothermie: Wärme aus dem Erdinneren

Was ist Geothermie?

Geothermische Energie, auch Erdwärme genannt, ist die als Wärme unterhalb der Erdober-fläche gespeicherte Energie. Man unterscheidet zwischen oberflächennaher (bis ca. 400 m Tiefe) und tiefer Geothermie. Heute schätzt man, dass die in der Erde vorhandene Wärmeenergie ausreicht, um den momentanen weltweiten Energiebedarf zwischen 100.000 und 30 Millionen Jahren (die Aussagen der Experten sind höchst unterschiedlich!) zu decken.

Vorteile der Geothermie

Zwar ist Erdwärme streng genommen keine erneuerbare Energie, wird aber ihrer sehr großen Menge wegen zu den Erneuerbaren gerechnet. Erdwärme ist eine Grundlastenergie, die krisensicher und unabhängig von Witterung und Tageszeit immer und praktisch überall zur Verfügung steht. Erdwärme muss nicht gespeichert werden, da die Erde selbst als Speicher dient. Die entnommenen Warmwassermengen bei der Gewinnung von Erdwärme werden wie eine Lagerstätte abgebaut und fallen daher unter Bergrecht (über 100mTiefe). Erdwärme schützt unser Klima, weil der CO_2-Austoß erheblich reduziert ist (kein Verbrennungsprozess!).
Für Investitionen in Geothermie gibt es staatliche Fördermittel.

2.3.5.1 Tiefen-Geothermie

Das größte Potenzial für eine Wärmeenergiegewinnung liegt sicherlich im sog. Malmkarst des süddeutschen Molassebeckens als Grundwasserleiter. Als Energieträger wird heißes Tiefenwasser verwendet, welches im Entnahmebrunnen an die Erdoberfläche gepumpt wird. Je nach vorhandener Temperatur wird es entweder über Fernwärmenetze direkt zur Beheizung genutzt oder mittels Generatoren zur Stromerzeugung verwendet. Ab ca. 90 Grad Celsius ist Stromerzeugung möglich.

Das abgekühlte Wasser wird über sog. Schluckbrunnen wieder in die Erde zurückgeleitet. Hierbei ist auf ausreichenden Abstand zwischen diesen beiden Brunnen zu achten, da sonst das Wasser im Entnahmebrunnen abgekühlt werden könnte. Bei den beiden Geothermieprojekten in Poing und Unterhaching beträgt dieser Abstand je ca. 3,5 km. Dieser Abstand verringert sich wesentlich bei oberflächennaher Nutzung, die, mittels Wärmepumpen, zum Heizen oder Kühlen für Ein- und Mehrfamilienhäusern und Gewerbegebäuden Verwendung findet.

Bedeutung für Aßling

In und um Aßling wurde Ende der 1950er, Anfang der 1960er Jahre erfolgreich nach Erdgas und Erdöl gebohrt, eine Nachbohrung fand 1990 statt. Die Sohle aller Bohrungen lag bei ca. 3500m Tiefe, die Temperatur in dieser Tiefe beträgt ca. 78° C. 1996 wurden alle drei Bohrlöcher (eines westlich REWE, eines Ölfeld, eines westlich Dorfen) wegen Unwirtschaftlichkeit aufgegeben und versiegelt, was nicht bedeutet, dass diese Bohrlöcher auf der ganzen Länge mit Beton verfüllt sind. Es sind vielmehr Pfropfen aus unbewehrter Zementschlämpe in verschiedenen Tiefenlagen vorhanden. Ob und in welchem Maße diese ehemaligen Ölbohrlöcher reaktiviert werden könnten, um sie für geothermische Zwecke zu verwenden, müsste durch ein geologisches Institut und ein unabhängiges Ingenieurbüro für Bohrtechnik geklärt werden.

Laut Aussage des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (in dem das geologische Landesamt aufgegangen ist) sollte in Aßling bis ca. 4000 m gebohrt werden, dann könnte man zumindest mit einer Temperatur von ca. 93°C rechnen (die Temperatur nimmt mit zunehmender Tiefe pro 100 m um ca. 3°C zu).

Die folgende Karte (+ Ausschnittvergrößerung) zeigt die Temperaturverteilung im Alpenvorland für 4000m Tiefe. Sie stimmt im Grundzug mit den Messungen der Ölfirma überein.

Bei einem Preis von 1500,-- bis 2000,-- € pro Meter Neubohrung stellt sich die Frage, ob eine Gemeinde wie Aßling das überhaupt stemmen kann und ob möglicherweise Nachbar-gemeinden, Investoren und/oder Energieunternehmen ein solches Projekt mittragen, wobei mit Hartnäckigkeit und Nachdruck die eventuelle Nutzung der vorhandenen Bohrlöcher geprüft werden sollte.

Südlich von Aßling existiert der Brunnen Holzbichl. Er ist 40m tief und soll für Oberflächen-Geothermie verwendet werden. Die Temperatur des Wassers beträgt 8,7°C. Hier ist noch stark die Wirtschaftlichkeit wegen der max. zulässigen Temperaturdifferenz von 3,7°C (energieentzogenes Wasser muss bei Wiedereinleitung durch den Schluckbrunnen mindestens noch 5°C Temperatur besitzen!) und der bei Verwendung von Wärmepumpen geforderten Trinkwasserqualität zu prüfen.

Quellen: Dr. Thomas Fritzen, Bayerisches Landesamt für Umwelt,
Dr. Thomas Schmidt

2.3.5.2 Oberflächen-Geothermie

a)

Das Prinzip

Ab bereits 2 Metern Tiefe herrschen im Erdbereich relativ konstante Temperaturen vor, die als Wärmelieferanten genutzt werden können. Diese relativ niedrigen Temperaturen werden mittels Wärme-

pumpen auf ein höheres Temperaturniveau zur Gebäudeheizung und zur Warmwassererwärmung gebracht. Je höher die nutzbare Temperatur der Oberflächenwärme und je geringer die zu erzeugten Temperaturen, desto größer ist der Wirkungsgrad und umso geringer sind die Kosten für diese Wärmenutzung.

Derzeit verwenden solche Wärmepumpensysteme entweder direkt das vorhandene Oberflächenwasser (Tiefen-, Seewasser,…) oder ein Solemedium, das indirekt über einen Wärmetauscher die Primärenergie einsammelt. z.B. über einem im Erdreich verlegten Erdkollektor.

b) Daten und Fakten:

mittlere Temperaturen in einer Tiefe von:	2 m	5 m	7 m	9 m
Minimal	12,0	12,3	12,6	13,1
Maximal	15,7	15,3	15,0	14,5

Wärmepumpensysteme werden nach der unteren/minimalen verfügbaren Temperatur als Parameter zur Berechnung der Wärmequellenseiten ausgelegt. Jahreszeitlich bedingte Temperaturschwankungen nach oben erhöhen den Wirkungsgrad.

Da die maximale Temperaturabsenkung z.B. von Oberflächenwasser nicht unter 6 Grad erfolgen darf, kann mit einer Temperaturspreitzung im Winter von mindestens 6 Grad und im Sommer mit mindestens 8,5 Grad (je nach Tiefe) gerechnet werden.

Die zur Verfügung stehende Wärmemenge errechnet sich aus:

Q = m * c * deltaT/3600 kWh

m = Durchflussmenge [m³]
c = Spezifische Wärmekapazität (bei Wasser 4,19)
deltaT = Temperaturspreizung [K] (Eingangs - Ausgangstemperatur der Wärmequelle in K)

Die entnehmbare Wärmemenge kann linear zur Durchflussmenge gesteigert werden.

Vorteile
- Benutzt kostenlose Umweltenergie aus Oberflächenwärme
- Oberflächen- Umweltenergie Energie fast unbegrenzt verfügbar
- Bei der Verwendung von elektrisch betriebenen Wärmepumpen kein CO^2 und andere Abgase beim Anwender
- Günstige Betriebskosten
- Keine Wartungskosten
- Robuste langlebige Technik
- Keine Lagerraum für Heizmaterial, kein Heizungsraum, kein Kamin
- Einfacheres Genehmigungsverfahren
- Sehr geringe Geräuschentwicklung
- Ideal geeignet für Niedertemperaturheizungen z.B. Fußbodenheizung

Nachteile
- Zusätzliche Kosten für die Bereitstellung der Wärmequellenseite (Erdkollektoren, Saug- und Schluckbrunnen, Kosten zur Entnahme von Tiefenwasser mittels Boh rungen und Fördertechnik)
- CO_2 Erzeugung bei der Herstellung von elektrischen Strom falls dieser nicht CO_2 neutral erzeugt wird
- Ungünstiger Wirkungsgrad beim Einsatz von zu hohen Endtemperaturen en

- Abstimmung mit Nachbarn um bereits bestehende Anlagen nicht zu beeinflussen
- Evtl. geringe Beeinträchtigung der Vegetation an der Erdoberfläche, wenn z.B. Erdkollektoren falsch dimensioniert und nicht tief genug installiert wurden.
- Einsatz von die Ozonschicht gefährdenden Kältemitteln bei älteren Anlagen

2.4 Energiespeicherung bzw. -alternativen

noch nicht

2.5 Ergänzende Informationen zu Techniken und Verfahren

2.5.1 Wärmepumpentechnik und deren Einsatz

2.5.1.1 Definition

Unter dem Oberbegriff „Wärmepumpe“ wird ein technisches Verfahren verstanden, welches zum Anheben oder Absenken von Temperaturen auf ein anderes für die Anwendung besseres geeignetes Temperaturniveau eingesetzt wird. Für diese Art der Wärmetransformationen wird zwischen Absorber- und Kompressor-Wärmepumpen unterschieden. Beide Techniken können mittels thermodynamischer Kreisprozesse beschrieben werden.

2.5.1.2 Einsatz von Absorber-Wärmepumpen

Absorber-Wärmepumpen werden zum Gewinnen von mittleren Temperaturen aus hohen Temperaturen (Abfall- Prozesswärme) eingesetzt. Dieser Wärmepumpentyp braucht keine mechanische Leistung für die Umwandlung auf das gewünschte Temperaturniveau.

2.5.1.3 Einsatz von Kompressor-Wärmepumpen

Kompressorwärmepumpen werden zum Anheben von niedrigen Temperaturen auf ein höheres Temperaturniveau eingesetzt. Bei diesem Wärmepumpentyp wird mechanische Leistung für den Antrieb des Kompressors benötigt. Die Einkopplung dieser zusätzlichen benötigten Energie für den Kompressorantrieb wird über die Kopplung der Kompressorachse mit einer Antriebsachse hergestellt. Solche Antriebsachsen können von regenerativ erzeugten mechanischen Systemen wie z.B. von Wasser- und Windrädern oder aber von Elektro-, Gas- oder Dieselmotoren angetrieben werden.

Die meisten kleinen Anlagen setzen kompakte Kompressormodule ein, bei dem auf der Kompressorachse direkt ein Elektromotor montiert ist. Die Verwendung von Elektromotoren als mechanischer Energie Lieferant hat den großen Vorteil von exakt steuerbaren Lastkurven für die unterschiedlichen Leistungsbereiche.

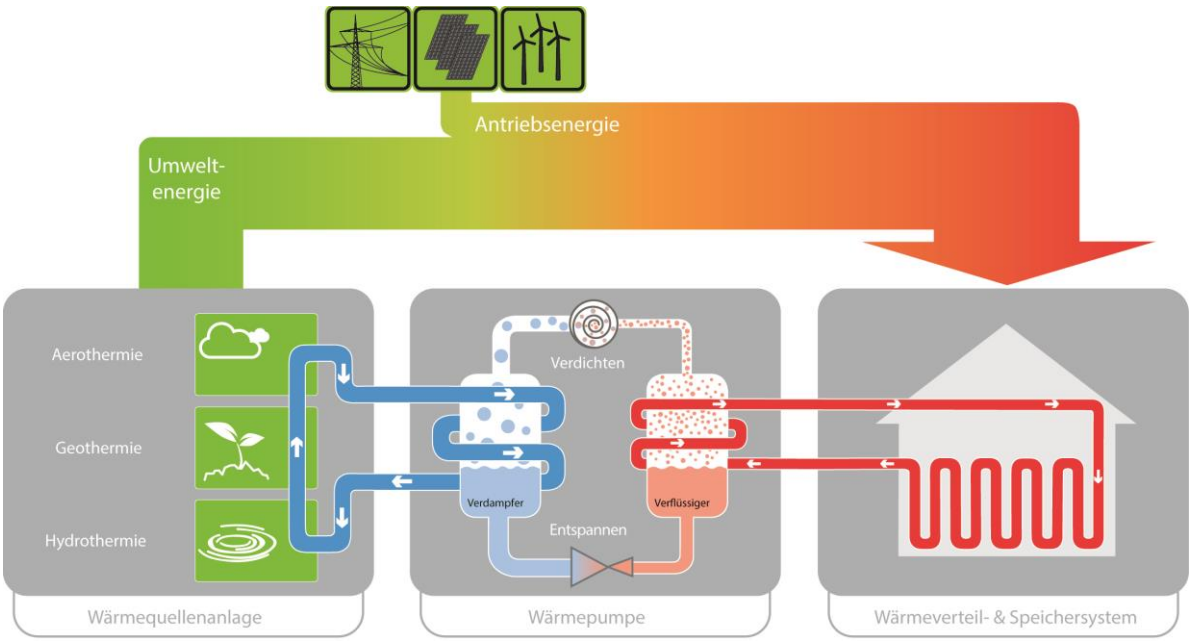
Funktionsbeschreibung einer Kompressor-Wärmepumpe

Als sehr vereinfachtes Prinzip kann die Arbeitsweise einer Wärmepumpe wie folgt beschrieben werden:

- aus einer Wärmequelle eine niedere Temperatur einsammeln
(Übernahme der Wärme [GRÜN] an ein Arbeitsgas mittels ersten Wärmetauscher [BLAU])
- diese Temperatur erhöhen (hoch pumpen)
(durch Druckerhöhung des Arbeitsgases mittels Kompressor [Wärmrpumpengraphikc Mitte/Oben])

- die erhöhte Temperatur an einen Heizkreis abgeben.
(Abgabe der Wärme an den Heizkreis mittels zweiten Wärmetauscher [ROT)]

- ***Druckreduzierung des Arbeitsgases***
  Mittels eines Expansionsventils wird der Gasdruck des Arbeitsgases wieder reduziert „entspannt“ [Wärmepumpengrafik Mitte/Unten]



Quelle: BWP http://www.waermepumpe.de/typo3temp/pics/eda827ebcb.jpg

Zum Einsammeln von z.B. kostenloser, in großen Mengen vorhandener Umweltwärme werden Kältemittel eingesetzt, die einen sehr niedrigen Siedepunkt haben. Im ersten Wärmetauscher, dem Verdampfer, wird durch den Wärmeausgleich auf das druckentspannende Arbeitsmedium ein Übergang vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatszustand erzwungen; die dafür notwendige Energie wird der Wärmequelle entzogen.

Die eingesammelte Energiemenge steckt nun im gasförmigen Kältemitteldampf, welches mittels Druckerhöhung durch einen Kompressor auf eine höhere Temperatur gepumpt wird.

Diese höhere Temperatur wird über einen zweiten Wärmetauscher, dem Kondensator oder Verflüssiger, an den eigentlichen Heizkreislauf abgegeben. Hierdurch verflüssigt sich das Arbeitsgas und wird nach einer weiteren Stufe, dem Expansionsventil, wieder dem ersten Wärmetauscher für die Aufnahme der Umweltenergie zugeführt. Das Expansionsventil hat die Aufgabe, den Druck des Arbeitsmediums zu verringern und das zuvor unter Überdruck stehende Arbeitsgas drucktechnisch zu entspannen.

2.5.1.4 Einsatzgebiete von Wärmepumpen

Bei vielen Anwendungen für Wärmetransformationen kommen Wärmepumpen zum Einsatz. Je nachdem ob Kälte (Klimaanlage) oder Wärme (Wärmepumpenheizung) erzeugt werden soll, wird entweder der erste oder der zweite Wärmetauscher zur Auskopplung der benötigten Energieart verwendet. Beispiele für den Wärmepumpeneinsatz zur Kälteerzeugung sind Kühlschränke und Klimageräte. Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung werden hauptsächlich in der Gebäudetechnik verwendet, wo sie im Mono- oder Bivalenten Betrieb zur Gebäudeheizung eingesetzt werden.

2.5.1.5 Betriebskostenbetrachtung beim Wärmepumpeneinsatz für Heizsysteme

Je geringer der Unterschied zwischen dem Umweltenergietemperatur und der Vorlauftemperatur des Heizkreises ist, desto wirtschaftlicher arbeiten Wärmepumpenanlagen.

Die Arbeits- bzw. die Leistungszahl COP (*Coefficient Of Performance)* wird nach folgender Formel berechnet:

$$\mathrm{COP}_{\mathrm{max}} = \frac{1}{\eta_C} = \frac{T_{\mathrm{warm}}}{T_{\mathrm{warm}} - T_{\mathrm{kalt}}} \qquad \text{[in Kelvin]}$$

Bei praktisch erreichbaren Wärmepumpenwirkungsgraden η_{WP} im Bereich von 0,45 bis 0,55 kann folgende Näherungsformel verwendet werden.

$$\epsilon \approx 0,5 \cdot \frac{T_{warm}}{T_{warm} - T_{kalt}} \qquad \text{[in Kelvin]}$$

Diese errechneten Leistungszahl / COP gibt das Verhältnis von aufgewendeter Primärenergie (z.B. der Elektrischen Leistung) zur abgegebenen Heizleistung wider. Moderne Wärmepumpen sollten nicht unter 3,5 liegen. D.h. das aus 1 kWh Strom 3,5 kWh Heizleistung erzeugt wird.

Die Leistungszahl eines Wärmepumpensystems ist nicht konstant, da sich die Faktoren wie Quellentemperatur und Wärmebedarf ändern. Gerade Luftwärmepumpen rutschen an kalten Tagen bedingt durch die zur Verfügung stehende sehr niedrige Quellentemperatur und den erhöhten Heizbedarf in schlechte Leistungszahlen. Luftwärmepumpen in Kombination mit Solarthermieanlagen können im Sommerbetrieb, bei der Erbringung vom Teil- und Hauptlastbereich zur Warmwasserbereitung für niedrige Temperaturen mit wirtschaftlichen Arbeitszahlen punkten.

Damit die Wirtschaftlichkeit eines Wärmepumpensystems besser bewertet werden kann, ist es viel sinnvoller, die Jahresarbeitszahl für eine Wärmepumpenanlage zu bestimmen.

Um eine möglichst große Jahresarbeits- bzw. Jahresleistungszahl zu erreichen, sollten folgende Punkte beachtet werden:

- ***Möglichst geringe Vorlauftemperatur der Heizung***
  (Fußbodenheizung)
- ***Möglichst geringer Heizlast***
  (KW40 Haus)
- ***Zusätzlicher Einsatz von Solarthermie-Nutzung zur Brauchwassererwärmung und zur Heizungsunterstützung*** (Solarthermie-Anlage mit großem Schichtenspeicher)
- ***Möglichst hohe Primärenergietemperatur***
  (Wasser/Wasser oder Sole/Wasser)
- ***Möglichst kleine Pumpen zur Bereitstellung der Umweltenergie***
  (Erdkollektor, oder Brunnen mit hoch gelegenem Oberflächenwasser)
- ***Einsatz von großem Heizkreispufferspeicher***
  (geringes Takten und in Summe weiniger Stromkosten durch vielen dadurch verminderten hohen Anlaufströme)
- ***Einsatz mehrstufigen oder stufenlos geregelten Kompressoren***
  (bessere Leistungszahl im Teillastbetrieb, geringeres Takten)

3. Der Aßlinger Weg in eine nachhaltige Energiezukunft

Dieses Kapitel fußt auf der Zusammenstellung des uns zugängigen Wissens über den Energiebedarf, über den Energieverbrauch fossiler Energieträger und insbesondere über die Möglichkeiten der Nutzung regenerativer bzw. (so gut wie) unbegrenzt verfügbarer Energiequellen.

Die „Projektgruppe Energie" im Arbeitskreis „Dorfentwicklung und Energie" hat einige Eckpunkte und mögliche Entwicklungspfade einer Energiewende in Aßling zusammengetragen. Wie Aßling sich der Herausforderung stellen will und welchen Weg in die Energiezukunft Aßling gehen will – das muss von allen Entscheidungsträgern und der gesamten Gemeinde gemeinsam gewollt, geschultert und angegangen werden. Deshalb liegt ein umfassender Diskussionsprozess vor uns! Es gibt kein Patentrezept! Wir müssen gemeinsam den „Aßlinger Weg" finden, dabei aber eng mit dem Landkjreis zusammen arbeiten! Energieverfügbarkeit wird eine Schlüsselstellung in der Entwicklung jeder Gemeinde einnehmen, auch in Aßling. Deshalb wird die zukünftige Energieversorgung, verbunden mit der Umwelt-Vorsorge, im Zentrum der Entwicklung auch der Gemeinde Aßling stehen. Dies muss uns bewusst sein, wenn wir Handlungen planen und festlegen, die die mittlere und längere Zukunft betreffen.

Folgende Eckpunkte lassen sich aus unserer Zusammenstellung ableiten:

- An vorderster Stelle muss die ***Einsparung von Energie*** stehen (Gemeindeverwaltung, jeder Bürger).
- Dies meint bei Gebäuen im öffentlichen wie im privaten Bereich insbesondere eine verbesserte ***Wärmedämmung***.
- Bezüglich elektrischer Energie gilt ebenfalls zunächst die Einsparung (***effizientere Stromnutzung*** z.B. durch Einsatz moderner Technologien, Verzicht auf unnötigen Energieeinsatz usw.). Mit der *Photovoltaik* steht eine Technologie zur Verfügung, die im öffentlichen wie im privaten Bereich einen alternativen Produktionswege von Energie (alternativ im doppelten Sinne: nicht-fossil und dezentral!) ermöglicht, der sogar staatlich gefördert wird (EEG). *Wind- und Wasserenergie* können ebenfalls zur Stromerzeugung genutzt werden.
- Der verbleibende Primärenergiebedarf soll durch ***Erschließung umweltverträglicher „alternativer" bzw. „regenerativer" Energieformen*** gedeckt werden. Für die Raumbeheizung eröffnen sich (nach Ausschöpfung aller Dämmungs- und Verlustreduktionsmaßnahmen) auf der Ebene der Gemeinde und des privaten Besitzers mehrere ***alternative und regenerative Energieträger***: Pellets, Hackschnitzel, die verschiedenen Formen der Geothermie. Pellets entstehen aus *Resten* der Holznutzungen (Sägemehl); Hackschnitzel können aus Wald*rest*holz oder in Schnellwuchsplantagen erzeugt werden. Energetische *Abfall*- oder *Rest*stoffnutzung ist immer sinnvoll; das gilt auch für *Biogas*anlagen. Die Produktion von Energiepflanzen ist allerdings sehr kritisch zu hinterfragen.

Zu diskutieren wird sein, bis zu welchem Grad der ***Mobilitätsbereich*** auf der Ebene einer Gemeinde steuerbar ist. Eine Verbesserung der Anbindung an das öffentliche Transportsystem (höhere Taktfrequenz von Bus und Bahn), verbesserte Infrastruktur zur Reduktion des Nahverkehrs (verbessertes Radwegenetz usw.) sind natürlich realisierbar. Von einer Gemeinde nicht beeinflussbar sind aber technische Verbesserungen im Bereich der Energieeffizienz von Fahrzeugen, bei der Entwicklung alternativer Energien im Fahrzeugbereich, oder bei der Optimierung der öffentlichen Mobilitätsnetze. Was wir aber können ist, in er mittelfristigen Gemeindeplanungen Anreize für vermehrten Individualverkehr zu reduzieren.

Quellen:

Optisch hervorgehoben: besonders lesenswerte Übersichten bzw. Sammelwerke

ASBECK, F. (2006): Die Zukunft der Sonnenenergie. – In: Schwanhold & Kummer: Nachhaltige Energiepolitik, 137-143.

EEG (2004): Gesetz über den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) vom 31.07.2004 (s. Internet).

EEG (2009): Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) ersetzt EEG (2004) ab 1.1.2009; Bundesministerium der Justiz – www.juris.de.

Ettl, R., Weis, W. & Göttlein, A. (2007): Holz verbrennt, Ashe bleibt. – AFZ-Der Wald 2/2007, 74-77.

FISCHBECK, G., HABER, W., REHFUESS K.-E.. & DEIGELE, C. (2007): Energie aus Biomasse: Ökonomische und ökologische Bewertung. – Rundgespräche Komm. Für Ökologie 33, 142 S., Verlag Dr.. F. Pfeil, München.

FISCHER, A. 2014: Sustainable Toursism. – 1268. S., UTB 4097.

FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Hrsg.) (2006): Holzpellets. Komfortabel, effizient, zukunftssicher. – 5. Aufl., 34 S.,

FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Hrsg.) (2007***):*** Handbuch Bioenergie-Kleinan-lagen. – 224 S., bearbeitet durch das Technologie & Förderzentrum TFZ im Auftrag von Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe und Bundesministerium Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz.

GERLING, J.P. & KOSINOWSKI, M. (2006): Die Reichweite fossiler Energieträger. – In: Schwanhold & Kummer (Hrsg.): Nachhaltige Energiepolitik, 52-66, Honnefer Verlagsges. mBH, Bad Honnef.

GÖTTLEIN, A., ETTL, R. & WEIS, W. (2007): Energieholznutzung und nachhaltige Waldbewirtschaftung – ein Zielkonflikt? – Rundgespräche der Kommission f. Ökologie 33,87-95.

GRUSS, P. & SCHÜTH, F. (Hrsg.) (2008): Die Zukunft der Energie. Die Antwort der Wissenschaft. Ein Report der Max-Planck-Gesellschaft. – 333 S., Verlag C.H. Beck, München.

IEA (International Energy Agency) (2007: World Energy Outlook. China und Indien. Zusammenfassung. – Internet

IEA (International Energy Agency) (2008): World Energy Outlook 2008, Zusammenfassung: WEO2008_es_German[1].pdf

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): Climate Change 2007: The physical science basis. Summary for policymakers. – http://www.ipcc.ch.

Kölling, C., Götttlein, A. & Rothe, A. (2997): Energieholz nachhaltig nutzen. – LWF aktuell 61/2007, 32-36.

LWF-Merkblatt 10 (2002): Bereitstellung von Waldhackschnitzeln. 4 S.

LWF-Merkblatt 11 (2005): Hackschnitzel richtig lagern! – 2 S.

LWF-Merkblatt 12 (2007): (Bayer Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft): Der Energiegehalt von Holz und seine Bewertung. – 4 S.

LWF-Merkblatt 19 (2005): Anbau von Energiewäldern. 4 S.

LWF-Merkblatt 20 (2007): Scheitholz – Produktion, Lagerung, Kennzahlen. – 4 S.

MICHEL, H. (2008): Die natürliche Photosynthese: Ihre Effizienz und die Konsequenzen. – In: GRUSS, P. & SCHÜTH, F. (Hrsg.) (2008): Die Zukunft der Energie. Die Antwort der Wissenschaft. Ein Report der Max-Planck-Gesellschaft. – S. 71-85, Verlag C.H. Beck, München

QUEISSER, H.-J. (2008): Solarzellen auf Basis anorganischer Materialien. – In: GRUS & SCHÜTH: Die Zukunft der Energie. – S. 86-95.

QUICKER, P. & FAULSTICH, M. (2007): Technologische Aspekte der Energiegewinnung aus Biomasse. – Rundgespräche Komm. Für Ökologie 33, 39 -58., Verlag Dr.. F. Pfeil, München.

SCHÄFER, R. & ORTINGER, W. 2007: Holz: Rückgrat im Biomassemix Bayerns. – LWF aktuell 61, 4-6.

SCHWANHOLD, E. & KUMMER, B. (Hrsg.) (2006): Nachhaltige Energiepolitik. Herausforderung für die Zukunft. – 431 S., Honnefer Verlagsges. mbH, Bad Honnef.

SCHÜTH, F. (2008): Grundlagen der Energiediskussion. – in: GRUSS & SCHÜTH (2008): Die Zukunft der Energie. Die Antwort der Wissenschaft. Ein Report der Max-Planck-Gesellschaft. Verlag C.H. Beck, München. S. 15 -31.

STERN, NICHOLAS (2009): Der Global Deal. Wie wir dem Klimawandel begegnen und ein neues Zeitalter von Wachstum und Wohlstand schaffen. – 287 S., Verlag C.H. Beck, München.

THAUER, R. (2008): Biologische Methanbildung. Eine erneuerbare Energiequelle von Bedeutung? In: GRUSS & SCHÜTH (2008): Die Zukunft der Energie. Die Antwort der Wissenschaft. Ein Report der Max-Planck-Gesellschaft. Verlag C.H. Beck, München. S. 119-137.

ZORMEIER, F. & BORCHERT, H. 2007: Brennholzverbrauch steigt! – LWF aktuell 61, 18-18.

ZORMEIER, F. & SCHARDT, M. 2007: Waldhackschnitzel in Biomasseheizwerken. – LWF aktuell 61, 8-9.