



# STADT ASCHAFFENBURG



## Energiefibel

Informationen | Fördermöglichkeiten | Adressen

# Grußwort

---

Jeder von uns weiß, dass Rohstoffe wie Erdöl, Erdgas und Kohle endlich sind, doch gleichzeitig sind wir uns dessen bewusst, dass der Energiebedarf unserer Gesellschaft enorm ist. Wie soll man also zukünftig mit Energievorräten umgehen? Das ist die Schlüsselfrage des 21. Jahrhunderts.

Neben der Industrie verbrauchen auch die privaten Haushalte - also jede Bürgerin und jeder Bürger - täglich Energie in den unterschiedlichsten Formen: zum Beispiel nutzen wir Strom für die Beleuchtung oder den Kühlschrank, wir benötigen Energie für die Heizung von Gebäuden oder die Warmwasserebereitung und auch Verkehrsmittel wie Auto, Bus oder Bahn fahren nicht ohne entsprechenden Energieeinsatz.

Dennoch wünschen wir uns, dass für künftige Generationen nicht nur ausreichend Energie und Rohstoffe zur Verfügung stehen, sondern auch die Erde und unser Lebensstandard erhalten bleiben. Um diesen Wunsch zu verwirklichen, müssen wir von einer Ressourcen verbrauchenden zu einer Ressourcen schonenden Wirtschafts- und Lebensweise gelangen. Es gilt Energie einzusparen, fossile Energieträger effizienter einzusetzen und den Ausbau Erneuerbarer Energien weiter voranzubringen.

Das Ziel ist die Verminderung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen, um den voranschreitenden Klimawandel zu bremsen. Klimaschutz ist ein wichtiges Anliegen unserer Zeit. In ihm sehen wir eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe.

Mit der Energiefibel als wertvollen Wegweiser im Bereich der nachhaltigen Energienutzung und Energieeinsparung möchten wir alle Bürgerinnen und Bürger auffordern, sich aktiv an der Energiewende zu beteiligen.

Die Energiefibel gibt einen Überblick über Techniken und Funktionsweisen alternativer Energien, zeigt Einsparpotenziale auf und gibt Tipps zu Energieberatung und Fördermöglichkeiten. Egal, ob Sie eine energetische Sanierung planen oder eine Heizungsanlage erneuern möchten – diese Broschüre ist ein wichtiger Ratgeber und eine Entscheidungshilfe.

Sanierungsmaßnahmen und effiziente Geräte sparen nicht nur Energie und damit Geld, sondern sie leisten auch einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Tragen auch Sie Ihren Teil dazu bei und schonen Sie nachhaltig Geldbeutel und Umwelt!



Dr. Ulrich Reuter  
Landrat



Klaus Herzog  
Oberbürgermeister

# Inhaltsverzeichnis

<b>Allgemeine Energiefragen</b>	2
<b>Rund ums Gebäude</b>	7
1. Energiesparende Bauplatzauswahl	7
2. Wärmedämmung	11
3. Kontrollierte Raumlüftung	16
4. Energieausweis	21
<b>Anlagentechnik</b>	27
1. Heizung und Solarthermie - die Qual der Wahl	27
2. Wärmepumpen	34
3. Heizen mit Holz	41
4. Blockheizkraftwerk	44
5. Hydraulischer Abgleich	47
6. Energieeffiziente Heizungspumpen	50
7. Photovoltaik	52
<b>Passivhaus, Nullenergiehaus, Plusenergiehaus</b>	57
<b>Einsatz Erneuerbarer Energien</b>	61
1. Biogas-Anlagen	61
2. Wasserkraft	66
3.1 Windenergienutzung aus Großwindkraftanlagen	74
3.2 Kleinwindkraftanlagen	78
4. Energie-Atlas Bayern 2.0	80
<b>Mobilität</b>	83
<b>Energieagenturen</b>	91
<b>Beratung und Tipps</b>	93
1. Verhaltensbezogenes Energiesparen	93
2. Energieberatung	97
3. Energieberatung der Verbraucherzentrale	101
4. Fördertöpfe	104
<b>Adressen</b>	107
<b>Haftung und Rechte / Danksagung / Impressum</b>	120

## Wie steht es weltweit um unsere Energie- bzw. Ölreserven?

Empirische Daten belegen die These, dass die Welterdölförderung im Jahr 2005 einen weltweiten Höhepunkt erreicht hat und seither mit Schwankungen auf einem Plateau verweilt. Die Förderung von konventionellem Erdöl befindet sich seit 2008 im Förderrückgang. Das Fördermaximum der konventionellen Ölförderung ist auch von der Internationalen Energieagentur als Tatsache bestätigt worden. Aktuelle und künftige Anstrengungen der Erdölindustrie sind vor allem darauf ausgerichtet, das Förderplateau möglichst lange zu halten, indem der Förderrückgang der produzierenden Felder mit steigendem Aufwand durch neue Fördersonden oder unkonventionelle Erdölförderung ausgeglichen werden muss. Neue Felder sind jedoch in den meisten Fällen von schlechterer Qualität (kleiner, teurer in der Erschließung, höherer Schadstoffanteil, ...), so dass dieser Wettlauf immer schwieriger wird.

## Wie lange reicht das Erdöl noch?

Die Szenarien der Internationalen Energieagentur im WEO 2012 suggerieren, dass um 2020 - 2025 der hohe Anteil unkonventioneller Erdöl- und Erdgasförderung die USA weitgehend von Gas- und Ölimporten unabhängig machen können. Diese Aussage basiert auf der Annahme, dass 1. der Erdgas- und Erdölverbrauch in den USA deutlich zurückgehen werde, und 2. dass die spekulativ ermittelten unkonventionellen Ressourcen auch in belastbare Reserven transferiert würden, die dann auch zügig gefördert würden.

Das ist jedoch keineswegs gesichert. Es besteht eine große Wahrscheinlichkeit, dass die Förderung von leichtem „tight oil“ 2015 - 2017 das Fördermaximum erleben und danach zurückgehen wird. Die Förderung von leichtem „tight oil“ wird vermutlich nicht länger als 10 Jahre auf hohem Niveau erfolgen und sich damit als eine deutlich überschätzte Blase zeigen.

## “Peak oil is now”.

Im Bericht des Jahres 2008 war das weltweite Ölfördermaximum auf das Jahr 2006 festgesetzt worden. Dies ist noch richtig, sofern man die Produktion von unkonventionellem synthetischem Erdöl in Kanada und Teersandförderung ausklammert, wie dies auch von der Internationalen Energieagentur und der US Energiebehörde EIA bestätigt wird. Im WEO 2012 wird die konventionelle Erdölförderung im Jahr 2005 bei

70 Mb/Tag und im Jahr 2011 bei 68,5 Mb/Tag gesehen (WEO 2012). Das Fördermaximum der konventionellen Ölförderung ist inzwischen allgemein akzeptiert.

Im Bericht des Jahres 2008 war erwartet worden, dass die Ölförderung bald zurückgehen werde. Anhand aktueller Daten ist es offensichtlich, dass die weltweite Ölförderung ein mehr oder weniger stabiles Plateau erreicht hat, das kaum von Ölpreisschwankungen beeinflusst wurde. Da das Angebot weitgehend stabil war, folgten die starken Preisfluktuationen vor allem den Nachfrageschwankungen und nicht umgekehrt. Selbst als der Ölpreis im Spätsommer kurzzeitig auf 40 USD/bbl fiel, löste das keineswegs einen Nachfrageanreiz aus. Der Ölverbrauch der OECD-Staaten ging seit 2005 um etwa 10 % zurück (BP 2012).

Seit 15 Jahren besteht nun die Debatte über das weltweite Ölfördermaximum. Dabei wurden immer wieder neue „Hoffnungsträger“ angeführt, die - bisher unbeachtet - die künftige Ölförderung noch auf lange Zeit garantieren könnten. Doch die meisten dieser „Hoffnungsträger“ entlarvten sich schon nach kurzer Zeit als nicht tragfähig.

Beispielsweise wurde vor gut zehn Jahren die Ölförderung im tiefen Meer als einer dieser Hoffnungsträger propagiert. Unbestritten ist, dass es dort Öl gibt, und dass dies auch einen Beitrag zur Ölförderung leistet. Doch inzwischen blieb die Ölförderung im Golf von Mexiko weit hinter den damals geschürten Hoffnungen zurück, die Förderung vor der Küste Angolas hat den Höhepunkt ebenfalls bereits überschritten.

Auch wird die Förderung vor Brasilien wesentlich langsamer ausgeweitet, als es vor einigen Jahren propagiert wurde. Im Kaspischen Meer hat Aserbaidschan mit dem Überschreiten des Fördermaximums im Feldkomplex Azeri-Chirac-Guneshli ebenfalls den Höhepunkt überschritten. Das im Jahr 2000 entdeckte Ölfeld Kashagan im Kaspischen Meer - das damals als der größte und wichtigste Fund seit langem gefeiert wurde, der dazu beitragen werde, dass die Ölförderung im Kaspischen Raum mit der Ölförderung von Saudi Arabien gleichziehen oder diese sogar übertreffen könnte - nimmt jetzt, 13 Jahre nach der Entdeckung und 7 Jahre gegenüber den damaligen Prognosen verspätet, die Förderung auf.

Die großen Teersandvorkommen in Alberta/Kanada produzieren nur auf der Hälfte des vor 5 Jahren vorhergesagten Niveaus.

Saudi Arabien hat entgegen der damaligen Hoffnungen die Förderung nie auf 12-14 Mb/Tag ausgeweitet, sondern kurzfristig auf etwas über 11 Mb/Tag. Im aktuellen WEO 2012 bewertet die IEA denn auch deutlich vorsichtiger, dass Saudi Arabien die Förderung bis 2030 kaum ausweiten werde.

## Welchen Anteil hat der Energieträger Erdöl in Deutschland?

Auch in Deutschland erfolgt die Primärenergiegewinnung zu über 90 % aus Erdöl, Erdgas, Kohle und Uran. Die Geothermie kann bislang nur begrenzt zur Energieversorgung beitragen, hat aber ein sehr großes Potential.

Der weitaus überwiegende Teil der fossilen Energierohstoffe wird aus dem Ausland importiert. So stammen 98 % des Erdöls, 87 % des Erdgases und inzwischen etwa 77 % der Steinkohle aus Importen. Diese Abhängigkeit von importierten Energieträgern wird sich vermutlich in Zukunft weiter verstärken. Gleichzeitig steigt weltweit die Nachfrage an.

Obwohl es auf der Erde noch sehr große Vorkommen an Energierohstoffen gibt, ist deren Endlichkeit unstrittig. Die Aufgabe fossiler Energieträger ist daher als Brückenenergie den sicheren Übergang in eine auf regenerativen Energieträgern beruhende Energieversorgung zu gewährleisten.

## Wie geht es weiter?

Die Staatsschuldenkrise, die sich zunehmend in eine Währungskrise wandelt, lässt eher einen Einbruch der Wirtschaftsleistung erwarten. Aus Sicht des Peak Oil dürfte es interessant zu sehen sein, wie weit der Ölpreis nachgibt. 40 Dollar, wie nach dem Einbruch im Sommer 2008, sind jedoch eher unwahrscheinlich. Die langfristige Aussicht sind weiter steigende Preise. Nicht nur, weil die Schwellenländer ihren Verbrauch weiter steigern werden und damit Absatzrückgänge in den Industrieländern ausgeglichen werden, sondern auch, weil die Förderung der verbleibenden Reserven immer aufwendiger und deshalb teurer wird. Der brasilianische Förderer Petrobras kalkuliert mit 80 Dollar pro Barrel, sinkt der Ölpreis darunter, wird Petrobras seine Investitionen in neue Förderungen zurückfahren und damit die Knappheit der Zukunft verschärfen. Die Firma will bis 2015 225 Milliarden Dollar in neue Förderungen investieren, aber sie kann es nur, wenn der Preis eben nicht auf unter 80 Dollar sinkt. Dort liegt der Boden der Ölpreise - zumindest



## **Der Artikel wurde aus Zitaten folgender Quellen zusammengestellt:**

[http://www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/EWG-update3012\\_kurz-dt\\_22\\_03\\_2013.pdf](http://www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/EWG-update3012_kurz-dt_22_03_2013.pdf)

[http://www.g-o.de/index.php?cmd=aws\\_basics&id=5454](http://www.g-o.de/index.php?cmd=aws_basics&id=5454)

[http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/energie\\_node.html](http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/energie_node.html)

<http://www.peak-oil.com/2011/08/tendenz-des-olpreises-runter/>

### **Autor:**

**Dr. Erich Ruppert**

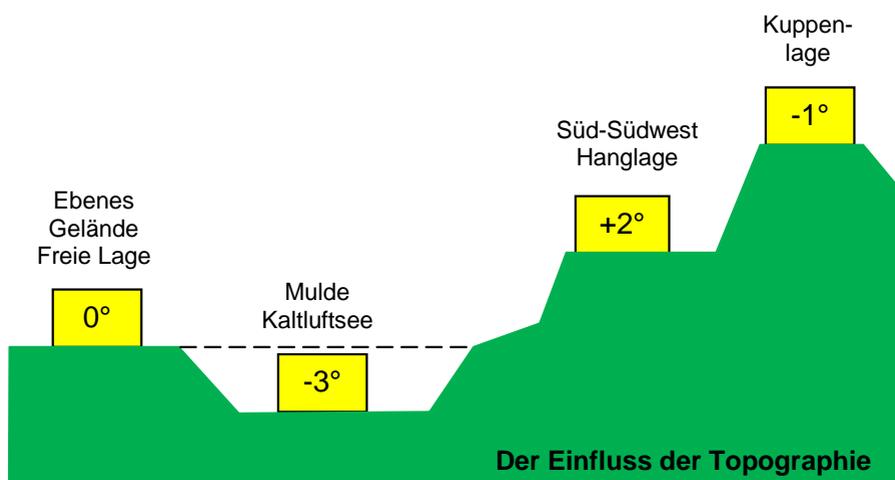
Lokale Agenda 21, AG „Ökologisches Bauen“, Stadt Schweinfurt

## 1. Energiesparende Bauplatzauswahl

### Die Orientierung und Lage des Hauses und der Wohnräume

Die Hausorientierung hat entscheidenden Einfluss auf den Energieverbrauch eines Gebäudes. Bei der Planung von energiesparenden Häusern, Passivhäusern, Nullenergiehäusern und ganz besonders bei der Planung von Plusenergiehäusern ist auf eine optimale Ausrichtung zur Sonne zu achten.

### Die standortbedingten oder naturgegebenen Einflüsse



Wurden Siedlungen und Dörfer früher bei ihrer Gründung bevorzugt an Süd-Südwest-Hängen und an windgeschützten Plätzen errichtet, ist dagegen heute die Lage von neuen Baugebieten von vorhandenen Freiflächen und Erschließungsstraßen abhängig.

Will ein Bauherr energetisch optimale Voraussetzungen, so muss er bei der Auswahl des Bauplatzes stark auf die Gegebenheiten achten. Evtl. sollten alternative Grundstücke in Erwägung gezogen werden. Ein vorausschauender Blick auf die zu erwartenden Energiekosten der nächsten Jahrzehnte wird die endgültige Entscheidung leichter machen.

## Die Gebäudeorientierung

(meist vorgegeben durch die Bebauungsplanung der Kommunen)

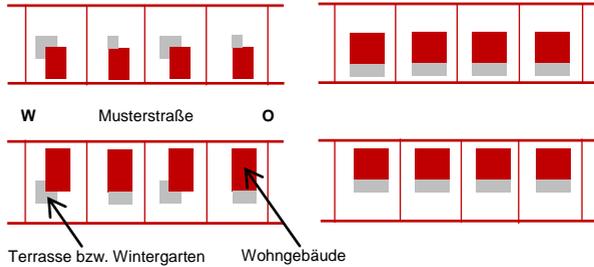
### Ost-West-Straße

#### Links:

Die Grundstücke südlich der Straße liegen am günstigsten.

#### Rechts:

Um die Südsonne im Winter gut nutzen zu können, sollte die Südfront möglichst breit gelagert sein



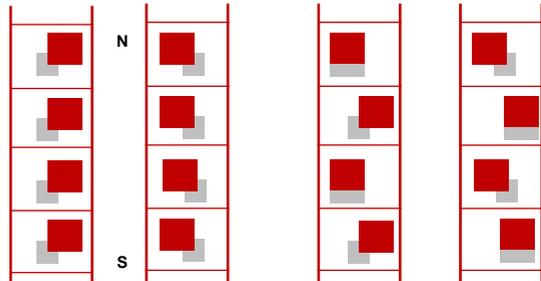
### Nord-Süd-Straße

#### Links:

Die Grundstücke sind unterschiedlich begünstigt.

#### Rechts:

Bei versetzter Anordnung erhält im Winter jedes Gebäude die Südsonne und eine bessere Aussichtslage.



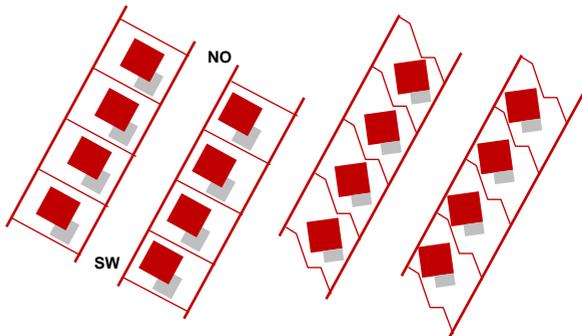
### Nordost-Südwest-Straße

#### Links:

Sonne am Morgen für die Ostseite, am Nachmittag für die Westseite.

#### Rechts:

Bei einer Abwinkelung der Grundstücke zur Straße hin können alle Gebäude mit breiten Südfronten ausgeführt werden.



## Die Orientierung der Wohnräume

(bevorzugte Orientierungen)

Wohnräume nach Süd-West

Wenn man sich in den Nachmittags- und Abendstunden dort aufhält, hat man den gewünschten Sonnenschein in den Räumen.

Kochen nach Osten

Oft befindet sich ein Frühstücksplatz in der Küche, und dort ist die Morgensonne erwünscht. Auch finden die meisten Küchenarbeiten in den Mittags- und Nachmittagsstunden statt, so dass Sonneneinstrahlung den Raum oft unerwünscht zusätzlich erwärmt.

Schlafräume

Eltern nach Osten

Die aufgehende Sonne erhellt frühmorgens den Raum.

Kinder nach Westen

Zum Spielen und für Hausaufgaben gibt die Nachmittags-sonne Licht.

Häufig hat der Bauherr oder der Architekt wenig oder keinen Einfluss auf die Gebäudeorientierung, die durch den Bebauungsplan vorgegeben ist. Hier sind die Städteplaner gefordert. Wir müssen den Energieverbrauch reduzieren, und will die Bundesregierung den CO<sub>2</sub>-Ausstoß wie versprochen eindämmen, dann muss bei der Erstellung von Bebauungsplänen mehr auf die Himmelsorientierung der einzelnen Bauplätze geachtet werden.

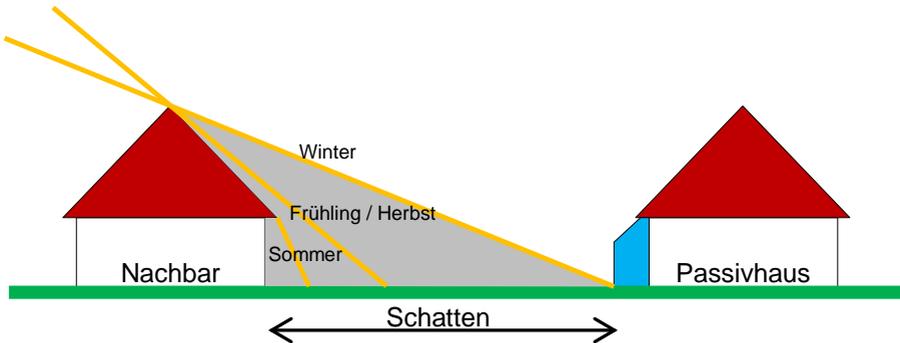
Möchte ein Bauherr bewusst solare Energie nutzen oder strebt er den Bau eines Passivhauses an, dann ist der erste und wichtigste Schritt beim Bau eines Hauses die genaue Bauplatzanalyse.

Ideal ist eine gut besonnte Lage und die Orientierung der Hauptfassade nach Süden zur Sonne ( $\pm 20\%$ ).

Häuser an ungünstigen Lagen bedürfen gegebenenfalls mehr Wärmedämmung, mehr Heizenergie und/oder mehr Haustechnik.

## Verschattung

- Nachbarbebauung, z.B. Hochhäuser
- durch Berge
- durch Vegetation, z.B. Sträucher, Bäume



Verschattungen verhindern solare Energiegewinne, deshalb muss ein Haus, das energiesparend sein soll, im Besonderen z.B. ein Passivhaus, so errichtet werden, dass seine Südseite auch in den Wintermonaten von der Sonne bestrahlt wird. Schattige und düstere Wohnungen beeinträchtigen auch das Wohlbefinden.

Eine Verschattung kann aber durchaus auch Vorteile haben, z.B. kann eine geschickte Auswahl und Platzierung von Laubbäumen ein natürlicher Schutz im Sommer sein und somit eine Überhitzung der Wohnung verhindern. Im Winter, wenn das Laub abgefallen ist, kann die Sonnenwärme wieder, wenn auch nicht in vollem Ausmaß, genutzt werden.

## Autorin / Grafiken

**Anja Baumann**

Dipl.-Ing. (FH) Architektur / Energieberaterin (HWK)

Lokale Agenda 21, AG „Ökologisches Bauen“, Stadt Schweinfurt

## 2. Wärmedämmung

### Allgemeines

Der größte Anteil der Energie (ca. 80 %) in privaten Haushalten in Deutschland wird zum Heizen verbraucht. Zum Schutz des Klimas auf unserer Erde und zur Schonung der verfügbaren Ressourcen für spätere Generationen ist eine kurzfristige Verringerung des Energieverbrauchs dringend notwendig. Ebenso führt eine Verringerung der Ressourcen zu überdurchschnittlichen Preissteigerungen des „Rohstoffs Energie“.

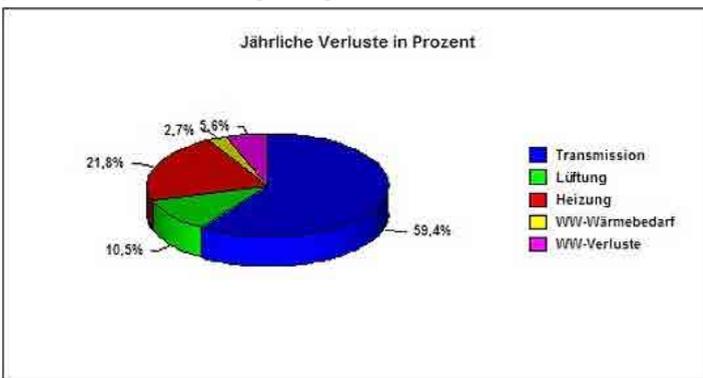
Weil es auch volkswirtschaftlich schädigend ist zu viel Energie zu verschwenden, gibt es seit den 1980er Jahren die Wärmeschutzverordnung, die kontinuierlich verbessert wurde. Heute regelt die EnEV („Energieeinsparverordnung“) dieses Problem dadurch, dass sie kontinuierlich an die neuen Anforderungen angepasst wird. Sie schreibt vor, wie Gebäude herzustellen bzw. zu sanieren sind, damit Energie nicht unnötigerweise verbraucht wird.

Ein wesentlicher Beitrag zur Energieeinsparung ist die Verringerung der an jedem Gebäude entstehenden Wärmeverluste.

Diese gliedern sich auf:

1. Verluste durch die Gebäudehülle
2. Lüftungsverluste
3. Anlagenverluste

prozentuale Verteilung der gesamten Verluste

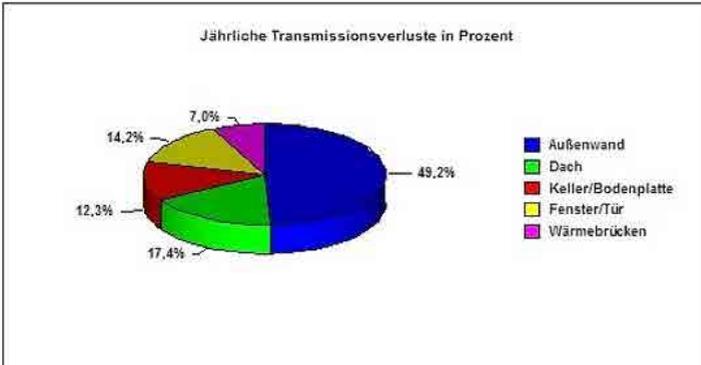


(Quelle: Ingenieurbüro Fischer)

Im Folgenden wird der Punkt 1, die Wärmedämmung der Gebäudehülle, näher betrachtet.

Die Transmissionswärmeverluste der ungedämmten Gebäudehülle teilen sich prinzipiell wie folgt auf:

Prozentuale Verteilung der Transmissionsverluste



(Quelle: Ingenieurbüro Fischer)

### U-Wert und Wärmeleitfähigkeit

Der Sinn der Wärmedämmung ist, die Heizlast des Gebäudes zu minimieren und die erzeugte Wärme im Haus zu halten. Der wichtigste Rechenwert dazu ist der U-Wert (früher: k-Wert). Er gibt an, wie viel Energie pro m<sup>2</sup> eines Bauteils abgegeben wird. Je kleiner er ist, desto geringer sind die Wärmeverluste. Der U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) wird von der Wärmeleitfähigkeit (Lambda-Wert  $\lambda$ ) der Materialien und der Materialdicke bestimmt, aus denen die einzelnen Bauteile bestehen.

Einige Beispiele hierzu sind:

Stahlbeton:	$\lambda = 2,5 \text{ W/m}^*\text{K}$
Mauerwerk:	$\lambda = 0,50 \text{ W/m}^*\text{K}$ (z.B. unporösierte Hochlochziegel)
Nadelholz:	$\lambda = 0,13 \text{ W/m}^*\text{K}$
Wärmedämmstoff:	$\lambda = 0,035 \text{ W/m}^*\text{K}$ (üblicher Wärmedämmstoff der Wärmeleitgruppe 035)

Diese Zahlen zeigen, dass die Wärmeleitfähigkeit eines gebräuchlichen Wärmedämmstoffes über 70 (!) mal besser ist als der von Stahlbeton. Damit wird eindeutig klar, wie effektiv eine ausreichende Wärmedämmung ist.

## Verschiedene Dämmstoffe

Es gibt sehr viele unterschiedliche Dämmstoffe für die unterschiedlichsten Einsatzgebiete. Eine Möglichkeit der Unterscheidung ist die Herkunft.

### Pflanzliche und tierische Dämmstoffe:

Dazu gehören beispielsweise Zellulose, Holzfaserdämmstoffe (Holzweichfaserplatten und Holzwoleleichtbauplatten), Fasern wie Flachs, Hanf und Kokos, sowie Kork, Schilf, Schaf- und Baumwolle. Eine besondere Dämmplatte sind zweischichtige Holzweichfaserplatten mit integrierter Dampfbremse. Sie sind für die Innendämmung konzipiert.

### Mineralische Dämmstoffe

In diesen Bereich fallen die bekannten Mineralfaserdämmstoffe bzw. -platten, aber auch mineralische Schüttungen und Schaumglas. Sowie die bei Innendämmungen gerne verwendete aufgeschäumte Kalziumsilikatplatten.

### Schaumdämmstoffe

Der bedeutendste Schaumdämmstoff ist das Polystyrol, das allgemein unter dem Namen „Styropor“ bekannt ist. Ferner nimmt in den letzten Jahren das Polyurethan einen immer größer werdenden Anteil ein.

Anzumerken ist allerdings, dass die Schaumdämmstoffe in den letzten Jahren aufgrund ihrer bauphysikalischer Eigenschaften und des Brandschutzes in die Kritik gekommen sind.

### Vakuumdämmstoffe

In die letzte Gruppe gehören die Vakuumdämmstoffe für Spezialanwendungen.

## Maßnahmen zur Wärmedämmung

### Bodenplatte

In neuen Gebäuden wird unter der Bodenplatte mit druckfestem Schaumdämmstoff oder Glasschaumschotter gedämmt.

Im Bestand ist nur die Dämmung auf dem Kellerboden möglich, wenn eine umfassende Renovierung ansteht. Alternativ kann die Unterseite der Kellerdecke gedämmt werden, sofern der Keller unbeheizt ist. Hier ist darauf zu achten, dass auch der Bereich des Treppenhauses ausreichend gedämmt ist, damit keine Wärme aus den oberen Geschossen in den Keller abgegeben wird.

### Außenwände (Außendämmung)

Bei Neubauten werden entweder hochdämmende Mauerwerksbaustoffe in entsprechenden Dicken (36,5 oder 49 cm) verwendet oder ein Wärmedämmverbundsystem (WDVS) eingebaut. Dann besteht eine Wand beispielsweise aus einer 24 cm dicken Kalksandsteinmauer und einer außen angebrachten Wärmedämmschale mit 12 bis 16 cm, bei Passivhäusern bis 24 cm. Als Dämmstoff ist aus Kostengründen hier das Polystyrol (z.B. „Styropor“) weit verbreitet. Es sind jedoch auch Mineralfaser- und Holzfaserdämmstoffe üblich.

Bei bestehenden Gebäuden ist durch Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems eine erhebliche Reduzierung der Wärmeverluste möglich.

### Außenwände (Innendämmung)

Bei bestehenden Gebäuden gibt es oft nur die Möglichkeit der Innendämmung, beispielsweise wenn sie auf der Grundstücksgrenze errichtet wurden oder wenn es sich um denkmalgeschützte oder besonders erhaltenswerte Objekte handelt.

Hier wird gerne auf porösierte Kalziumsilikatplatten zugegriffen, die ohne Dampfbremse / Dampfsperre auskommen. Aufgrund ihrer mineralischen und hochporösen Struktur kann dieses Material hohe Feuchtigkeitsmengen aufnehmen und in „Trockenzeiten“ wieder abgeben, ohne dass eine Schimmelbildung zu befürchten ist.

Diese Konstruktion ist der klassischen Innendämmung mit Dampfbremse vorzuziehen, weil die Randanschlüsse an Boden und Decke wesentlich einfacher sind.

### Dach

Bei der Dachdämmung wird im Allgemeinen die Aufdach- und die Zwischensparrendämmung unterschieden. Bei der Aufdachdämmung werden die Sparren meist innen sichtbar gelassen. Beim Dämmstoff handelt es sich häufig um hochdämmende PU-Schaumplatten. Für den sommerlichen Wärmeschutz sind jedoch Holzfaserplatten die bessere Lösung, wenn gleich sie teurer sind.

Bei der Zwischensparrendämmung ist der übliche Aufbau von innen nach außen:

- sichtbare Decke (Paneelen, Gipskartonplatte, ...)
- tragender Unterbau
- Dampfsperre

- Wärmedämmung bzw. Sparren
- Diffusionsoffene Folie oder besser Holzweichfaserplatte
- Konterlattung
- Dachlattung
- Ziegel- oder Betondachsteindeckung

Für die Wärmedämmung wird ein Dämmstoff empfohlen, der eher etwas schwerer ist, damit die Sonne im Sommer das Dachgeschoss nicht zu stark aufheizt („sommerlicher Wärmeschutz“).

Bei bestehenden Gebäuden ist der nachträgliche Einbau einer Wärmedämmung im Dach sorgfältig zu planen. Wichtig ist, dass der Gesamtaufbau bauphysikalisch unbedenklich ist (Tauwasserbildung, Luftdichtheit).

### Fenster

Gut gedämmte Fenster gibt es als Holz-, Holz-Alu-, oder Kunststofffenster. Reine Aluminiumfenster sind ebenfalls auf dem Markt, jedoch sehr teuer, wenn sie gut gedämmt sind. Zu beachten sind hier sowohl die Rahmen als auch die Verglasung. Insgesamt sollte der Fenster-U-Wert (=U<sub>w</sub>-Wert -<sub>w</sub> für Window-) 0,9 bis 1,1 W/m<sup>2</sup>\*K nicht überschreiten.

Sehr empfehlenswert sind Scheiben mit einem Randverbund aus Edelstahl oder Kunststoff („warme Kante“). Gegenüber den herkömmlichen Scheiben mit Alu-Randverbund erreichen Sie einen um ca.10% besseren Wärmeschutz und helfen den Kondensatanfall am Scheibenrand wesentlich zu vermindern, da diese kritische Stelle deutlich entschärft wird. Fenstersprossen verschlechtern den U-Wert (je nach Ausführung).

### **Autoren**

Dipl.-Ing. (FH) Architekt **Peter Kopperger**

Lokale Agenda 21, AG „Ökologisches Bauen“, Stadt Schweinfurt

Dipl.-Ing. (TU) und Energieberater **Bernd Bittner**

Agenda 21-Arbeitskreis Ressourcen, Landkreis Main-Spessart

### 3. Kontrollierte Raumlüftung

#### Einführung

Bei Fenstern und Türen in Altbauten ist durch die Fugenundichtigkeit meist ein ausreichender Luftwechsel gegeben. Das Raumluftvolumen wird innerhalb einer Stunde etwa einmal ausgetauscht. Durch die Forderungen der Wärmeschutzverordnung nach größerer Dichtigkeit bei Fensterfugen ist der natürliche Austausch von Außenluft und Raumluft stark vermindert. Er sinkt auf etwa 1/10 des vorher genannten Wertes ab.

Bei Neubauten oder gut renovierten Altbauten sind daher Fenster und Wände so dicht, dass man nicht mehr unbemerkt durch die vielen Ritzen, Nahtstellen und Fugen lüftet. Wer viel Geld für Dämmen und Abdichten ausgibt, will nicht unnötig Wärme beim Lüften verlieren und lässt die Fenster aus Sparsamkeit zu. Denn in hochgedämmten Häusern macht der Verlust durch Lüften oft die Hälfte des gesamten Wärmeverlustes aus. Bleiben Fenster zu, dann sammeln sich viel CO<sub>2</sub> und Feuchte in der Raumluft.

Die verbrauchte, feuchte und ungesunde Luft darf nicht im Haus bleiben. Täglich fallen bei einem Vier-Personen-Haushalt bis zu 20 kg Wasserdampf an. Die Bildung von Schimmelpilz und Schäden durch Feuchtigkeit wären ohne richtige Lüftung vorprogrammiert. Auch Schadstoffe, die z.B. Wände, Teppiche oder Möbel an die Raumluft abgeben, müssen nach außen abgeführt werden.

Wenn dies im Winter über die Fensterlüftung erreicht werden soll, wäre das sehr unangenehm und es würde eine Menge Wärme verloren gehen. Auch im Sommer ist eine Fensterlüftung oft ungünstig, z.B. wegen erhöhter Staubbelastung der Luft, wegen des Wärmeeintrags an heißen Sommertagen oder wegen des Eindringens von Insekten in den Wohnbereich, Lärmbelästigung, etc.

Die Fensterlüftung kann nur funktionieren wenn jemand da ist, der lüften kann und nicht alle Bewohner längere Zeit abwesend sind (Arbeit, Schule, Reisen usw.)

Aus hygienischen und bauphysikalischen Gründen sollte ein 0,7 bis 0,8-facher Luftwechsel in der Stunde erfolgen. Das bedeutet, dass 70 bis 80 % der Raumluft innerhalb einer Stunde ausgetauscht werden sollten.

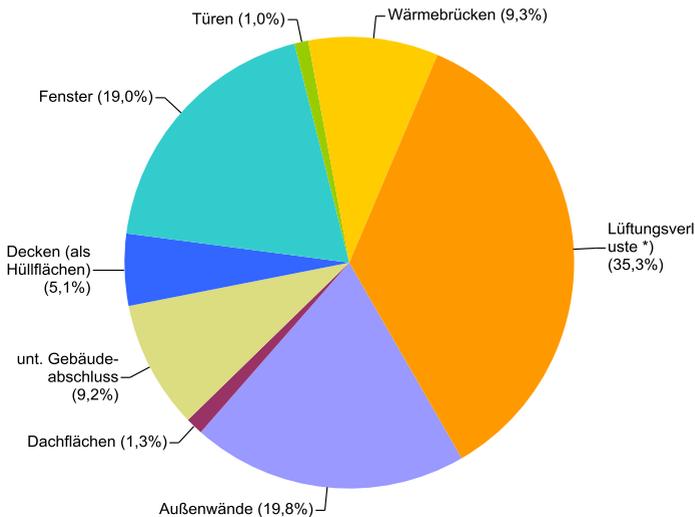
Bei erhöhtem Wasserdampfaufkommen ist die Luftwechselrate auch wesentlich höher anzusetzen:

Bad 5 - 7 h<sup>-1</sup>

Küche 15 - 25 h<sup>-1</sup>

Je nach dem Lüftungsverhalten bzw. der Lüftungsart können mit einer Fensterlüftung folgende Luftwechsel erreicht werden:

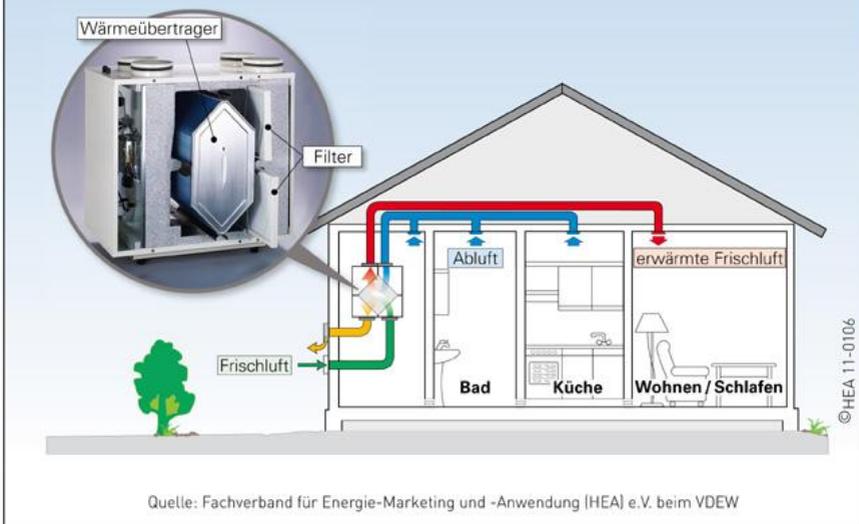
- Türen zu > 0 bis 0,3 h<sup>-1</sup>
- Fenster gekippt (Spaltlüftung) > 0,3 bis 1,5 h<sup>-1</sup>
- Fenster kurzzeitig ganz geöffnet (Stoßlüftung) > 0,3 bis 4 h<sup>-1</sup>
- Fenster ständig ganz geöffnet > 9 bis 15 h<sup>-1</sup>
- Gegenüberliegende Fenster und Türen ständig geöffnet (Querlüftung) > bis 40 h<sup>-1</sup>



Wärmeverluste eines Mehrfamilienhauses  
(Quelle: Ingenieurbüro Bittner)

Die Lösung ist die kontrollierte Wohnraumlüftung. Lüftungsanlagen sorgen für ausreichend Frischluft und können zudem einen großen Teil der Wärme (bis zu 90 %) in der Abluft (z.B. aus der Küche oder dem Bad) zurückgewinnen.

## Lüftungsgeräte sorgen für saubere Luft und halten die Wärme in der Wohnung



### Die Vorteile im Überblick

#### Weniger Energieverbrauch:

Über einen Wärmetauscher kann die in der Abluft enthaltene Wärme an die Zuluft abgegeben werden. Dadurch wird weniger Energie zur Aufheizung der Frischluft benötigt.

#### Es herrschen immer hygienische Luftverhältnisse im Haus:

Sogar bei Windstille oder im Winter im Schlafzimmer, wo üblicherweise kaum ausreichend gelüftet werden kann, werden Schadstoffe, Feuchtigkeit und CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid) abtransportiert. Die Luft wird nicht unangenehm abgekühlt.

#### Die Zuluft ist in allen Räumen sauberer:

Gerade an stark befahrenen Straßen oder im Stadtbereich wird viel Straßenstaub vom Filter zurückgehalten. Für Allergiker kann die durch den Filter reduzierte Pollenbelastung hilfreich sein. Unter ungünstigen Bedingungen kann es bei Fensterlüftung sein, dass Luft aus Bad oder Küche durch das Haus gedrückt wird - dies wird mit Lüftungsanlagen vermieden.

### Komfortsteigerung:

Im Sommer kann mit der Zuluft etwas gekühlt werden, keine Belästigung durch Insekten, Reduzierung von Geruchsbelästigung, keine Zugluft beim Lüften, keine Bauschäden durch falsches Lüften, etc.

### Weniger Lärmbelästigung von außen:

Gerade an stark befahrenen Straßen wird die Lärmbelästigung stark reduziert, da trotz geschlossener Fenster gelüftet werden kann. Für eine erholsame Nachtruhe ist dies sehr vorteilhaft.

### **Aufbau und Funktionsweise**

Aus den Bädern, Küche, WC, Abstellräumen und Fluren wird verbrauchte Luft ab- und von außen Frischluft angesaugt. Beide Luftströme fließen berührungslos in einem Wärmetauscher aneinander vorbei. Dabei gibt die verbrauchte, warme und feuchte Raumluft bis zu 95 % ihrer Wärme an die einströmende, kalte Frischluft ab. Somit gelangt die Zuluft vorgewärmt in den Wohnraum und Schlafräum. Eine Übertragung von Gerüchen findet nicht statt.

Beide Luftströme werden durch Ventilatoren mit geringer elektrischer Leistung bewegt und sorgen für einen angemessenen Luftwechsel innerhalb der Wohnung mit wenig Energieaufwand.

Denn die bei der Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung bewegten Luftmengen sind so klein, dass sich in einer normalen Wohnung lediglich ein hygienisch und bauphysikalisch richtiger Luftwechsel einstellt. Es werden pro Stunde etwa 70 bis 80 % der Raumluft ausgetauscht.

Die häufig anzutreffende Vermutung, Lüftungsanlagen seien mit hermetisch abgeschlossenen Fenstern gleichzusetzen, ist unbegründet. Die Fenster sollen dicht schließen, lassen sich aber nach wie vor öffnen. Allein die Notwendigkeit des Fensteröffnens während der Heizperiode entfällt.

Eine Anlage zur kontrollierten Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung dient vorrangig der Wohnungslüftung. Sie ist nicht zu vergleichen mit einer Luftheizungsanlage und benötigt daher ein zusätzliches Heizsystem. Ausnahme: Das Passivhaus. Bei diesem Haustyp ist die Heizlast so gering, dass die benötigte Wärmemenge problemlos über das Lüftungssystem zugeführt werden kann.

Eine Lüftungsanlage ist jedoch keine Klimaanlage! Während bei der Klimaanlage die Gebäudekühlung im Vordergrund steht, geht es bei der Lüftungsanlage um die Sicherstellung der hygienisch notwendigen Frischluftzufuhr.

**Zu beachten ist eine regelmäßige Wartung  
(Reinigung, Filterwechsel usw.)!**

### **Autoren**

Dipl.-Ing. (FH) **Rainer Walter-Helk**, Innotech-Solar GmbH  
Lokale Agenda 21, AG „Ökologisches Bauen“, Stadt Schweinfurt

Dipl.-Ing. (TU) und Energieberater **Bernd Bittner**  
Agenda 21-Arbeitskreis Ressourcen, Landkreis Main-Spessart

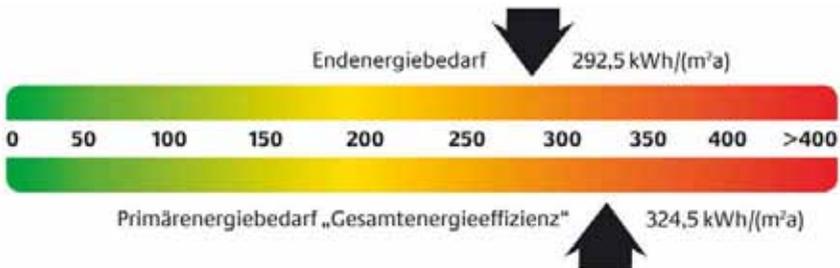
## 4. Energieausweis

### 4.1 Allgemeines

#### Was ist ein Energieausweis für Gebäude?

Ein Energieausweis gibt Auskunft über die Energieeffizienz eines Gebäudes und ermöglicht verschiedene Gebäude energetisch miteinander zu vergleichen.

Die Darstellung des Energieverbrauches erfolgt mittels einer Farbverlaufsskala unter Angabe des individuellen Endenergiebedarfs sowie des individuellen Primärenergiebedarfs:



(Quelle: dena/BMVBS)

Hierbei gibt der Endenergiebedarfswert an, welche berechnete „Energienmenge“ das konkrete Gebäude tatsächlich pro Jahr für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung benötigt. Der Wert ist ein guter Orientierungswert für den Energiebedarf und damit die Energiekosten eines Gebäudes.

Der Primärenergiebedarf berücksichtigt hingegen neben dem Endenergiebedarf für Heizung, Lüftung und Warmwasser auch die Verluste, die von der Gewinnung des Energieträgers bis zur Nutzung im Gebäude anfallen. Der Wert zeigt somit auf, wie umweltverträglich ein Gebäude ist. Die Grundlagen über Ausstellung und Verwendung von Energieausweisen werden in Deutschland in der Energieeinsparverordnung (EnEV) geregelt.

#### Wann wird ein Energieausweis benötigt?

Bei Bau, Verkauf, Vermietung, Verpachtung oder Leasing eines Gebäudes ist ein Energieausweis auszustellen. Dieser ist dem Käufer, Mieter, Pächter oder Leasingnehmer vorzulegen.

## Für welche Häuser wird ein Energieausweis ausgestellt?

Ein Energieausweis wird - mit Ausnahmen der denkmalgeschützten Gebäude - für sämtliche Bestandsgebäude sowie für Neubauten benötigt. Hierbei ist der Energieausweis grundsätzlich für das gesamte Gebäude (und nicht nur für einzelne Wohn- und Nutzungseinheiten) auszustellen.

## Wie läuft eine Energieausweiserstellung ab?

Um für ein Gebäude einen Energieausweis ausstellen zu lassen, wendet sich der Hausbesitzer an einen hierzu berechtigten Energieberater. Über die Landratsämter, die Deutsche Energieagentur in Berlin ([www.dena.de](http://www.dena.de)), das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle ([www.bafa.de](http://www.bafa.de)) und einige andere Stellen können Energieberater aus dem näheren Umfeld ermittelt werden.

Der vom Hauseigentümer ausgewählte Berater lässt sich dann die erforderlichen Daten aushändigen bzw. erhebt die Daten direkt am zu beurteilenden Gebäude.

Nach dieser Grundlagenermittlung wird der Ausweis ausgestellt und übergeben.

## Welche Arten von Energieausweisen gibt es?

Die Energieeinsparverordnung bietet grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten den Energiebedarf eines Gebäudes anhand eines Energieausweises darzustellen; nämlich den Bedarfs- sowie den Verbrauchsausweis, die beide vollwertig nebeneinander gelten.

Beim Bedarfsausweis wird der theoretische Energiebedarf eines Gebäude unter normierten Bedingungen errechnet. Hierzu wird das Gebäude zunächst gründlich im Hinblick auf geometrische, konstruktive und energetische Eigenschaften analysiert. Auf diese Weise können alle Umfassungsflächen (Außenmauerwerk, Dach, Fenster, Kellerdecke, Bodenplatte) erfasst und in die Berechnung miteinbezogen werden. Zur Berücksichtigung der passiven solaren Wärmegewinne werden ferner die Umfassungsflächen ihren jeweiligen Himmelsrichtungen zugeordnet.

Neben den Eigenschaften der Gebäudehülle werden für die Erstellung eines Bedarfsausweises außerdem die Daten der Anlagentechnik des Gebäudes erhoben und berücksichtigt. Als Ergebnis erhält man ein - von der jeweiligen Nutzergruppe unabhängiges - aussagekräftiges Modell des Gebäudes, anhand dessen sich Modernisierungsempfehlungen fundiert ableiten lassen. Ferner führt der im Bedarfsausweis dargestellte Energiebedarf zu einer guten

Vergleichbarkeit unterschiedlicher Immobilien. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass im Bedarfsausweis nicht der tatsächliche Verbrauch angegeben wird, sondern ein nutzerunabhängiger „Normverbrauch“.

Im Gegensatz zum Bedarfsausweis basiert der Verbrauchsausweis nicht auf einer Analyse des Gebäudes, sondern auf dem tatsächlich gemessenen (witterungsbereinigten) Energieverbrauch (z.B. der letzten drei Jahre) eines Gebäudes.

Somit ist der Verbrauchsausweis sehr stark vom jeweiligen Nutzerverhalten abhängig und eignet sich nur sehr eingeschränkt für einen energetischen Vergleich unterschiedlicher Gebäude, da Gebäudehülle und Anlagentechnik nicht bewertet werden.

Eine fundierte Modernisierungsempfehlungen („Welche Maßnahme bringt welchen energetischen Vorteil?“) ist anhand des Verbrauchsausweises daher kaum möglich.

Im Vergleich der beiden Energieausweise ist abschließend festzustellen, dass der Bedarfsausweis zu wesentlich aussagekräftigeren Ergebnissen führt. Da die genaue Analyse eines Gebäudes allerdings sehr zeitintensiv ist, muss für die Erstellung eines Bedarfsausweises mit deutlich höheren Kosten gegenüber dem Verbrauchsausweis gerechnet werden.

## 4.2 Rechtliches

### Wie sieht der Energieausweis für Wohngebäude aus?

Der Energieausweis für Wohngebäude besteht aus folgenden fünf Seiten:

- Seite 1:  
Allgemeine Daten wie Standort, Gültigkeit, Art der Datenerhebung usw.
- Seite 2:  
Auskunft über den Energieverbrauch in Form eines Bedarfsausweises
- Seite 3:  
Auskunft über den Energieverbrauch in Form eines Verbrauchsausweises  
Da sich der Hausbesitzer vor der Berechnung entscheidet, welche Ausweisart er bevorzugt, wird im Ausweis nur Seite 2 oder Seite 3 ausgefüllt.
- Seite 4: Erklärung der wichtigsten Fachbegriffe
- Anhang: Modernisierungsempfehlungen



### **Welcher Energieausweis wird benötigt?**

Ob für ein Gebäude ein Bedarfs- oder ein Verbrauchsausweis auszustellen ist, hängt grundsätzlich von der Nutzung, der Größe, dem Alter und dem energetischen Zustand des Gebäudes ab.

So besteht für größere Wohngebäude (ab fünf Wohneinheiten) sowie für Nichtwohngebäude eine uneingeschränkte Wahlfreiheit zwischen Bedarfs- und Verbrauchsausweis.

Für kleinere Wohngebäude, die vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung (01.11.1977) erstellt wurden, besteht die Wahlfreiheit zwischen Bedarfs- und Verbrauchsausweis nur, sofern das Gebäude zwischenzeitlich mindestens auf das Anforderungsniveau der ersten Wärmeschutzverordnung saniert wurde. Unsaniert ist für diese Gebäude nur die Ausstellung eines Energiebedarfsausweises zulässig.

Ferner sind denkmalgeschützte Gebäude von der Ausweispflicht ausgenommen.

### **Sind Modernisierungsempfehlungen Pflicht?**

Der Aussteller von Energieausweisen muss fachlich prüfen, ob und welche wirtschaftlichen Modernisierungsmöglichkeiten für ein konkretes Gebäude möglich sind. Diese dienen dem Eigentümer als Information, ihre Umsetzung ist jedoch nicht verpflichtend.

### **Wie lange ist ein Energieausweis gültig?**

Alle Energieausweise sind 10 Jahre gültig. Wird ein Gebäude allerdings grundlegend saniert oder erweitert, ist es sinnvoll, sich einen neuen Ausweis ausstellen zu lassen, da sich die energetischen Verbesserungen positiv auf Vermietung, Verkauf oder Verpachtung des Gebäudes auswirken.

### **Wer haftet für nicht korrekte Angaben im Energieausweis?**

Für die Richtigkeit der eingetragenen Daten im Energieausweis haftet der Aussteller. Werden die Daten vom Eigentümer erhoben, ist der Aussteller verpflichtet, die Plausibilität dieser Angaben zu überprüfen.

### **Welche Rechte können Mieter aus dem Energieausweis ableiten?**

Der Vermieter ist verpflichtet Mietinteressenten einen Energieausweis zur Einsicht vorzulegen. Er dient dem potentiellen Mieter zur Information über die Energieeffizienz des Gebäudes. Der zukünftige Verbrauch und die entsprechenden Energiekosten des Nutzers lassen sich aus dem

Energieausweis jedoch nicht ableiten, da diese stark vom jeweiligen Nutzerverhalten abhängig sind. Daher lassen sich auch keine Forderungen einklagen oder durch Mietminderung durchsetzen. Der Nutzer hat ebenfalls keinen Anspruch auf Umsetzung der im Energieausweis enthaltenen Modernisierungsempfehlungen.

### Aussichten

Nachdem in der Vergangenheit die Energieeinsparverordnung bereits mehrfach novelliert wurde, befindet sich diese derzeit erneut in Überarbeitung. Soweit absehbar, ist im Hinblick auf den Energieausweis insbesondere in folgenden Punkten eine Änderung zu erwarten:

- Pflichtnennung von Energiekennwerten in Immobilienanzeigen
- Neuskalierung der Energiefarbverlaufsskala
- Stärkung der Verbindlichkeit von Modernisierungsempfehlungen
- Einführung eines Kontrollsystems für Energieausweise
- Neudefinition zur Einsichtnahme des Energieausweises (Übergabe und Ausweitung der Aushangpflicht)

### Autoren:

Dipl.-Ing. (FH) Architekt **Peter Kopperger**  
Lokale Agenda 21, AG „Ökologisches Bauen“, Stadt Schweinfurt

Dipl.-Ing. (FH) **Alexander Schaub**, Umweltschutzingenieur,  
LRA Rhön-Grabfeld

## 1. Heizung und Solarthermie - die Qual der Wahl

In der Vergangenheit gab es keine große Auswahl für die Heizung im Neubau. Es konnte nur zwischen Gas- oder Ölheizungen entschieden werden. Durch gravierende Effizienz-Verbesserungen ist die Auswahl größer geworden. Alte Heizungen gehen oft verschwenderisch mit dem Brennstoff um.

Nicht allein die Wirtschaftlichkeit sondern auch die Unabhängigkeit von konventionellen Brennstoffen und der Umweltschutz sind für viele Hausbesitzer entscheidend. Im folgendem soll ein kurzer Überblick über die wichtigsten Techniken gegeben werden.

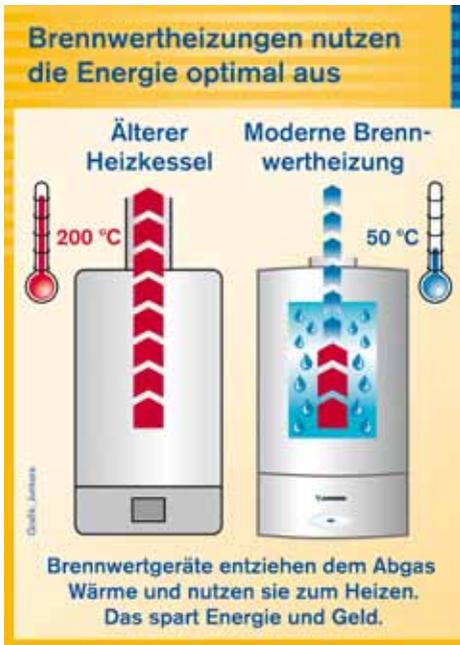
Wenn es darum geht sich für eine neue Heizungsanlage im Alt- oder Neubau zu entscheiden, sind viele Hausbesitzer aufgrund der Fülle verschiedenster Möglichkeiten und Kombinationen schnell überfordert. Wichtig ist, dass man gut vorbereitet in das Beratungsgespräch mit dem Heizungsfachmann geht und sich dann für das individuell beste Angebot entscheidet.

Maßnahme	Erneuerung Gas/ Öl Heizkessel	Regenerative Erzeuger	Einbindung Solarthermie
Technik	Brennwerttechnik	Holz, Holzpellets Wärmepumpe	Wärme aus Sonnenstrahlen
Warum?	Einsparung von Energie durch modernste Kesseltechnik	Unabhängigkeit von Öl- und Gasimporten	Zur Substitution bzw. Einsparung konventioneller oder alternativer Brennstoffe

Tabelle 1: Kurzüberblick von zur Auswahl stehenden Maßnahmen

### Erneuerung des Heizkessels

Als einfachste aber effiziente Maßnahme kommt oft der Tausch eines Alt- oder Niedertemperaturkessels mit einem Brennwertkessel in Frage. Zusätzlich kann ein solarthermisches System zur Warmwassererwärmung und/oder Heizungsunterstützung eingebunden werden.



Grafik: Gegenüberstellung veraltete Heiztechnik moderne Brennwerttechnik  
(Quelle: Buderus)

Bei der Brennwerttechnik wird dem Abgas die im Wasserdampf gebundene Kondensationswärme entzogen und dem Heizungssystem zugeführt. Das heißt, es werden die heißen Abgase nicht wie bei alten Anlagen einfach herausgeblasen sondern energetisch genutzt. Daraus resultiert ein Einspareffekt gegenüber Altanlagen von 15-30 %.

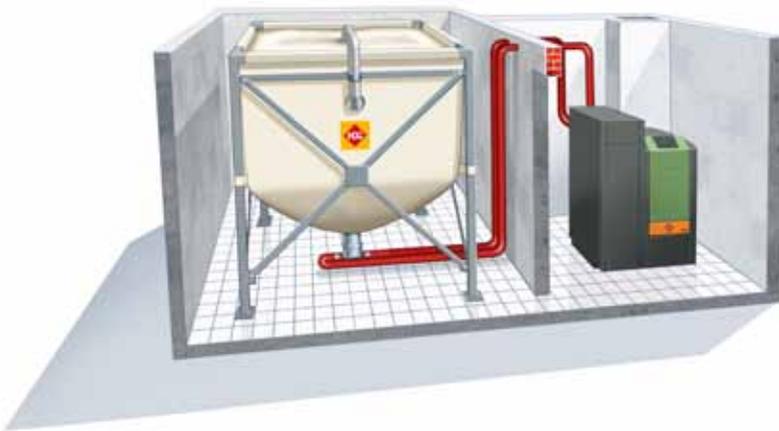
Brennwertgeräte haben allerdings besondere Anforderungen an den Abgasweg. Bei alten Schornsteinen mit großen Durchmessern, muss ein Rohr mit geringerem Durchmesser (z.B. aus Edelstahl oder Kunststoff) eingezogen werden. Der durchführende Heizungsfachbetrieb oder Schornsteinfeger berät hier gerne.

**Wichtig:**

- Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß wird durch Austausch verringert
- Gasbrennwertgeräte haben geringen Platzbedarf und sind vergleichsweise günstig
- Schornsteinumrüstung nötig, aber nicht schwierig
- Eine zusätzliche regenerative Energiequelle kann eingebunden werden

## Holzpelletskessel

Klimafreundlich mit einem nachwachsenden Rohstoff heizen? Das geht mit einer Holzpelletsheizung. In diesem System werden die hasenfuttergroßen Pellets aus gepresstem Holzstaub mittels eines Heizelements entzündet. Für die geregelte Sauerstoffzufuhr sorgt ein Gebläse, dadurch werden niedrige Schadstoffwerte und sehr geringes Ascheaufkommen erreicht. Die Pellets werden in einem Lagerraum oder Sacksilo gelagert und mit einer Förderschnecke oder einem Saugsystem zum Kessel transportiert.



Grafik: Schema einer Holzpelletsheizung mit Sacksilo  
(Quelle: HDG-Bavaria GmbH, Massing)

Alternativen sind mit Pellets betriebene luft- oder wassergeführte Pelletöfen. Diese Öfen stehen im Wohnraum und geben ähnlich wie ein klassischer Kaminofen ihre komplette Wärme an den Wohnraum ab.

Wichtig:

- Pellets setzen beim Verbrennen rechnerisch nur geringfügig mehr CO<sub>2</sub> frei als ein dafür notwendiger Baum beim Wachsen aus der Atmosphäre aufgenommen hat
- Es ist eine Lagerstätte für den Brennstoff nötig
- Hoher Betriebs- und Arbeitsaufwand
- Höherer Invest als bei Öl- oder Gaskessel

## Wärmepumpe

Die elektrischen Wärmepumpen fanden in den letzten Jahren immer mehr Anhänger. Die Effizienz dieses Heizsystems hängt allerdings von vielen Details ab.

### Wärmepumpentechnik:

Das Funktionsprinzip einer Wärmepumpe gleicht dem eines Kühlschranks eben nur umgekehrt. Betrieben durch elektrischen Strom entzieht sie, je nachdem ob Luft oder Erdwärme als Wärmequelle genutzt wird, der Außenluft oder dem Erdreich bzw. Grundwasser die Wärme, hebt diese auf ein höheres Temperaturniveau und gibt die Wärme an das Heiz- oder Brauchwasser ab.

Eine wichtige Kennzahl ist die Jahresarbeitszahl (JAZ). Sie errechnet sich aus der erzeugte Wärme im Verhältnis zum dafür eingesetzten Strom ( $JAZ = \text{Wärme Ausgang} / \text{Strom Eingang}$ )

Es ist eine Jahresarbeitszahl von deutlich über 4 anzustreben damit Wirtschaftlichkeit gegeben ist.

- Eine gute Wärmedämmung der Gebäudehülle sowie die Nutzung einer Flächenheizung sind gute Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen und ökologisch sinnvollen Betrieb
- Wärmepumpen mit Erdsonden liefern tendenziell die besten Ergebnisse
- Luftwärmepumpen weisen im Vergleich zu Erdsondenpumpen schlechtere Jahreszahlen auf, sind aber günstig
- Durch direktes Erhitzen des Heizungswassers arbeiten Wärmepumpen am effizientesten, daher ist zu prüfen ob ein Pufferspeicher zum Einsatz kommt
- Durch den Einbau von Strom- und Wärmemengenzähler ist es möglich den eingesetzten Strom und die gelieferte Wärme zu vergleichen (Arbeitszahl)
- Eine möglichst flache Heiztemperaturkurve (geringe Heizwassertemperatur) ist anzustreben

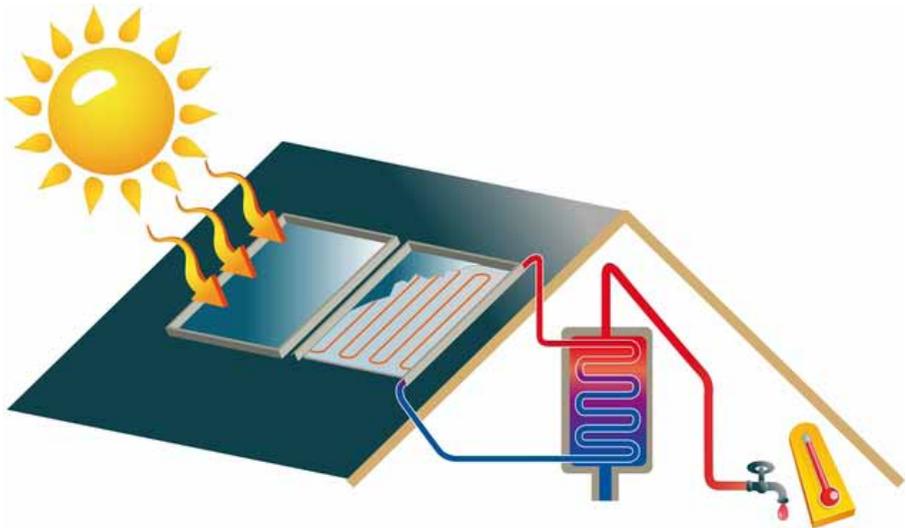
## Solarthermie

Die Anwendungen der Solarthermie sind vielfältig. Sie reichen von Anlagen im Niedertemperaturbereich bis zu 90 °C, über Prozesswärme im mittleren Temperaturbereich von 80 °C bis 250 °C bis zu solaren Kraftwerken die mit Temperaturen bis zu 400 °C arbeiten.

Im Folgenden soll ein Einblick in die Anwendungsbereiche der solaren Brauchwassererwärmung im Ein- und Mehrfamilienhausbereich gegeben werden. Man unterscheidet zwischen Systemen zur solaren Brauchwassererzeugung und solaren Kombisystemen. Solare Kombisysteme erzeugen Warmwasser und unterstützen die Heizungsanlage.

Mit Hilfe der Sonnenergie kann der Hauseigentümer unabhängiger von Preissteigerungen der konventionellen Brennstoffe wie Öl oder Gas werden. Denn immer wenn der Speicher für das Warmwasser oder zur Unterstützung der Heizung über die Kollektoren geladen wird, benötigen Sie keine Energie von Ihrem konventionellen Brennstoff, Ihrem Holzpelletskessel oder Strom für die Wärmepumpe.

### Wärme von der Sonne

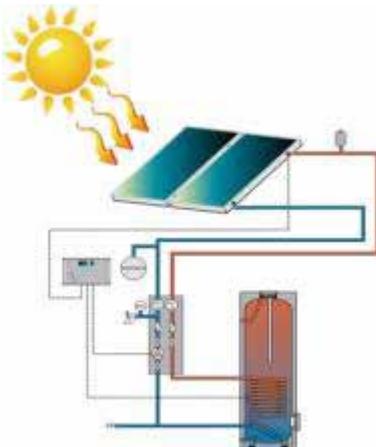


Grafik: System zur solarthermischen Warmwassererzeugung (Quelle: Solarthermie.net)

Ein solarthermisches System lässt sich meist technisch problemlos in die vorhandene Heizungsanlage integrieren. Die Solaranlage substituiert den vorhandenen Wärmeträger. Die Sonnenstrahlen werden vom Absorber der Kollektoren mittels eines Wärmeträgermediums in den Speicher übertragen und an das Warmwasser abgegeben. Durch eine perfekt eingestellte

Reglung und Temperaturfühlern wird sichergestellt, dass die Energie der Sonne optimal genutzt wird. Im Falle einer fehlenden Abnahme der Wärme (Stagnation) stehen verschiedene Sicherheitseinrichtungen zur Verfügung.

Ein thermischer Kollektor wandelt Sonnenstrahlung mittels Absorption in Wärme um. Wichtig ist für die Leistung eines Kollektors, dass er die Wärme möglichst verlustfrei an die Wärmeträgerflüssigkeit abgibt.

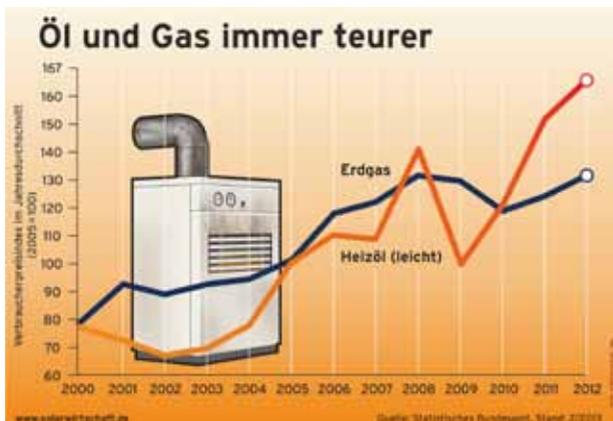


Grafik: System zur solarthermischen Heizungsunterstützung  
(Quelle: Solarthermie.net)

## Fazit/Preise

	Brennwertkessel	Pelletsheizung	Wärmepumpen	Solarthermie
Investitionskosten	Ca. 8000 €	Ca. 20000 €	Ca. 15000-25000 €	Brauchwasser: Ca. 4000 € Heizungsunterstützung: ab ca. 7000 €
Betriebskosten pro Jahr	Ca. 1300 €	Ca. 1000 €	Ca. 600 - 900 €	Wartungskosten schwanken, daher Angabe schwierig

Tabelle 2: Kostenvergleich der gängigsten Heizsysteme für ein Vier Personen Einfamilienhaus, Wohnfläche 150 m<sup>2</sup> Stand Juli 2013. Angaben incl. Installation. Besonders bei den Betriebskosten ist zu beachten, dass die Kosten für Strom, Öl, Pellets und Gas in den kommenden Jahren weiter steigen.



Grafik:  
Preisentwicklung Öl und Gas  
seit dem Jahr 2000  
(Quelle: Bundesverband  
Solarwirtschaft)

Wenn man den hohen Invest einer alternativen Anlage scheut ist ein Gas-Brennwertkessel in Kombination mit einem solarthermischen System eine gute Möglichkeit effizient und Betriebskosten sparend zu heizen. Das eingesparte Geld kann beispielsweise auch in einen verbesserten Wärmeschutz investiert werden.

Allerdings sollten die höheren Investitionskosten für Pelletskessel oder Wärmepumpe nicht abschrecken. Bei Öl und Gas handelt es sich um endliche Ressourcen mit zum Teil unkalkulierbaren geopolitischen Problemen und einer hohen Freisetzung des klimaschädlichen Kohlendioxids bei der Verbrennung. Auch neue Fördermethoden wie beispielsweise das umstrittene „Fracking“, bei dem aus oberflächennahe Gesteinsschichten fossile Brennstoffe gewonnen werden, können die Endlichkeit der Öl- und Gasvorkommen zeitlich nur verschieben.

Beim Thema Verbrauchskosten sind auch persönliche Gewohnheiten und Konsequenz im Energiesparen entscheidend.

Wichtig ist bei der Auswahl eines Heizungssystems, sich im Vorfeld der Entscheidung gut zu informieren und die örtlichen Gegebenheiten zu berücksichtigen. Mit Hilfe von Fachleuten aus dem Heizungs- und Sanitärbereich sowie der Baubranche kann die Entscheidung dann getroffen werden und der Hausbesitzer erfreut sich an einer modernen, ökologischen, energieeffizienten und Betriebskosten sparenden Heizungsanlage.

#### **Autor:**

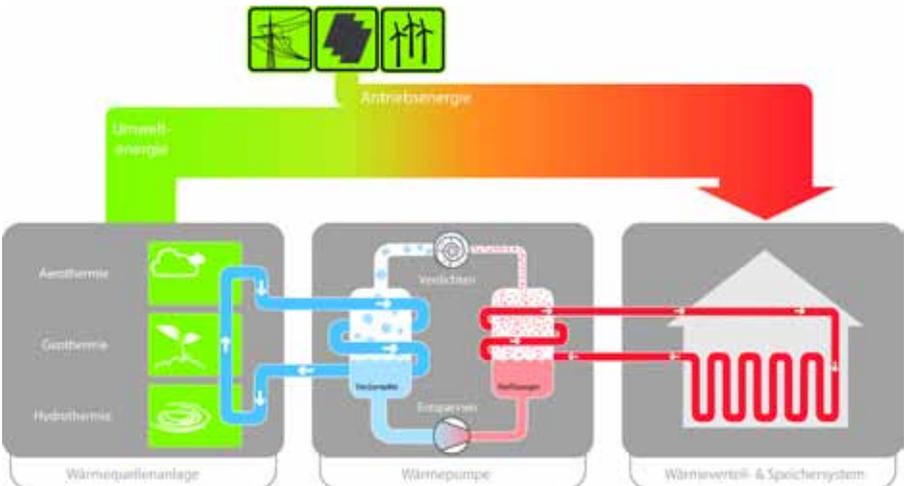
Dipl.-Ing. (FH) **Andreas Jung**  
Kommunaler Energiebeauftragter,  
Koordinator Agenda 21, Stadt Aschaffenburg

## 2. Wärmepumpen

- ein System zur Wärmeerzeugung aus verschiedenen Wärmequellen

Ein wichtiges Energiesystem zur Gewinnung thermischer Energie z.B. für Raumheizung und Brauchwassererwärmung ist die Wärmepumpe. Wärmepumpen arbeiten nach einem Prinzip, das uns allen aus dem Kühlschrank bekannt ist. Das heißt, die in einem Raum (oder in einer anderen Wärmequelle) herrschende Temperatur wird unter Einsatz von - meist elektrischer Energie - auf eine höhere Temperatur angehoben. Damit ist nicht nur ein Aufheizen, sondern - bei entsprechend niedriger Ausgangstemperatur - auch ein Kühlen von Räumen im Sommer, also eine Klimatisierung von Räumen möglich.

In der nachfolgenden Grafik sind neben dem Funktionsprinzip der Wärmepumpe auch die häufigsten Wärmequellen dargestellt.



Ein wesentliches Beurteilungskriterium für Wärmepumpen ist die sogenannte Jahresarbeitszahl. Sie wird definiert als das Verhältnis der jährlich abgegebenen Wärmeenergie zur jährlich aufgenommenen (meist elektrischen) Antriebsenergie. Dieses Kriterium wird auch bei der Förderung von Wärmepumpen durch die BAFA zugrunde gelegt.

Die geforderten, unterschiedlichen typabhängigen Jahresarbeitszahlen von 3,5 und höher sind vor allem dann sicher zu erreichen, wenn der Unterschied zwischen der Temperatur in der Wärmequelle und der

abgegebenen Temperatur im Wärmeverteilsystem möglichst gering ist und somit die gesamte Anlage wirtschaftlich betrieben werden kann. Als wärmeübertragendes System im Gebäude sollten deshalb Flächenheizungen (Wand- oder Fußbodenheizung) oder Systeme zum Einsatz kommen, die mit einer möglichst geringen Vorlauftemperatur - von z.B. ca. 35 °C bei der Flächenheizung - betrieben werden können.

Dies bedeutet auch, dass bei geringen Außentemperaturen im Winter mit der Kombination z.B. einer Luftwärmepumpe und eines an hohe Vorlauftemperaturen gebundenen Heizkörpersystem dann ein wirtschaftlicher Betrieb nicht zu erreichen sein wird. Bei einem vorgesehenen Wechsel zu einem Heizungssystem mit Wärmepumpe ist in jedem Fall der energetische Zustand der Gebäudehülle zu beachten!

Wenn Sie den Einsatz von Wärmepumpen planen, sollten Sie auch bei ihrem örtlichen Energieversorger eventuelle Sondertarife für die Wärmepumpe erfragen!

Bei folgenden Wärmequellen wird die Wärmepumpe eingesetzt.

### Aerothermie - Wärme aus der Luft



Luft ist eine wichtige Wärmequelle für den Wärmepumpeneinsatz. Die Wärme kann dabei der Außenluft oder auch aus Innenräumen entnommen werden. Sie kann somit als Wärmequelle extrem einfach und nahezu überall erschlossen werden. Es sind hierfür keine weiteren technischen Voraussetzungen wie Bohrungen oder Grabungen

erforderlich, jedoch sind öffentlich-rechtliche Vorgaben hinsichtlich des Lärmschutzes zu beachten!

Eine hohe Effizienz erbringen Luft/Wasser-Wärmepumpen im Sommer bei hohen Außentemperaturen. Im Vergleich mit erdgekoppelten Systemen arbeiten Luft/Wasser-Wärmepumpen im Winter, wenn der Heizbedarf am größten ist, wegen der größeren Differenz zwischen Quelltemperatur und Abgabtemperatur natürlich weniger effizient und benötigen mehr Antriebsenergie.

Im Gegenzug fallen die Investitionskosten aufgrund der weniger aufwändigen Wärmequellenerschließung geringer aus. Luft/Wasser-Wärmepumpen können sowohl außen als auch innen aufgestellt werden. Somit erschließt sich eine weitere Wärmequelle für Luft/Wasser-Wärmepumpen z.B. in Produktionshallen, Kühlhäusern oder auch IT-Serverräumen, in denen z.B. die freigesetzte Prozesswärme genutzt und der Raum gleichzeitig gekühlt werden kann.

### **Geothermie - Wärme aus der Erde**

Geothermie ist eine der wichtigsten Wärmequellen für den Einsatz der Wärmepumpe. Diese natürliche Energiequelle kann für Heiz- oder Kühlzwecke oder unter bestimmten Gegebenheiten bei der Tiefengeothermie auch zur Stromerzeugung erschlossen und genutzt werden. Eine Unterscheidungsmöglichkeit in der Geothermie erfolgt nach der Entnahmetiefe in Tiefengeothermie (> 400 m) oder in Oberflächennahe Geothermie (bis ca. 400 m Tiefe).

#### **Tiefengeothermie:**

In der gesamten Region Unterfranken sind weder die geologischen Voraussetzungen noch momentan der Stand der Technik für eine wirtschaftliche Nutzung der Tiefengeothermie gegeben. Aus diesem Grund soll hier auch nur verstärkt auf die Oberflächennahe Geothermie eingegangen werden

#### **Oberflächennahe Geothermie:**

Eine erste Orientierung über die Eignung des geplanten Standortes für die Oberflächennahe Geothermie ist der Seite [http://www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie\\_iog/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie_iog/index.htm) zu entnehmen, wo unter Angabe des vorgesehenen Grundstückes eine erste Grobeinschätzung abgegeben wird.

Die Temperatur der obersten Erdschichten wird bis etwa 10 m Tiefe stark durch das Klima beeinflusst, weshalb der Boden bis in eine Tiefe von ca. einem Meter auch gefrieren kann. Dies ist vor allem beim Einsatz von flach liegenden Erdkollektoren zu berücksichtigen!

Als Wärmetauscher werden Erdwärmekollektoren, üblicherweise aus HDPE-Kunststoff, als Rohrregister oder Kapillarrohrmatten großflächig horizontal oder auch vertikal in gefrästen Erdschlitzen oder auch als Körbe in einer Tiefe von rund 0,2 m unter der örtlichen Frostgrenze (ca. 1,0–1,6 m) verlegt. Im Kollektor zirkuliert als Trägerflüssigkeit ein Wasser-Frostschutzmittelgemisch (Sole), das die Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und an die Wärmepumpe weiterleitet.



### Erdwärmekollektoren

unterliegen systembedingt wegen ihres relativ flachen Einbaus unter der Oberfläche stärker den jahreszeitlichen Temperaturschwankungen, weshalb die Wärmepumpe in den Zeiten des größten Wärmebedarfs mit den ungünstigsten Wärmequellentemperaturen auskommen muss. Die Jahresarbeitszahl und damit die Wirtschaftlichkeit schwanken deshalb im Jahreslauf stark.

Sie verlangen zudem ein in Relation zur beheizten Fläche entsprechend großes Grundstück, auf dem ohne Behinderung durch oberflächennahen Fels, Bäume, Kanal- oder Kabeltrassen eine Verlegung möglich ist

Bei geringer Grundstücksgröße wäre z.B. der Einsatz von Erdwärmesonden eine Alternative.

Ab ca. 15 m unter Gelände ist der Temperaturverlauf über das Jahr hinweg nahezu konstant und entspricht in ca. 20 m Tiefe der durchschnittlichen Jahresmitteltemperatur, in unserer Region von ca. 9 - 10 °C. Darunter steigt in unserer Region entsprechend dem geothermischen Temperaturgradient von ca. 3 °C pro 100 m Tiefe die Temperatur zunehmend an.

Bei Erdwärmesonden fließt wie in den Erdwärmekollektoren eine frostsichere Flüssigkeit durch ein U-förmiges Kunststoffrohr in einem senkrechten Bohrloch. Wegen der geringen saisonalen Temperaturschwankungen ist die Erdwärmesonde insbesondere im Winter bei tiefen Temperaturen sehr effektiv und kann den Wärmebedarf somit über das ganze Jahr abdecken. Im Sommer eignen sie sich hervorragend für die passive Kühlung.

Die notwendige Länge der Sonde und damit die Tiefe der Bohrung hängen vom Wärmebedarf und der Wärmeleitfähigkeit des Bodens ab. Die oft genannte „Entzugsleistung“ von ca. 50 W / m Bohrung stellt nur einen Durchschnittswert dar und kann je nach Geologie und Wassersättigung im Untergrund davon deutlich nach oben oder unten abweichen.



Es wird deshalb allen Nutzern empfohlen, bei Anwendung dieses Systems in enger Abstimmung mit ihrem Heizungsbauer die Bohrungen von einem zertifizierten Bohrunternehmen durchführen und von einem Sachverständigen begleiten zu lassen, um jeweils das (entscheidende) geothermische Entzugspotential pro m Bohrtiefe möglichst genau abschätzen und eine bedarfsgerechte Tiefe erbohren zu können

### Hydrothermie - Wärme aus Wasser



Sehr oft wird diese Wärmequelle auch unter dem Oberbegriff Geothermie mitgeführt, weil auch hier Wärme nach einer Bohrung aus dem Untergrund entzogen wird, allerdings nicht in einem sogenannten geschlossenen System wie bei den Erdsonden, sondern durch direktem Wärmeentzug aus dem Wasser.

Wenn Grundwasser in ausreichender Menge, Temperatur und Qualität vorhanden ist, kann man diese Wärmequelle mit einer Wasser/Wasser-Wärmepumpe erschließen.

Das Wasser wird dabei über einen Förderbrunnen an die Oberfläche gepumpt, wo die Wärmepumpe ihm einen Teil der thermischen Energie entzieht. Über einen Schluckbrunnen muss das Wasser anschließend wieder in dasselbe unterirdische Grundwasserstockwerk zurückgeleitet werden. Der Schluckbrunnen muss folglich im Abstrom, d.h. in Fließrichtung des Grundwassers nach dem Saugbrunnen liegen. Im Sommer kann man mit dieser Technik auf energiesparende Weise auch passiv kühlen. Die Effizienz dieser Anlagen ist aufgrund der konstanten Entnahmetemperaturen als hoch einzustufen. Zu beachten ist zudem, dass sich im Umgriff von großen Staustufen an den Flüssen durch die Stauhaltung der Chemismus des Grundwassers so verändert, dass es zu starken Ausfällungen von Eisen und in der Folge zu Komplikationen an den eingesetzten Tauchpumpen kommen kann.

Die Nutzung des Grundwassers als Wärmequelle ist genehmigungspflichtig. Aufgrund der verhältnismäßig hohen Planungs- und Erschließungskosten ist der Einsatz dieses Systems bei Objekten mit geringem Energiebedarf eher selten.

Bei der Erschließung dieser Wärmequelle wird ebenfalls allen Nutzern empfohlen, die Bohrungen von einem zertifizierten Bohrunternehmen durchführen und von einem Sachverständigen begleiten zu lassen, um die Hydrogeologie möglichst genau abschätzen und eine bedarfsgerechte Bohrung ausführen zu können

Die Installation von Erdwärmesonden als auch die Erdbohrung von Saug- und Schluckbrunnen für die Wasser/Wasser-Wärmepumpe ist wegen des Eingriffs in das Grundwasser anzeige- und genehmigungspflichtig. Erkundigen Sie sich deshalb rechtzeitig im Arbeitsbereich Wasserrecht bei der für Sie zuständigen Kreisverwaltungsbehörde (Landkreis oder Stadt).

Eine Übersicht zum Ablauf des gesamten notwendigen Genehmigungsverfahrens ist zu finden unter:

[http://www.stmwivt.bayern.de/fileadmin/user\\_upload/stmwivt/Publikationen/stmug\\_app000004.pdf](http://www.stmwivt.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Publikationen/stmug_app000004.pdf)

## **Hydrothermie II - Wärme aus Abwasser**

Zunehmend wurde in den letzten Jahren in vielen Kommunen das Abwassersystem als weitere mögliche Energiequelle einbezogen. Notwendig ist, dass die Wärmemenge - als Produkt aus Abwassermenge und Abwassertemperatur - im Jahresverlauf mindestens so groß ist, dass der Wärmemengenentzug - vor allem im Winter - zu keiner zu starken Abkühlung des Abwassers und in der Folge zu Störungen in der Klärung führt.



### 3. Heizen mit Holz

Ein besonderer Vorzug der Biomasse ist die Bevorratung. Dadurch kann sie zu jeder Zeit bedarfsgerecht eingesetzt werden. (Weitere) Fragen stellen sich zu den Themen Mengenverfügbarkeit, Ökobilanz und Komfort bei der Nutzung verschiedener Biomasseformen. Auch für die ökonomische Betrachtung ist es wichtig, die vorhandenen Rohstoffpotentiale einzuschätzen, da die Preisstabilität auch hier durch ein ausreichendes Angebot gewährleistet wird.

#### Welche Rohstoffpotentiale sind vorhanden?

In der deutschen Forstwirtschaft wird seit Jahrzehnten nach dem Prinzip der Nachhaltigkeit gewirtschaftet. In der Vergangenheit wurden nur etwa zwei Drittel des jährlichen Holzzuwachses aus dem Wald entnommen. Die Waldinventur bestätigt dies und zeigt auf, dass ein Drittel des Zuwachses an Holzmasse nicht verwendet wird und so dem Aufbau weiterer Reserven dient. Das Scheitholz als Teil der Waldholznutzung wird in der Regel von den Verbrauchern direkt aus dem Wald geholt, da ein Großteil des astigen Materials nicht für Sägewerke geeignet ist. Diese Waldholzressource dient zum größten Teil den Scheitholznutzern. Die Weiterverarbeitung im Sägewerk hat zwangsläufig zur Folge, dass etwa ein Drittel des Holzvolumens in Form von Sägespänen anfällt, die zu Pellets weiter verarbeitet werden können. Zurzeit wird nur ein geringer Teil dieser Menge pelletiert. Weitere Potentiale für die Zukunft liegen im Anbau von schnellwachsenden Gräsern der Pflanzengattung *Miscanthus* wie z.B. Riesen-Chinaschilf. Eine weitere Möglichkeit liegt in den Kurzumtriebsplantagen, auf denen schnellwachsende Bäume nach ca. 3-5 Jahren als Häckselgut für Hackschnitzelheizungen geerntet werden können. Neuste Entwicklungen gibt es auch dahingehend, dass Grünschnitt (z.B. aus der Kommunalen Grünpflege von Straßenrändern) zu Pellets gepresst werden kann.

#### CO<sub>2</sub> neutraler Brennstoff

Da die Biomasse im Wachstum genau die gleiche Menge an CO<sub>2</sub> in der Pflanze aufnimmt, wie sie später bei der Verbrennung wieder abgibt, spricht man von einer ausgeglichenen CO<sub>2</sub>-Bilanz.

#### Günstige Umweltbilanz durch regionale Produktion

Brennholz in Form von Holzscheiten weist den günstigsten Energieaufwand für die Herstellung auf. Aber auch bei Holzhackschnitzeln und Holzpellets liegt der Energieanteil, der für die Herstellung und den Transport aufgewendet wird, bei weniger als vier Prozent und damit um ein Vielfaches besser als bei den konventionellen Energieformen.

## Heizsysteme und Brennstoffarten

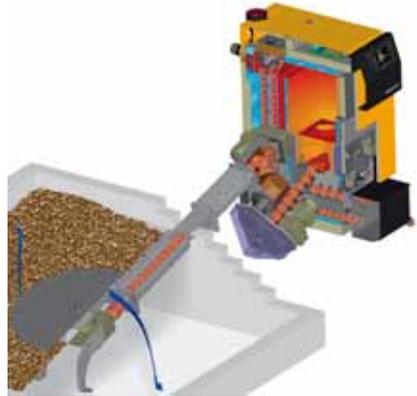
Den größten Komfort bietet die Holzpelletheizung, da sie einen gut förderbaren Brennstoff mit einem sehr geringen Ascheanteil verwendet. Holzpellets werden aus den Hobel- und Sägespänen der Holzsägewerke hergestellt und können aufgrund ihrer Rieselfähigkeit und Normierung sehr effizient in Heizgeräten eingesetzt werden. Aufgrund des geringen Ascheanteils von  $<0,5\%$  der

Gesamtbrennstoffmenge wird der Betreuungsaufwand für die Ascheentnahme in einem Einfamilienhaus auf drei- bis viermal pro Jahr reduziert. Die Pelletheizungen können alle Vorgänge wie Pelletentnahme aus dem Lager und die bedarfsgerechte Wärmesteuerung voll automatisch durchführen und erreichen dabei den höchsten Komfort unter den Holzheizungen.



(Quelle: KWB)

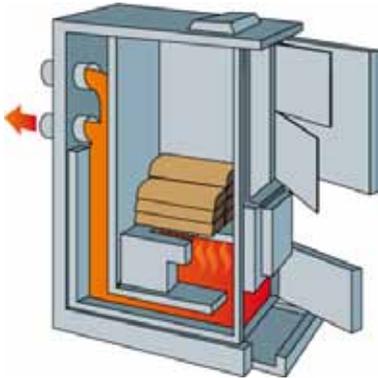
Auch bei den Hackschnitzelheizungen liegt ein ähnlicher Automatisierungsgrad vor. Es wird aber mehr Lagerraum benötigt, da die Energiedichte pro Kubikmeter Hackschnitzel um den Faktor sieben geringer ist als die von Holzpellets. Aus diesem Grund müssen diese Hackschnitzellager in kürzeren zeitlichen Abständen wieder aufgefüllt werden.



(Quelle: ETA Heiztechnik GmbH)

Einen größeren Betreuungsaufwand hat man mit dem System Scheitholzessel. Die Nachlegeintervalle der Holzscheite hängen von der Größe des Kesselbrennraums, von der Brennholzqualität und von der

Volumengröße des Pufferpeichers ab. Bei optimaler Auslegung können die Nachlegeintervalle in der Heizperiode auf zwei- bis viermal pro Tag reduziert werden. Bei der Auswahl des Kessels ist darauf zu achten, dass die



(Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.)

Staubemissionsgrenzwerte sicher erfüllt werden. Neuerdings gibt es auch Kombikessel für Holzpellets und Scheitholz, die den Scheitholznutzern alle Komfortvorteile der Holzpellettheizung bieten.

43

Für Nutzer, die besonderen Wert auf die Holzfeueratmosphäre legen, gibt es für Pellets und auch für Scheitholz Kaminöfen in sehr vielen verschiedenen Ausführungen. Der Pelletkaminofen hat eine Bevorratungsmöglichkeit des Brennstoffes für bis zu drei Tage und bietet die Möglichkeit einer exakten Steuerung der Wohnraumtemperatur.

### **Autoren:**

**Peter Gump** und **Florian Leusser**

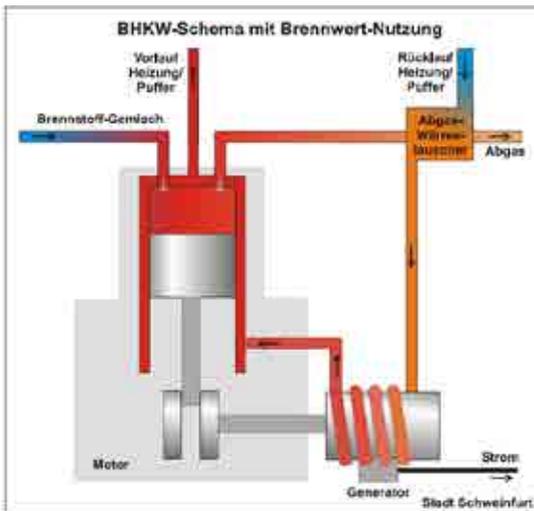
Agenda 21-Arbeitskreis Ressourcen, Landkreis Main-Spessart

## 4. Blockheizkraftwerk (BHKW)

### Prinzip und Wirkung

Die Kraft-Wärme-Kopplung in einem Blockheizkraftwerk [BHKW] ist eine Maßnahme, um die eingesetzte Energie effektiver zu nutzen. Dabei treibt in der Regel ein Verbrennungsmotor einen Generator an, der Strom erzeugt. Die bei der Bewegungserzeugung entstehende Wärme wird über Wärmetauscher für Heizzwecke und zur Warmwasserbereitung genutzt, die elektrische Energie (Leistung) wird für den Eigenbedarf verwendet bzw. ins öffentliche Stromnetz eingespeist.

Die Vergütung erfolgt je nach Art des Brennstoffes (fossiler oder nachwachsender) über das KWK-[= Kraft-Wärme-Kopplungs-]Gesetz oder über das EEG [= Erneuerbare-Energien-Gesetz]. Die gleichzeitige Erzeugung und Nutzung von elektrischem Strom und Wärme wird Kraft-Wärme-Kopplung



[KWK] genannt. Der Wirkungsgrad liegt bei etwa 90 % und höher (etwa bei Nutzung des Brennwertes, d.h. des Energiegehaltes der Abgastemperatur über einen nachgeschalteten Wärmetauscher).

Durch die dezentrale Stromerzeugung bei gleichzeitiger Nutzung der Wärme entsteht gegenüber der verbraucherfernen Stromerzeugung in Großkraftwerken (mit gut zwei Dritteln Wärme-, Umwandlungs- und Transportverlusten) und der dezentralen Wärmeerzeugung in den Gebäuden ein hoher Umweltvorteil durch starke CO<sub>2</sub>-Verminderung.

### Wärmetechnische Einbindung

Ein Klein-BHKW kann in einem Gebäude monovalent (= einzige Wärmequelle) betrieben werden. Nach rein ökonomischen Gesichtspunkten sollten dabei ab 4.000 Betriebsstunden pro Jahr erreicht werden. In größeren Gebäuden und Wärmeverbänden läuft nach einer Faustformel ein BHKW optimal, wenn es nicht mehr als 30 % der benötigten Wärme abdeckt, also die Grundlast

(immer vorausgesetzt, dass ein BHKW wärmegeführt betrieben wird und der Strom das Nebenprodukt ist). Die Spitzenlast muss hier von einem entsprechend ausgelegten Kessel abgedeckt werden, während dessen Betriebes das BHKW weiter mitläuft (= bivalente Betriebsweise).

Ein BHKW sollte immer in einer Anlage mit integriertem Pufferspeicher betrieben werden (zumindest aber im monovalenten Einsatz), um ein Takten (= häufiges Ein- und Ausschalten) der Maschine zu verhindern und gute Laufzeiten am Stück zu erreichen. Damit werden mechanischer Verschleiß und weitere Anlagenverluste vermindert, was die Wirtschaftlichkeit erhöht.

### Antriebsstoffe und Vergütung

Ein herkömmliches BHKW wird über fossile Energieträger betrieben (Heizöl, Gas; im Blick auf die Einspeisevergütung gehört auch der mit relativ hohem Energieaufwand hergestellte RME [= Rapsmethylester = Biodiesel] dazu). Diese Anlagen werden nach dem KWKG-Gesetz abgerechnet über 10 Jahre (siehe [www.kwkg-novelle.de/mini-kwk/mini-kwk-foerderung\\_allgemeine\\_info.html](http://www.kwkg-novelle.de/mini-kwk/mini-kwk-foerderung_allgemeine_info.html)). Der Brennstoff von KWKG-Anlagen ist bereits seit 1999 von der Energiesteuer befreit.

Informationen zu darüber hinaus gehender Förderung für KWKG-Anlagen gibt es über die BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle - [www.bafa.de](http://www.bafa.de)), über die KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau - [www.kfw.de](http://www.kfw.de)) und bei der ASUE (Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. - [www.asue.de](http://www.asue.de)).

Anders zu bewerten ist der Antrieb des BHKW durch nachwachsende Rohstoffe, die keiner energieaufwändigen Behandlung unterliegen, z.B. Biogas, Holzpellets. Der so erzeugte Strom, der vom Netzbetreiber abgenommen werden muss, wird nach dem EEG vergütet. Die Vergütung nach EEG gilt 20 Jahre plus die Restmonate des Anschlussjahres. Bei neuen Anlagen wird die Stromerzeugung aus flüssiger Biomasse seit 2012 nicht mehr gefördert.

Einen guten Überblick über Einzelheiten der BHKW-Förderung nach EEG bietet die Seite [www.bhkw-jetzt.de/foerderung/](http://www.bhkw-jetzt.de/foerderung/).

### Neue Entwicklungen

Neben den herkömmlichen Maschinen mit direkt wirkendem Verbrennungsmotor gibt es solche mit Stirling-Motoren. Hier wird ein Motor durch einen externen Verbrennungsvorgang in Gang gesetzt, der wiederum einen Generator antreibt. Die meisten dieser Geräte werden mit Gas betrieben, ganz langsam kommen auch Hersteller auf den Markt, die ihr Stirling-BHKW mit Holzpellets befeuern. Es handelt sich bei diesen Typen z.Zt. hauptsächlich

um Mikro-BHKW, die für den Einsatz insbesondere im Einfamilienhaus konzipiert sind. Verschiedene Hersteller haben Pflanzenöl-BHKW im Programm, z.T. aber nur auf konkrete Anfrage. Es gibt auch Firmen, die Umrüstsätze auf Pflanzenölbetrieb bei Heizöl-Bestandsmaschinen anbieten, vornehmlich für Senertec-Maschinen. Wer sich dafür interessiert, muss mit dem Umrüster über die Garantiefrege sprechen.

Weitere Entwicklungen im Bereich Kraft-Wärme-Kopplung sind inzwischen ebenfalls im Markt verfügbar, z.B. auf Basis von Brennstoffzellen. Wärme und Strom wird in solchen Maschinen in einem elektrochemischen Prozess erzeugt durch den Einsatz von Erdgas (benötigt sog. Reformier im Gerät) oder direkt von Wasserstoff.

Da sich die politisch-rechtlichen Bedingungen für den KWK-Einsatz immer wieder ändern, ist es wichtig, sich bei einer Neuplanung gut zu informieren. Erste Adressen dafür sind z.Zt. [www.bhkw-infozentrum.de](http://www.bhkw-infozentrum.de) (eine Hersteller unabhängige Seite!) und [www.pressebox.de/thema/kwk-gesetz](http://www.pressebox.de/thema/kwk-gesetz).

Unter [www.bhkw-infozentrum.de/sponsoren/li\\_bhkw\\_motoren\\_gasturbinen.html](http://www.bhkw-infozentrum.de/sponsoren/li_bhkw_motoren_gasturbinen.html) und [www.bhkw-zentrum.de/Testordner%20Link%FCbersicht/links\\_Mini-BHKW.htm](http://www.bhkw-zentrum.de/Testordner%20Link%FCbersicht/links_Mini-BHKW.htm) und [www.minibhkw.de](http://www.minibhkw.de) findet man eine große Übersicht.

### **Einsatzgebiete**

Wohnhäuser bzw. -siedlungen, Nahwärmeinseln für Neubaugebiete bzw. nachträglich im Bestand, Hotel- und Gastronomiebetriebe, Bäckereien, Metzgereien, Autowerkstätten, Hallenbäder, Sportzentren, Krankenhäuser, Seniorenheime, Schulen, Einkaufszentren und Gewerbeparks, Erweiterung bestehender Heizzentralen - nicht zuletzt im gewerblichen Bereich, industrielle Anwendungen, die zusätzliche Prozesswärme erfordern, Kläranlagen, Deponien, Landwirtschaft, Wohnhäuser, Inselbetrieb.

### **Informationen und Beratung**

Über den Einsatz von BHKW's können die Hersteller, Anlagen-Planungsbüros oder Energieberater informieren.

### **Autor**

#### **Christof Bärhausen**

Lokale Agenda 21, AG „Ökologisches Bauen“, Stadt Schweinfurt

## 5. Hydraulischer Abgleich

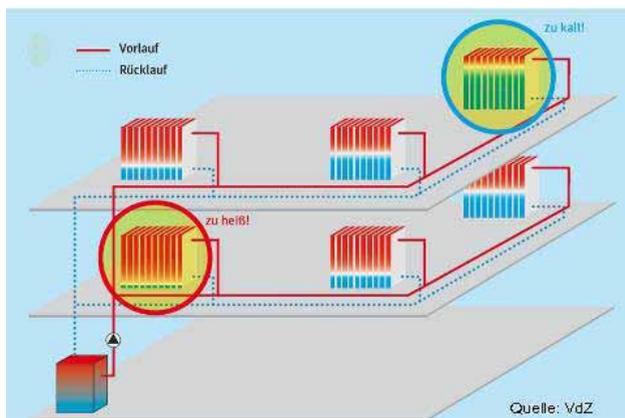
### Einleitung

Viele Hausbesitzer und Mieter kennen das: Vom Heizkessel weit entfernte Räume, zum Beispiel im Dachgeschoss, werden nicht ausreichend mit Wärme versorgt. Hingegen werden Zimmer, die nah am Heizzentrum liegen, zu heiß. Schuld ist die Tatsache, dass sich das Wasser in der Heizung stets den Weg des geringsten Widerstandes sucht. Deshalb fließt durch lange, dünne Rohre weniger Wasser als durch kurze, dicke. Überdimensionierte Pumpen und höhere Vorlauftemperaturen können diese Symptome lindern - allerdings auf Kosten eines erhöhten Energieverbrauchs und lästiger Fließgeräusche.

In Altbauten stellt der hydraulische Abgleich ein besonders großes Problem dar, denn über die Jahre hinweg fanden möglicherweise etliche Modernisierungsmaßnahmen statt: Das Haus wurde gedämmt, eine neue Heizung und neue Heizkörper eingebaut. Doch diese Komponenten sind meist nicht aufeinander abgestimmt. Als Faustregel gilt: Heizungspumpen sind durchschnittlich um den Faktor drei überdimensioniert, Heizkessel um 80 Prozent.

### Ungleiche Wärmeverteilung ohne hydraulischen Abgleich

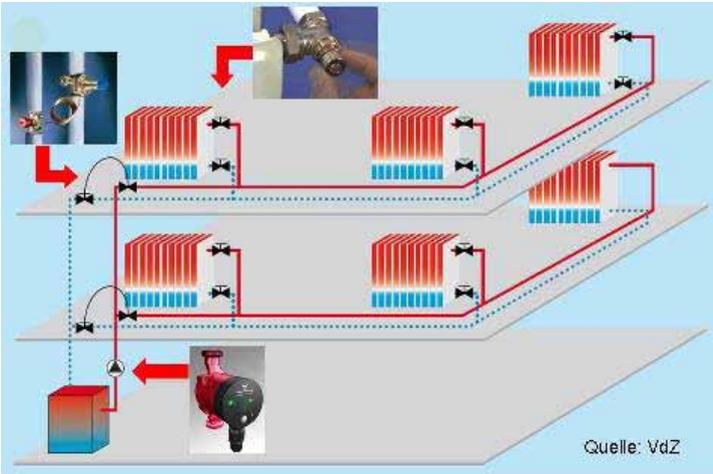
Ein fehlender hydraulischer Abgleich ist die Ursache für eine ungleichmäßige Wärmeverteilung im Haus. Die Folge sind ein erhöhter Energieverbrauch und Komforteinbußen. Ohne Abstimmung werden nämlich die Heizkörper, die näher am Kessel sind, besser durchströmt als weiter entfernte. In mehrstöckigen Gebäuden kann dies dazu führen, dass die Heizkörper im Dachgeschoss nicht ausreichend warm werden.



Vor dem hydraulischen Abgleich

## Die Nachteile

- Ungleichmäßige Wärmeverteilung
- Mehrverbrauch durch Überversorgung
- Geräuschbelästigung
- Hohe Heizkosten



Nach dem hydraulischen Abgleich

## Die Maßnahmen

Die richtige Einstellung des Heizsystems durch einen hydraulischen Abgleich löst das Problem der ungleichmäßigen Wärmeverteilung. Dazu nimmt der Heizungsfachmann zunächst eine Heizlastberechnung für jeden Raum vor. Dabei spielen zum Beispiel die Dämmung der Außenwände und des Daches sowie die Heizkörpergröße eine wichtige Rolle. Danach bestimmt er die passende Heizwassermenge für jeden Raum und den optimalen Druck der Heizpumpen. Das Ergebnis dieser Berechnungen sind Werte, die an jedem Heizkörper vom Monteur voreingestellt werden.

### Im Einzelnen umfasst die Optimierung folgende Arbeitsschritte:

1. Abschätzung/Berechnung der Heizlast und der installierten Heizkörperleistung in den Räumen und Bestimmung der notwendigen Vorlauftemperatur
2. Ermittlung der maximal benötigten Heizwassermassenströme für jeden Heizkörper

3. Abschätzung/Berechnung der Druckverluste im Rohrnetz (längster Strang); daraus ergibt sich automatisch die benötigte Pumpenleistung
4. Auswahl der Thermostatventile und/oder Rücklaufverschraubungen nach den erforderlichen Durchfluss- und Druckkennwerten
5. Auslegung der Umwälzpumpe (oder ggf. automatisches Strangregulierungsventil) nach benötigter Förderhöhe und erforderlichem Volumenstrom
6. Anpassung der Heizungsregelung: Einstellung von Steilheit und Parallelverschiebung entsprechend der berechneten optimalen Auslegungsvorlauftemperatur
7. Einstellung und Dokumentation aller ermittelten Werte

### **Der Hydraulische Abgleich sorgt für gleichmäßige Wärmeverteilung**

Mit dem Abgleich der Hydraulik wird erreicht, dass die Temperatur, die von den Heizkörpern zurückströmt, also die Rücklauftemperatur, sich im bestmöglichen Bereich befindet.

Eine Temperaturdifferenz zwischen der Vorlauftemperatur und der Rücklauftemperatur von 15 bis 20°C sollte dabei erreicht werden. Der hydraulische Abgleich hat nicht nur den Vorteil, dass die Heizungsanlage effektiver betreiben werden kann, sondern die Heizungspumpe kann in den meisten Fällen auch kleiner dimensioniert werden, was zusätzlich Energie einspart (der Stromverbrauch einer Heizungspumpe ist nicht zu unterschätzen).

Auch der Wohnkomfort nimmt zu, denn neben einer gleichmäßigen Wärmeverteilung bewirkt die Einregulierung häufig auch das Verstummen von lästigen Strömungsgeräuschen. Durch den Abgleich können bis zu 18 Prozent Heizenergie gespart werden.

#### **Autor:**

Dipl.-Ing. (TU) und Energieberater **Bernd Bittner**  
Agenda 21-Arbeitskreis Ressourcen  
Landkreis Main-Spessart

## 6. Energieeffiziente Heizungsanlagen

Heizungsumwälzpumpen können bis zu einem Fünftel der Stromkosten eines Haushalts verursachen. Durch den Einbau einer hocheffizienten Heizungsumwälzpumpe lassen sich die Stromkosten erheblich reduzieren. Hocheffiziente Heizungsumwälzpumpen „denken mit“, sind leistungsstark und verbrauchen bis zu **80 % weniger Energie**.

50 Strom ist die teuerste Energie im Haushalt. Strom sparen lohnt sich bei der Umwälzpumpe wie bei allen anderen Haushaltsgeräten.



Die meisten Hausbesitzer übersehen den „heimlichen Stromfresser“ im Keller.

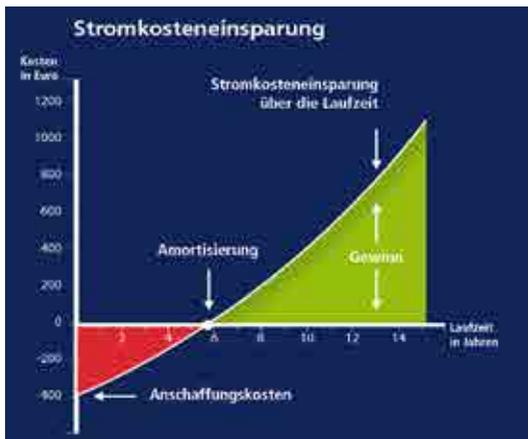
Hier ein Vergleich:



### Beispielrechnung zur Heizungsumwälzpumpe:

Bei typischen Einfamilien- oder Reihenhäuser ist eine Stromeinsparung von 450 kWh durch neue Heizungspumpen nicht ungewöhnlich. Im Beispiel bedeutet das 120 € Stromkosteneinsparung im Jahr und 1.800 € Stromkosteneinsparung über 15 Jahre - wobei hier noch keine Stromkostensteigerung berücksichtigt ist. Nach rd. 4 Jahren hat sich die Pumpe (Austauschkosten ca. 400 €) bezahlt gemacht.

**Über 15 Jahre betrachtet sparen Sie 1.400 €**



(Quelle + Grafiken: Stadt Aschaffenburg sowie Grafikbüro Breitenbach&Pötschik)

### Zusammenfassung: Pumpenaustausch lohnt sich!

#### Für Sie:

Vom Fachbetrieb erfahren Sie, wie und mit welcher Pumpe bei Ihnen am meisten gespart werden kann.

#### Für die Umwelt:

Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen ohne Verzicht und ohne Komfortverlust.

#### Für Ihren Geldbeutel:

Die intelligente Pumpe entlastet Ihren Geldbeutel insbesondere bei steigenden Strompreisen.

#### Autor:

Dipl.-Ing. (FH) **Tibor Reidl**

Klimaschutzmanager, Stadt Aschaffenburg

## 7. Photovoltaik

Photovoltaik? Ist das noch rentabel? Gibt es da überhaupt noch einen Markt? Wie gut sind Module aus Asien? Wie ist das mit dem Eigenverbrauch? Kann man den Strom nicht speichern?

Dies ist eine Auswahl an Fragen, die vielen Hausbesitzern einfallen, wenn sie mit der Möglichkeit konfrontiert werden heute eine neue Photovoltaikanlage auf ihrem Dach zu installieren. Wenn die Entscheidung gefallen ist, stellt sich die Frage ob sie ihren erzeugten Strom selbst verbrauchen oder den erzeugten Solarstrom ins Netz einspeisen und damit verkaufen. Gegenüber dem Eigenverbrauch brachte das Einspeisen bisher finanzielle Vorteile, doch sinkende Vergütungssätze einerseits und steigende Strompreise andererseits machen die Option Eigenverbrauch immer interessanter.

Auch die Speicherung von PV-Strom wird aufgrund ständiger technischer Weiterentwicklung der Akkumulatoren, sinkender Preise sowie staatlicher Förderung immer attraktiver. In diesem Kapitel werden die Komponenten und Funktion einer Photovoltaik-Anlage mit Eigenverbrauch erklärt und was Errichter solcher Anlagen beachten sollten.

### **Strom aus Sonnenstrahlen ist rentabel**

Mit Hilfe der Photovoltaik wird die Sonnenstrahlung zur Erzeugung von elektrischem Strom genutzt. Die Sonnenergie wird mit Hilfe der verschiedenen Komponenten einer PV-Anlage in elektrische Energie umgewandelt. Dieser solar erzeugte Strom kann auf verschiedene Weise verwendet werden, man unterscheidet:

- Eigenverbrauch
- Eigenverbrauch mit Speicher
- Einspeisung ins öffentliche Netz

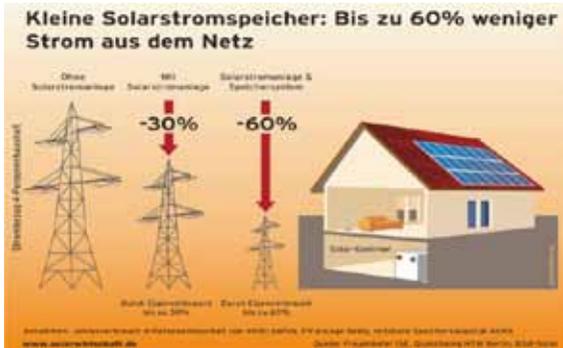
Der Strom kann direkt im Haushalt verbraucht werden (Eigenverbrauch), kann gespeichert werden um diesen dann zu verbrauchen wenn er benötigt wird (Eigenverbrauch mit Speicher) oder ins öffentliche Netz eingespeist werden (Einspeisung ins öffentliche Netz).

Besonders durch den Einsatz von Speichern können Anlagenbetreiber den Anteil ihres selbst genutzten Stroms deutlich erhöhen.

Bei einer Einspeisung ins öffentliche Netz wird jede eingespeiste kWh mit einem festen Betrag vergütet. Da die Einspeisevergütung für PV-Strom jedoch immer weiter absinkt, stellt sich für viele Hausbesitzer die Frage wie

sie den Anteil des Eigenverbrauchs erhöhen können. Die Antwort ist die Installation einer PV-Anlage mit einer Batterie als Speicher.

Durch die Einbindung eines Speichers machen sich Hausbesitzer ein Stück weit unabhängiger von den steigenden Strompreisen, da weniger Strom



aus dem öffentlichen Netz bezogen werden muss. Laut einer Studie<sup>1</sup> des Fraunhofer Instituts für solare Energiesysteme ist es je nach Anlagengröße möglich mit Hilfe des Eigenverbrauchs und Speicher den Strombezug aus dem Netz deutlich zu verringern.

Grafik: Kleine Solarstromspeicher: Bis zu 60% weniger Strom aus dem Netz

(Quelle: Bundesverband Solarwirtschaft)

In folgender Tabelle 1 ist beispielhaft eine Rechnung für eine Photovoltaik-Anlage mit einer Erzeugung von 4000 kWh Strom im Jahr dargestellt: Bei kompletter Einspeisung ins öffentliche Netz und Eigenverbrauch mit 30 % bzw. 60 % selbst genutztem PV-Strom.

	Komplette Einspeisung	30 % Eigenverbrauch	60 % Eigenverbrauch
Erzeugter Strom	4000 kWh	4000 kWh	4000 kWh
Ins öffentliche Netz eingespeister Strom	4000 kWh	2800 kWh	1600 kWh
Ertrag bei einer Einspeisevergütung von 15,07 ct/kWh	602,8 €	421,96 €	241,12 €
Eigenverbraucher PV-Strom	0	1200 kWh	2400 kWh
Eigenstromersparnis bei Strompreis 26 ct/kWh	0	312 €	624 €
Gewinn	602,8 €	733,96 €	865,12 €

Tabelle 1: Beispielrechnung für eine 5 kWp Anlage mit der 4000 kWh Photovoltaikstrom im Jahr produziert wird (Einspeisevergütung bei Installation der Anlage Juli 2013)

<sup>1</sup> Speicherstudie 2013, Kurzgutachten, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme

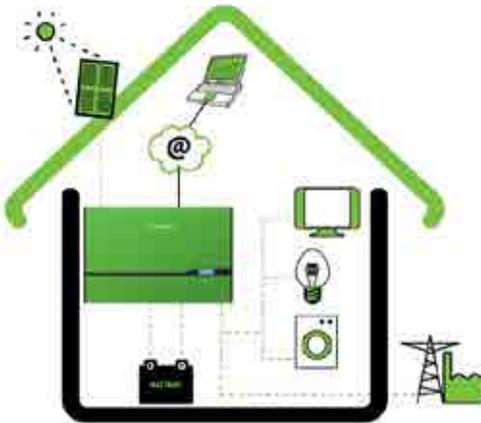
### Erkenntnisse:

- Je größer der Anteil des selbstverbrauchten Stroms desto rentabler ist die Anlage.
- Der Eigenverbrauch nimmt an Bedeutung zu, je weiter der Strompreis steigt.
- Sinkt die Photovoltaik-Einspeisevergütung, desto mehr trägt der Eigenverbrauch zur Rentabilität der Solaranlage bei.

### Komponenten einer Photovoltaikanlage

Die Solarmodule fangen die Sonnenstrahlen ein und produzieren Gleichstrom. Dieser Strom kann z.B. in einer Batterie gespeichert, direkt verbraucht oder wenn mehr Solarstrom produziert wird als benötigt (bzw. die Speicherkapazität erreicht ist) ins öffentliche Netz eingespeist werden.

Bevor der Eigenverbrauch oder die Einspeisung erfolgt, wird der Gleichstrom aus den PV-Modulen oder dem Stromspeicher von einem Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt.



Grafik: Schema einer PV-Anlage mit Eigenverbrauch und Speicherung des PV-Stroms  
(Bildquelle: Nedap/PV5 Solarconcept)

### Solarmodule

Für ein Modul werden dutzende Solarzellen zusammen geschaltet und zwischen eine Glasscheibe bzw. eine transparente Kunststoffolie eingefügt. Bei einer Solarzelle handelt es sich um ein großflächiges Halbleiterelement, in dem das eingestrahelte Licht in elektrische Energie umgewandelt wird. Durch das gezielte Einbringen von Fremdatomen auf einer dünnen Siliziumscheibe werden zwei Schichten erzeugt, die unterschiedliche

elektrische Eigenschaften besitzen. Sobald Licht auf die Solarzelle trifft bewirkt die Lichtenergie, dass die Ladungsträger bzw. Elektronen von einer Schicht in die andere wechseln. Dadurch entsteht eine elektrische Spannung. Wenn nun ein Verbraucher angeschlossen wird, fließt Strom.

**Die am häufigsten eingebauten Module sind:**

- Monokristalline Solarzellen
- Polykristalline Solarzellen
- Dünnschichtmodule

**Wechselrichter**

Bei dem aus den Solarzellen generierten Strom handelt es sich um Gleichstrom. Der Wechselrichter hat die Aufgabe diesen Gleichstrom in Wechselstrom bzw. Gleichspannung in Wechselspannung umzuwandeln. Wichtig sind Auswahl und optimale Auslegung des PV-Wechselrichters in Abhängigkeit der Module und des Standorts.

**Speicher**

Die heute gängigsten und technisch ausgereiftesten Batterien sind Blei-Gel Akkumulatoren und Lithium-Ionen Akkumulatoren. Die Vor- und Nachteile sind in folgender Tabelle aufgelistet.

	Vorteile	Nachteile
<p>Blei-Gel-Akkumulator</p>  <p>Grafik: Beispiel Blei-Gel-Akkumulator (Bildquelle: BAE Batterien/PV5 Solarconcept)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Günstiger Preis</li> <li>• Wartungsfreundlich</li> <li>• Sehr sicher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringere Lebensdauer als Lithium-Ionen-Akkumulatoren (ca. 10 Jahre)</li> <li>• Hoher Platzbedarf</li> </ul>

<p>Lithium-Ionen-Akkumulator</p>  <p>Grafik: Beispiel Lithium-Ionen-Akkumulator (Bildquelle: AKASOL GmbH/PV5 Solarconcept)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viele Ladezyklen möglich</li> <li>• Lebensdauer ca. 20 Jahre</li> <li>• Steuerelektronik, zur Eindämmung von Überhitzung</li> <li>• Hoher Wirkungsgrad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Investitionskosten</li> <li>• Gefahrgut: Gefahrgutvorschriften (Klasse 9) sind einzuhalten</li> </ul>
---	--	---

### Voraussetzungen für den Bau einer Anlage

Wichtig ist die Ausrichtung des Daches auf dem die Solarmodule montiert werden. Eine Ausrichtung gen Süden ist optimal aber auch Dächer nach Westen oder Osten erwirtschaften bis 90% des optimalen Ertrages. Es ist weiter zu beachten, dass der Leistungsverlust durch Abweichung der Himmelsrichtung zunimmt, je steiler das Dach ist. Eine optimale Dachneigung ist 30°.

Wichtig ist, dass die Module nicht von Bäumen, Gauben, Satelliten-Anlagen oder Antennen verschattet werden. Die Anlage muss so geplant werden, dass keine großflächigen Schatten auf die Module fallen.

Um den sicheren Betrieb einer PV-Anlage zu garantieren, müssen Dach, Ziegel und Sparren von einem Fachmann begutachtet werden.

### Autor:

Dipl.-Ing. (FH) **Andreas Jung**

Kommunaler Energiebeauftragter, Koordinator Agenda 21,  
Stadt Aschaffenburg

# Passivhaus, Nullenergiehaus, Plusenergiehaus

## Einführung

Die Begriffe Niedrigenergiehaus und Passivhaus wurden durch die WSVO (WärmeSchutzVerOrdnung) '95 geprägt. Ziel dieser Haustypen ist es, Energie einzusparen, was auch Hauptziel der Verordnung von 1995 war. Im Blickfeld der Verordnung war auch die Tatsache, dass unser Vorrat an fossilen Energieträgern endlich ist, und dass der CO<sub>2</sub>-Ausstoß eingedämmt werden muss. Inzwischen geht man Schritt für Schritt weiter, um die Energieeinsparung beim Hausbau voranzutreiben. Die WSVO '95 wurde inzwischen durch die EnEV (EnergieEinsparVerordnung) 2002 ersetzt, die EnEV 2002 fasste die WSVO '95 und die Heizungsanlagenverordnung zusammen.

Die EnEV wurde zwischenzeitlich immer wieder überarbeitet, zurzeit ist noch die EnEV 2009 gültig, welche mittelfristig aber ebenfalls wieder novelliert wird. Mit der EnEV 2014 werden für Neubauten höhere Anforderungen gelten, ebenso für Modernisierungen im Baubestand.

Es ist noch anzumerken, dass zwischen Energieberechnungen für Wohngebäude und Nichtwohngebäude unterschieden wird, im Folgenden werden aber ausschließlich Wohngebäude betrachtet.

Energiesparende Häuser und energiesparende Modernisierungen werden gezielt gefördert, z.B. durch die sogenannten KfW-Darlehen oder KfW-Zuschüsse ([www.kfw.de](http://www.kfw.de)).

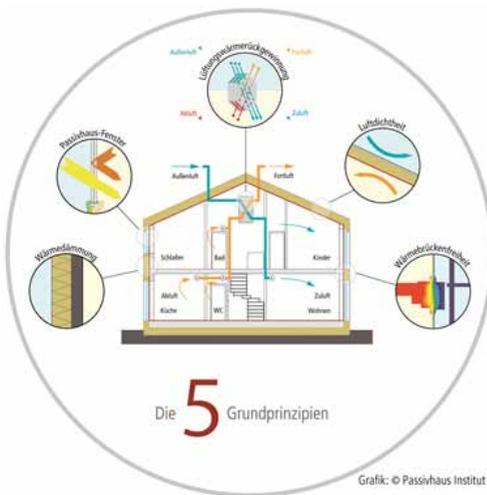
Ziel bei allen Haustypen ist es, wie schon angemerkt, Energie einzusparen. Des Weiteren sollte der Restenergiebedarf eines Hauses durch regenerative Energiequellen gedeckt werden. Besonders ist man bei den genannten Haustypen bemüht, den Energiebedarf durch solare Energiegewinne zu decken. Hierbei kommt die aktive Solarenergiegewinnung (solarthermische Anlage, Photovoltaikanlage, etc.) als auch die passive Solarenergiegewinnung (Aufheizung der Räume durch die einfallende Sonne, etc.) zum Einsatz. Aus zuletzt aufgeführtem Punkt erklärt sich auch der Begriff Passivhaus.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass es Ziel ist, möglichst wenig Energie zu verbrauchen, was in erster Linie durch entsprechende Wärmedämmung der Gebäudehülle erreicht wird und durch eine kompakte energieeinsparende Gebäudeform und Gebäudeplanung (z.B. bestmögliche Südorientierung der Fensterflächen). Um so hoch energieeinsparende Häuser wie Passivhäuser oder sogar Nullenergiehäuser zu bauen, ist es notwendig, luftdichte Gebäudehüllen unter Vermeidung von Wärmebrücken zu errichten und eine hocheffiziente Anlagentechnik (Lüftungsanlage, Heizsystem etc.) einzubauen.

## Passivhaus

Das Passivhaus hat verschiedene Definitionswerte. Nach der WSVÖ '95 sollte der Heizenergiebedarf für ein freistehendes Einfamilienhaus pro Jahr bei ca. 15 kWh/(m<sup>2</sup>Jahr) liegen. Dies entspricht in etwa einem Heizenergieverbrauch von 1,5 l Heizöl pro m<sup>2</sup> und Jahr. Man spricht auch vom sogenannten „1,5 Liter Haus“, was, um einen Vergleich mit dem Auto zu ziehen, in etwa einem „1,5 Liter Auto“ entspricht.

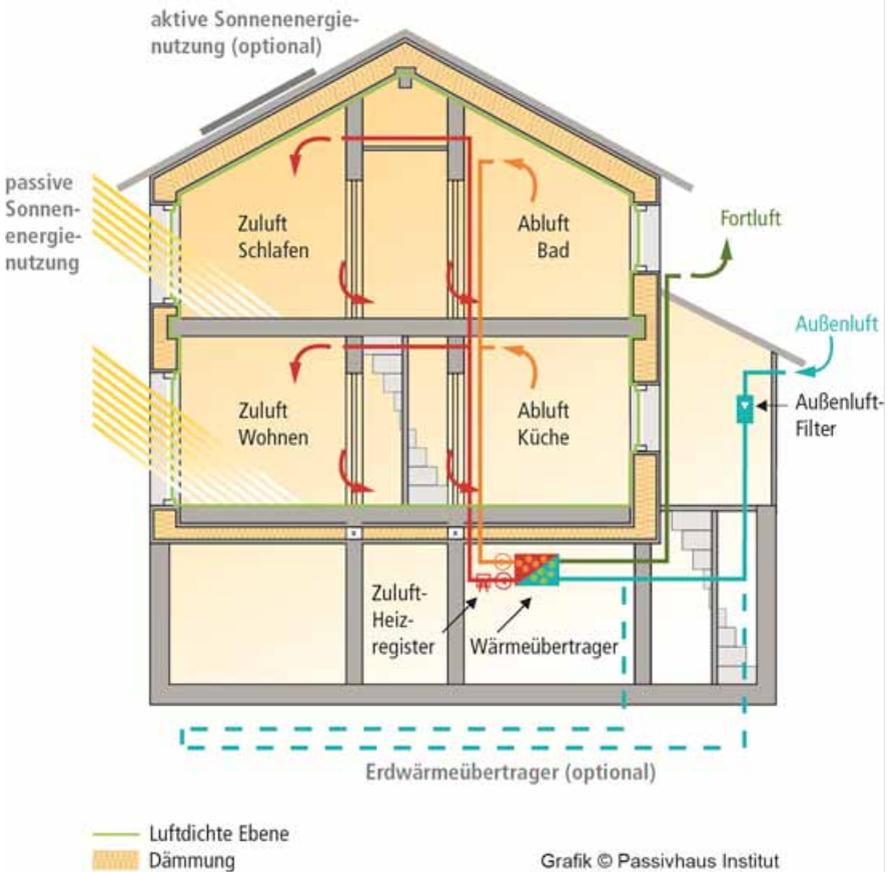
### Folgende Kriterien bestimmen ein Passivhaus:



Grafik: Die 5 Grundprinzipien eines Passivhauses  
(Quelle: Passivhaus Institut)

- Jahresheizwärmebedarf  $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{Jahr})$
- Jahresprimärenergiebedarf (Heizung + Warmwasser)  $\leq 40 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{Jahr})$  (unter Berücksichtigung der Anlagenaufwandszahl) (Fördernachweis für KfW-Darlehen: KfW-Effizienzhaus 55 oder 40 - nach der EnEV 2009)
- Jahresprimärenergiebedarf (Heizung + Warmwasser + Lüftung + Haushaltsstrom)  $< 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{Jahr})$  (inkl. aller elektrischen Verbraucher, z.B. für Kühlschrank, Beleuchtung, etc. und incl. aller Anlagenverluste, z.B. Stromverbrauch der Warmwasserpumpen oder Ventilatoren, etc.)
- Heizlast  $\leq 10 \text{ W}/\text{m}^2$
- Wärmedurchgangskoeffizient der Außenbauteile  $U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Fenster  $U < 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
Energiedurchlassgrad  $g > 50 - 60 \%$
- Luftdichtheit  $n_{50} \leq 0,6$ ; max. Luftwechsel bei 50 Pa

Zuletzt genannter Punkt, die Luftdichtheit (welche beim Blowerdoor-Test bestimmt wird) trifft eine Aussage über die Dichtheit der Gebäudehülle. Je dichter die Gebäudehülle, umso weniger unnötige Energieverluste durch Leckagen in der Gebäudehülle gibt es. Um aber für die nötige Raumlufthygiene zu sorgen, und um die Lüftungsenergieverluste weiter zu reduzieren, wird eine kontrollierte Wohnungslüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eingebaut. Diese Lüftungsanlage ersetzt auch in der Regel ein konventionelles Heizsystem; wenn die einzublaseende Raumluft nacherwärmt wird, kann auf eine zusätzliche Raumerwärmung, z.B. über Heizkörper, verzichtet werden.



Grafik: Beispiel Lüftung im Passivhaus (Quelle: Passivhaus Institut)

## Nullenergiehaus

Das Nullenergiehaus ist ein energieautarkes Haus, welches die neben der passiv gewonnenen Energie die noch benötigte Energie selbst erzeugt. Die noch benötigte Energie soll nicht durch fossile Energiequellen gedeckt werden. Eine Solar-Wasserstoffanlage könnte z.B. den Restenergiebedarf decken, und/oder eine Windkraftanlage oder Photovoltaikanlage. Überschüssige Energie wird in Batterien zwischengespeichert. Nullenergiehäuser sind aufgrund der hohen Investitionskosten nur in Sonderfällen wirtschaftlich.

## Plusenergiehaus

Denkt man nun das Nullenergiehaus einen Schritt weiter kommt man zum Plusenergiehaus, welches mehr Energie erzeugt als es verbraucht. Und diese überschüssige Energie dann weitergereicht oder verkauft und ins öffentliche Netz eingespeist.

## Autor

60

Dipl.-Ing. (FH) Architekt **Peter Kopperger**

Lokale Agenda 21, AG „Ökologisches Bauen“, Stadt Schweinfurt

## 1. Biogas-Anlagen

### Methangas - nicht fossil !

Die Endlichkeit fossiler Energieträger regte immer wieder die Suche nach möglichen alternativen Energiequellen bzw. deren Wiederentdeckung an. So auch im Falle von Gas aus erneuerbaren Energiequellen.

Die Nutzung von Biomasse in Gaserzeugungsanlagen wurde in geringem Umfang schon nach dem zweiten Weltkrieg durchgeführt. Technische Probleme und billige fossile Energie ließ diese Form der Gaserzeugung allerdings zunächst wieder zurückgehen, mit der Ölkrise kam jedoch ein erneuter Aufschwung.

Dabei ist dieses Gas keine Erfindung der Neuzeit, sondern als Sumpfgas = Methan aus der Natur seit Ende des 18. Jhdts. bekannt. Aus abgestorbener Biomasse entsteht unter Sauerstoffausschluss, also bei einem Fäulnisprozess z.B. bei der Verlandung von Seen, Methan, also Biogas. Auch Rinder produzieren bei ihrer Verdauung Methan. Die Funktionsweise einer solchen Anlage zur Gaserzeugung ist folglich mit der des Verdauungstraktes der Rinder am besten vergleichbar.

In solchen „Vergärungsanlagen“ entsteht also unter Sauerstoffabschluss und mit Unterstützung von Bakterien der hochwertige Energieträger Methan. Ein Kubikmeter dieses Gases ersetzt übrigens 0,6 Liter Heizöl.

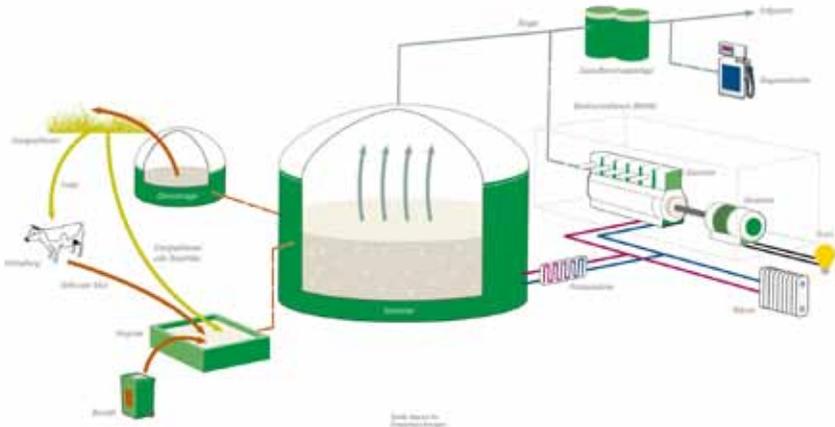
Die Vorteile von nicht fossilem Methangas liegen darin, dass es fossile Energieträger kompensiert und nachwachsende Rohstoffe als regenerative Energiequelle nutzt. Ein weiterer entscheidender Vorteil dieser erneuerbaren Energie im Vergleich zu Photovoltaik- und Windkraftanlagen ist die einfache, relativ kostengünstige und langzeitige Lager- und Speichermöglichkeit der Energie in Form des Gärsubstrates und des erzeugten Gases. Die Umsetzung in thermische oder elektrische Energie aus diesen Gasen, ob Bio-, Deponie- oder Klärgas erfolgt über die Kraftwärmekopplung (**KWK**). Die damit gegebene Möglichkeit einer gezielten, kontinuierlichen und regelbaren Erzeugung von elektrischer Energie erlaubt auch eine netzstützende Funktion.

Soweit keine direkte Verwertung der anfallenden thermischen Energie am Gasproduktionsstandort gegeben ist, kann das erzeugte Gas auch in ein bereits bestehendes oder auch neu zu errichtendes Gasnetz eingespeist werden. Hier kann das Biogas wie sonst Erdgas entweder über eine Gasheizung direkt zur Erzeugung von thermischer oder ebenfalls über KWK zur Erzeugung von elektrischer und thermischer Energie verwendet werden.

## Biogas

Zunehmend interessant wurden Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien in verschiedenen Formen durch die geänderten gesetzlichen Rahmenbedingungen im Rahmen der Energiewende, wie z.B. die der vertraglich garantierten Einspeisevergütung für Strom. Die Novellierung des Gesetzes für den Vorrang erneuerbarer Energien im Jahr 2004, verbunden mit einer entsprechenden Förderpolitik, hat die Wirtschaftlichkeit für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe weiter verbessert und damit eine entscheidende Grundlage für den Ausbau von Biogasanlagen gelegt.

Stark fallende Erzeugerpreise für landwirtschaftliche Produkte bis zum Jahre 2006 und die daraus resultierende Suche nach Einkommensalternativen waren ein weiterer Grund für den Bau von Biogasanlagen in landwirtschaftlichen Betrieben.



## Funktions- und Ablaufschema einer Biogasanlage

(Quelle: Agentur für erneuerbare Energien)

Die hohe Energiedichte in der Maispflanze und die bereits in viehhaltenden Betrieben vorhandene Produktions- und Erntetechnik präferieren zudem den Anbau von Mais für Biogasanlagen.

Auch wenn im unmittelbaren Umgriff von Biogasanlagen sich der Maisanteil in der Fruchtfolge an wenigen Standorten bereits über das vernünftige

Maß hinaus verschoben hat, darf nicht generell von einer „Vermaisung“ der Landschaft gesprochen werde. Landesweit wurde nämlich der hohe Maisanteil im Feldanbau der 1990er Jahre nicht wieder erreicht.

Auf ertragsschwächeren Standorten und zur Auflockerung der Fruchtfolge wird neben Mais auch Ganzpflanzensilage, besonders aus Triticale, als Gärsubstrat eingesetzt. Auch Futterhirsearten werden zur Auflockerung der Fruchtfolge mit hohem Maisanteil versuchsweise angebaut.

Aufgrund erneuter Änderung der gesetzlichen Rahmenbedingungen werden zunehmend wieder tierische Exkremeunte wie Gülle und Festmist aus der Tierhaltung zur Biogasproduktion eingesetzt. Bei der Ansiedlung einer großen Biogasanlage ist das erhöhte Transportaufkommen bei der Ernte der Substrate und bei der Ausbringung der Gärreste zu berücksichtigen.

Nach dem gleichen bzw. angepassten Vergärungsverfahren wird häufig auch in den Kommunen bzw. Zweckverbänden der anfallende Biomüll vergoren und das anfallende Gas über KWK verstromt.

### **Deponiegas**

In vielen aufgelassenen bzw. rekultivierten Mülldeponien entsteht unter der luftdichten Abdeckung ebenfalls methanhaltiges Gas. Entweder über ein bereits bei der Verfüllung eingebautes netzartiges Drainagesystem oder durch das Einbringen von Bohrungen nach Abdeckung der Deponie kann auch dieses Gas gesammelt und in entsprechenden Anlagen genutzt werden.

### **Klärgas**

Ein methanhaltiges Gas entsteht auch bei einer gesteuerten biologischen Abwasserbehandlung in den Faultürmen großer Kläranlagen. Die Verwertung erfolgt analog dem Bio- oder Deponiegas. Das anfallende Klärgas wird meist zur Deckung des eigenen Strom- und Wärmebedarfs in den Kläranlagen eingesetzt.

### **Autoren**

**Immissionsschutz**, Landkreis Aschaffenburg

#### **Dr. Erhard Rückert**

Energieagentur Schweinfurter Land e.V.

Landkreis Schweinfurt

Dipl.-Ing. (FH) **Thomas Vizl**, Lokale Agenda 21, Stadt Schweinfurt

## Beispiele und Information

C.A.R.M.E.N. e.V.  
Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing-  
und Entwicklungs-Netzwerk e.V.  
Schulgasse 18  
94315 Straubing  
Tel. 09421 / 9860300  
Fax 09421 / 960333  
Mail: [contact@carmen-ev.de](mailto:contact@carmen-ev.de)  
[www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)

Biogas-Anlage (Kofermentation)  
mit BHKW  
Am Lindig  
36466 Dermbach  
Tel. 036964 / 790

64

Biogashof  
Richard und Norbert Düchs  
Quellengasse 8  
97199 Ochsenfurt - Hopferstadt  
Tel. 0173 / 9712693  
oder 09331 / 4875

Biogasanlage, Holzhackschnitzel-  
Heizung, Wasserkraftnutzung,  
Photovoltaik  
Abtei Münsterschwarzach  
Schweinfurter Straße 40  
97359 Schwarzach/Main  
Tel. 09324 / 20-0  
[www.solar-abtei.de](http://www.solar-abtei.de)

Bioenergie Oberspiesheim  
Spiesheimer Weg 30  
97509 Kolitzheim  
Ansprechpartner: Herr Scheithauer  
09523 / 50382-10

Biogasanlage Unsleben  
Herr Demar  
Agrokraft Streutal GmbH & Co KG  
Heustreuer Feld 5  
97618 Unsleben  
Tel. 09771 / 621045  
[www.agrokraft-streutal.de](http://www.agrokraft-streutal.de)

Biogasanlage Bad Königshofen  
Herr Klöffel  
Bioenergie GmbH & Co. KG  
Am Energiepark 1  
97631 Bad Königshofen  
Tel. 09766 / 9253

Biogasanlage Mellrichstadt  
Herr Demar  
Agrokraft Streutal GmbH & Co.KG  
Hendunger Straße 35  
97638 Mellrichstadt  
Tel. 09771 / 621045  
[www.agrokraft-streutal.de](http://www.agrokraft-streutal.de)

MR Rhön-Spessart-Main GmbH  
Hammelburgerstraße 26  
97723 Oberthulba  
Tel. 09736 / 75195-3

Zündstrahlmotor zur Gewinnung  
von Energie aus Deponiegas  
Ansprechpartner LRA Main-Spessart  
Herr Gabriel  
Marktplatz 8  
97753 Karlstadt  
Tel. 09353 / 793-1728

Agrokraft Großbardorf  
GmbH & Co. KG  
Bickenberg 5  
97633 Großbardorf  
Herr Seith  
Tel. 09766 / 941105

Grüngut-Service GbR  
Denkmalstraße 1  
97789 Oberleichtersbach  
Tel. 09741 / 1241

Anlage zur Verbrennung von Holz,  
Holz-Hackschnitzel und  
Biogas mit BHKW  
Agrarhöfe Kaltensundheim  
Mittelsdorfer Straße  
98634 Kaltensundheim  
Tel. 036946 / 21 70

## 2. Wasserkraft

### Einführung

Die Nutzung der Wasserkraft als saubere, emissionsfreie Energie hat in Bayern eine lange Tradition. Begünstigt durch gute Gefälleverhältnisse und meist ausreichende Wasserführung in den Bächen und Flüssen wurden bis 1850 rund 6.400 Anlagen in Bayern errichtet. Mit der Entwicklung unterschiedlicher Turbinentypen um die Jahrhundertwende und der durch Oskar von Miller angeregten Elektrifizierung Bayerns stieg die Anzahl der Wasserkraftwerke bis 1926 auf rund 11.900 Anlagen. Bis Mitte der zwanziger Jahre konnte somit der bayerische Strombedarf fast ausschließlich aus Wasserkraft gedeckt werden.

Die günstigere Kostenstruktur für Strom aus Kohle-, Öl- und Kernkraftwerken verursachte ab den sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts ein drastisches Sterben bei den Wasserkraftwerken. Heute existieren in Bayern noch etwa 4.200 Wasserkraftanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von rund 2.945 MW.

Jahr	Anzahl der Wasserkraftanlagen	Mittlere Leistung je Anlage in kW	Gesamtleistung in kW
1850	6.400	8	56.000
1900	10.200	14	140.000
1926	11.900	52	615.000
1988	4.244	636	2.700.000
2000	4.250	668	2.840.000
2005	4.243	671	2.849.000
2010	4.211	699	2.944.312

(Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt)

Wasserkraftwerke wandeln mit einem Laufrad (Turbine, Wasserrad oder Wasserschnecke) die aufgestaute potentielle Energie des Wassers in eine Drehbewegung um. Der mit dem Laufrad gekoppelte Generator erzeugt aus dieser dann elektrischen Strom.

Der Wirkungsgrad, das ist das Verhältnis der abgegebenen Nutzenergie (hier elektrischer Strom) zur eingesetzten bzw. vorhandenen Energie, liegt bei Wasserkraftwerken in der Regel bei 85 bis 90 %. Das bedeutet, dass 85 bis 90 % der im Wasser gespeicherten potentiellen Energie genutzt werden können. Durch Verluste im nachgeschalteten Getriebe und im Generator wird der Wirkungsgrad weiter reduziert, so dass der Gesamtwirkungsgrad bei ca. 65 bis 75 % liegt.

Bei der Errichtung von neuen Wasserkraftanlagen ist den Belangen des Gewässer- und Naturschutzes Rechnung zu tragen.

### Bautypen:

Man unterscheidet zwischen Laufwasserkraftwerken und Speicherkraftwerken.

In Laufwasserkraftwerken an Flüssen und Bächen kommen überwiegend Kaplan- und Francis-Turbinen zum Einsatz. Die Kaplan-Turbine wird vom Wasser durchströmt, hat verstellbare Laufschaufeln, teilweise auch verstellbare Leitschaufeln, und arbeitet ähnlich wie eine Schiffsschraube. Die Francis-Turbine besitzt verstellbare Leitschaufeln und ein Laufrad mit nicht verstellbaren Laufschaufeln, die vom Wasser umströmt und in Bewegung gesetzt werden.

Bei Speicherkraftwerken wird das in einem Speicherbecken (Talsperre oder Bergspeicher) aufgestaute Wasser über die Turbine abgeleitet. Hierfür werden zumeist Pelton-Turbinen eingesetzt. Über Düsen wird ein Wasserstrahl mit hohem Druck auf die löffelförmigen Schaufeln der Turbine gelenkt.

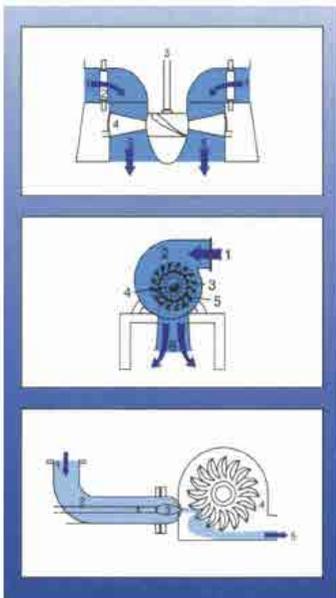


Bild: BayStMWVT

### Turbinenformen

#### Kaplan-turbine

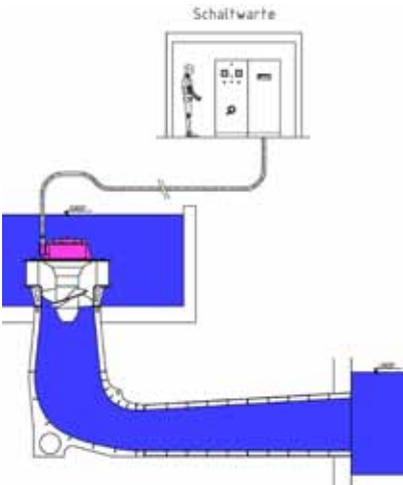
- 1 Wasserzufluß
- 2 verstellbare Leitschaufeln
- 3 Welle
- 4 verstellbare Laufschaufeln
- 5 Wasserabfluß

#### Francis-turbine

- 1 Wasserzufluß
- 2 Ringkanal
- 3 verstellbare Leitschaufeln
- 4 Welle
- 5 Laufrad
- 6 Wasserabfluß

#### Pelton-turbine

- 1 Wasserzufluß
- 2 Regelstange
- 3 Düse
- 4 Laufrad
- 5 Wasserabfluß



## Kleinwasserkraft DIVE-Turbine

Bei der DIVE-Turbine handelt es sich um eine Weiterentwicklung der herkömmlichen Kaplan-turbine. Sie ist ebenfalls doppelt reguliert, wobei die Drehzahlvariation die verstellbaren Laufschaufeln ersetzt.

Das Besondere an der Turbine ist der komplette Unterwasserbetrieb inklusive Generator. Der bauliche Aufwand wird dadurch erheblich reduziert und es ergeben sich neue Möglichkeiten, wie z.B. an bereits vorhandenen Querverbauungen in Fließgewässern.

Entwickelt und zur Marktreife gebracht

wurde die DIVE von Fella Maschinenbau GmbH Amorbach in Zusammenarbeit mit Oswald Elektromotoren GmbH in Miltenberg.

Die Fertigungstiefe für dieses Produkt beträgt annähernd 100 %.

## Vergütungssätze „Strom aus Wasserkraft“ nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2012

Für Strom aus Wasserkraft beträgt die Vergütung

bis einschließlich einer Bemessungsleistung	500 kW	12,7 Cent / kWh
bis einschließlich einer Bemessungsleistung	2 MW	8,3 Cent / kWh
bis einschließlich einer Bemessungsleistung	5 MW	6,3 Cent / kWh
bis einschließlich einer Bemessungsleistung	10 MW	5,5 Cent / kWh
bis einschließlich einer Bemessungsleistung	20 MW	5,3 Cent / kWh
bis einschließlich einer Bemessungsleistung	50 MW	4,2 Cent / kWh
ab einschließlich einer Bemessungsleistung	50 MW	3,4 Cent / kWh

Der Anspruch auf die Vergütung besteht ab dem Abschluss der Maßnahme für die Dauer von 20 Jahren zuzüglich des restlich verbleibenden Teils des Jahres, in dem die Maßnahme abgeschlossen worden ist.

Die Vergütungen gelten für Strom aus Anlagen, die vor dem 1. Januar 2013 in Betrieb genommen werden. Sie gelten ferner für Strom aus Anlagen, die nach dem 31. Dezember 2012 in Betrieb genommen werden, mit der Maß-

gabe, dass sich ab dem Jahr 2013 die Vergütungen jährlich zum 1. Januar um 1,0 Prozent verringern.

Der Anspruch auf die Vergütung besteht auch für Strom aus Anlagen, die vor dem 1. Januar 2009 in Betrieb genommen wurden, wenn nach dem 31. Dezember 2011 die installierte Leistung oder das Leistungsvermögen der Anlage erhöht wurde oder die Anlage mit einer technischen Einrichtung zur ferngesteuerten Reduzierung der Einspeiseleistung erstmals nachgerüstet wurde und wenn die Wasserkraftnutzung den Anforderungen des Wasserhaushaltsgesetzes entspricht.

Durch konsequente Ausschöpfung nahezu aller rentabler Standorte, wie wasserreicher Flüsse und Gebirge mit großen Höhenunterschieden, ist mittlerweile ein Großteil West- und Mitteleuropas mit großen Wasserkraftwerken erschlossen. Die Bundesrepublik Deutschland erreicht mit rund 20 kW / km<sup>2</sup> an nutzbarem Wasserkraftangebot etwa den weltweiten durchschnittlichen Mittelwert. Es handelt sich hier vorwiegend um Fluss- und Speichersee-Kraftwerke mit Leistungen jeweils zwischen einigen hunderttausend und mehreren Giga-Watt.

69

Die Vielzahl von Klein- und Kleinstanlagen mit ihren, auf den ersten Blick „kaum nennenswerten“ Leistungsausbeuten wird in dieser Bilanz jedoch meist noch nicht einmal berücksichtigt, obwohl sie nicht bloß in kleinen Randlagen zur autarken Energieversorgung oder Unterstützung betrieben werden. Anlagen bis 1000 kW werden als „Kleinanlagen“, solche unter 100 kW als „Kleinstanlagen“ bezeichnet.

Ein Großteil davon ist entweder gar nicht erfasst oder nicht mehr bzw. noch nicht in Betrieb. Allein auf dem Boden der alten Bundesrepublik Deutschland befinden sich noch einige tausend alter Wassermühlen entlang nahezu aller Wasserläufe. Von diesen könnten wiederum zumindest ein Teil als eigenständige Klein- oder Kleinstkraftwerke weiter bzw. wieder betrieben werden.

Diese Tabelle zeigt eine Auflistung der alleine in Bayern 2010 erfassten Wasserkraftwerke. Hierbei wird vor allem die große Anzahl der „Kleinstanlagen“ deutlich.

## Ausbauleistung und Anlagenanzahlen der Wasserkraftwerke in Bayern

Ausbauleistung [kW]	Anzahl [Stück]	Anzahl [%]	Ausbauleistung [kW]	Ausbauleistung [%]	Jahresarbeit [GWh]	Jahresarbeit [%]
0 - 9	1.006	23,75	5.560,30	0,19	20,49	0,15
10 - 24	1.295	30,57	20.340,20	0,69	89,31	0,67
25 - 49	777	18,34	26.976,10	0,92	137,24	1,03
50 - 99	440	10,39	30.156,20	1,03	161,63	1,21
100 - 499	389	9,18	82.818,20	2,85	454,75	3,42
500 - 999	52	1,23	35.278,80	1,20	173,94	1,31
1.000 - 4.999	110	2,60	250.649,00	8,52	1.227,64	9,22
5.000 - 9.999	42	0,99	305.579,00	10,39	1.661,15	12,48
10.000 -	68	1,61	2.182.875,00	74,22	9.389,20	70,51
Ohne Leistungsangabe	57	1,35				
<b>Summen</b>	<b>4.236</b>	<b>100,00</b>	<b>2.941.232,80</b>	<b>100,00</b>	<b>13.315,35</b>	<b>100,00</b>

Stromerzeugung der Wasserkraftanlagen (in Betrieb) in Bayern, Stand 07/2011  
(Quelle: Datenbank Wasserwirtschaft, Wasserkraftanlagen in Bayern)

Aufgrund ständig wachsender ökologischer und energiepolitischer Probleme sowie steigender Rentabilität ist dieser Gesichtspunkt durchaus nicht mehr zu vernachlässigen. Es ist daher nicht einzusehen, dass diese Energiequellen brachliegen anstatt genutzt zu werden.

Heutige Wasserkraftwerke scheinen, sowohl an technischer Reife als auch in ihren Dimensionen kaum noch etwas mit den ursprünglichen Wasserrädern gemein zu haben. Trotz vermeintlich „überholter“ Technik können in diesem Zusammenhang auch heute noch Wasserräder in Leistungsbereiche bis ca. 30 kW eine sinnvolle Alternative zu den sonst verbreiteten Turbinen sein. Gegenüber diesen besitzen sie vor allem bei stark schwankenden Wassermengen aufgrund ihrer meist hohen Schwungmasse ein beträchtliches Arbeitsvermögen und einen relativ guten Wirkungsgradverlauf bei Teilbeaufschlagung.

Gerade an kleineren Fluss- und Bachläufen mit bestehenden alten Einrichtungen kommt daher eine andere Nutzungsform ohne grundlegende bauliche und landschaftliche Veränderungen meist gar nicht in Frage. Auch zeitaufwendige Genehmigungsverfahren und die hohen Baukosten würden ansonsten die oft bescheidene Rentabilität einer solchen Kleinanlage wieder in Frage stellen. In solchen Fällen bietet sich auch heute noch der weitere oder sogar neue Betrieb eines Wasserrades an.

Die Vielfalt und die Feinheit „alter“ Wassermühlen und -räder können immer noch begeistern. Die beeindruckenden Dimensionen eines laufenden Wasserrades und die anschauliche und „begreifbare“ Technik faszinieren.

Verschiedene Baugrößen, Ausführungen und oftmals von der geographischen Lage und den verfügbaren Materialien abhängige, unterschiedliche Bauformen, machen diese Objekte schon allein aus historischer Sicht interessant und erhaltenswert. Die Einrichtungen sind zumeist idyllisch gelegen und längst ökologisch in ihrer Umgebung integriert.

Oftmals bestehen auch alte Wassernutzungsrechte weiter oder können relativ problemlos wiedererlangt werden. Bei günstigen Voraussetzungen, wie ausreichend großer Fallhöhen und beständiger Wassermenge, sind daher auch unter heutigen Gesichtspunkten viele alten Mühlen nicht nur nostalgisch sondern auch weiterhin zur Energiegewinnung geeignet. Da jede Mühle ein eigenständiges Bauwerk darstellt, ist zudem auch die jeweilige technische Lösung, die Kombination oder Integration vorgegebener alter mit moderner Technik eine interessante Aufgabe.

In den letzten Jahren hielt eine wohlbekannte und tausendfach erprobte Technologie Einzug in die Wasserkraft. Die archimedische Förderschnecke, hauptsächlich bekannt in Einhebwerken von Kläranlagen, wurde funktionell umgedreht und dient nunmehr in gereifter Technik in speziellen Marktsegmenten der Kleinwasserkraft.



Die Einsatzmöglichkeiten von Wasserkraftschnecken sind vielfältig. Sie eignen sich zur Nutzung des Klarwasserlaufes an Kläranlagen ebenso wie zur Sanierung von lecken Turbinenanlagen, defekten Wasserrädern, ehemaligen Bewässerungswehren und als Einsatz zur Restwassernutzung. Von Vorteil ist bei Wasserkraftschnecken, dass die notwendigen baulichen Maßnahmen und somit die Kosten sehr gering gehalten werden können. Hinzu kommt noch, dass diese sehr robust sind und keinen Feinrechen zur Treibgutabweisung benötigen sowie eine hohe Verschleißbeständigkeit und damit Wartungsfreundlichkeit aufweisen.

Eine Wasserkraftschnecke hat neben ihrer energetischen Funktionalität auch eine hohe ökologische Relevanz in der Form, dass die Wasserkraftschnecke für vielerlei Arten von Schwemmgut und auch Fische durchgängig ist. Zusätzlich wird Wasser mit Sauerstoff angereichert, was zu einer Verbesserung der Wasserqualität im tiefer liegenden Gewässer führt. Somit stellt sie eine hervorragende Alternative in der Wasserkrafttechnik dar.

Wasserkraftschnecken erreichen hohe Wirkungsgrade. Nach aktuellen Versuchsreihen wird ein Wirkungsgrad von 85 % und darüber erreicht. Ihr

Vorteil gegenüber Turbinen liegt im flachen, stabilen Wirkungsgradverlauf, der selbst bei geringen Zuflussmengen ab ca. 30 % eine effiziente Nutzung erlaubt. Ein weiterer Vorteil ist, dass sie im Vergleich zu Turbinenanlagen wegen geringerer Wasserüberdeckung im Auslauf, meist keine Tiefbauarbeiten im Unterwasserbereich erfordern. Aufgrund dieser Tatsache kann der Einbau einer Wasserkraftschnecke in einen Flusslauf meist ohne Veränderung des natürlichen Flussbettes erfolgen.

### **Autor:**

**Michael Imhof**

Agenda 21-Arbeitskreis Ressourcen, Landkreis Main-Spessart

### **Beispiele**

Wasserkraftwerk  
eh. Lumpenmühle an der Lohr  
Drehzahlvariable  
Propellerturbine 75 kW  
Günter Fella  
Am Grundlosen Brunnen 2  
63916 Amorbach  
Tel. 09373 / 9749 - 0  
Fax 09373 / 9749 - 49  
Mail: info@fella-gmbh.de

Wasserkraftanlage  
Rödermühle in Diebach  
Otmar Huppmann  
97762 Hammelburg  
Tel: 09732 / 2746

Wasserkraft 35 kW  
Ferienhof Herrnmühle  
Arno Reiß  
Herrnmühle 1  
97618 Hollstadt  
Tel. 09773 / 262  
www.ferienhof-herrnmuehle.de

Wasserkleinkraftanlage  
an der Lohr mit  
Wasserkraftschnecke - Kupfermühle  
Michael Imhof  
Partensteiner Straße 30  
97816 Lohr a. Main  
Tel. 09352 / 89350

Info-Zentrum Erneuerbare Energien  
Manfred Rätsch  
Von-Bibra-Str. 27  
97708 Steinach  
(Untere Steinsmühle)  
Tel: 09708 / 292

Wasserrad Museum Papiermühle  
Homburg  
9 m Rad überschlänglich  
Johannes Follmer  
Gartenstraße 11  
97855 Homburg  
Tel. und Fax: 09395 / 99222  
Mail: info@homburger-  
papiermanufaktur.de

## 3.1 Windenergienutzung durch Großwindkraftanlagen

### Einführung

Die Windenergie wird bereits seit Tausenden von Jahren durch Menschen genutzt, sei es als die klassische Getreidemühle oder zum Transport (Segelschiffe). Seit etwas mehr als 30 Jahren werden moderne Windenergieanlagen verstärkt zur Erzeugung von Elektrizität gebaut.

Ursache für alle atmosphärischen Strömungen (Wind) sind Druckunterschiede, die wiederum durch Temperaturunterschiede verursacht werden. Da nicht nur zwischen unterschiedlichen Breitengraden, sondern auch zwischen Land- und Wasserflächen, aber auch zwischen der Tag- und Nachtseite der Erde großräumig stets große Temperaturunterschiede auftreten, sind windstille Gebiete räumlich und zeitlich begrenzt.

Die Windverhältnisse in kleinräumigen Flächen oder Gebieten werden bestimmt durch das regionale Windklima, die Hindernisdichte (Oberflächenrauigkeit) und die Form des Geländes (Orographie).

74

Moderne Windenergieanlagen oder auch Windkraftanlagen können Luftströmungen ab einer Windgeschwindigkeit von ca. 3 m/s über Rotoren als Antrieb nutzen. Durch geeignete Ankopplung von Generatoren wird die Drehbewegung in Elektrizität gewandelt.

### Anlagentypen

Aufgrund des hohen Wirkungsgrades und der günstigen Herstellungskosten haben sich dreiflügelige Windkraftanlagen mit horizontaler Drehachse großtechnisch durchgesetzt. Neben unterschiedlichsten Rotordurchmessern und Nabenhöhen werden serienmäßig Anlagen mit unterschiedlichen Generatoren und Netzkopplungskonzepten angeboten.

Üblicherweise werden doppelt gespeiste Asynchrongeneratoren, mehrpolige Asynchrongeneratoren und vielpolige Synchrongeneratoren mit Wechselrichterkopplung in die marktgängigen Anlagentypen eingebaut.

### Windenergienutzung in Unterfranken

Auch in Unterfranken und im übrigen Bayern ist Windenergie die Quelle zur Stromerzeugung aus regenerativer Energie mit erheblichem Ausbaupotenzial. Hinzu kommt, dass die Erzeugung in der Nähe der Verbrauchszentren keine zusätzlichen Netzkapazitäten erfordert. Weiterhin verstetigen zusätzliche

Windenergieanlagen im Binnenland die Gesamteinspeisung aus Wind in ganz Deutschland. Abgesehen von freien Lagen der Hochröhren sind die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten in Unterfranken niedriger als in Küstennähe. Dennoch lässt sich mit modernen Anlagen, die inzwischen Nabenhöhen von 140 Metern und mehr erreichen, an entsprechend windhöffigen Stellen auch in Unterfranken die Windenergie wirtschaftlich nutzen.

### **Information und Beratung**

Bevor ein Windpark tatsächlich gebaut werden kann, muss das Vorhaben einen mindestens einjährigen Planungs- und Genehmigungsprozess durchlaufen, der sich aber auch wesentlich länger hinziehen kann. Sowohl das Versagen der Genehmigung als auch mögliche Veränderungen der wirtschaftlichen Randbedingungen, z.B. durch Senkung der gesetzlich geregelten Vergütung, stellen angesichts hoher Kosten für Planung und Gutachten ein finanzielles Risiko dar. In der Regel übernehmen Windenergie-Projektierungsbüros dieses Risiko bis zur Übernahme des Projektes durch eine Betreibergesellschaft, deren Gesellschafter idealerweise Bürger der Standortgemeinde sind und weitere Geldgeber aus der Region.

Im Bayerischen Windenergieerlass ist komprimiert dargelegt, unter welchen Voraussetzungen Windenergieprojekte in Bayern genehmigt werden.

[www.stmug.bayern.de/umwelt/oekoenergie/windenergie/doc/windenergie\\_erlass.pdf](http://www.stmug.bayern.de/umwelt/oekoenergie/windenergie/doc/windenergie_erlass.pdf)

Weitere Informationen sind auch auf der Website des Bundesverbandes Windenergie e.V. zu finden: [www.wind-energie.de](http://www.wind-energie.de)



Armierungsarbeiten für das Stahlbetonfundament einer VESTAS V 90 am Standort Mainstockheim  
(Quelle: VOLTA Windkraft GmbH)



VESTAS V 90 mit 2000 kW Nennleistung und 125 m Nabenhöhe am Standort Mainstockheim, fotografiert vom Maschinenhaus der benachbarten WEA  
(Quelle: VOLTA Windkraft)

**Autor:**

Dipl.-Ing. **Manfred Dürr**  
VOLTA Windkraft GmbH, Ochsenfurt

## 3.2 Kleinwindkraftanlagen

Der Gesetzgeber unterteilt die Windkraftanlagen in die drei Kategorien genehmigungsfrei bis 10 m, baurechtlich bis 50 m und immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig ab 50 m Höhe.

Da die Wirtschaftlichkeit der Kleinwindkraftanlagen zu Großanlagen deutlich ungünstiger ausfällt, werden die kleineren Anlagen bis 50 m Höhe aus unterschiedlichen Beweggründen heraus geplant. So werden solche Anlagen oft als Inselanlagen für alleinstehende Gebäude und zur Eigenstromversorgung konzipiert. Die Wirtschaftlichkeit bezieht sich dabei nicht auf die Einspeisevergütung in das öffentliche Stromnetz sondern auf die eingesparten Stromkosten.

Da diese kleinen Anlagen weniger standardisiert sind als die großen Anlagen der Megawattklasse sind es oft die Angaben der Hersteller, die zu Kaufentscheidungen führen.

Eine erste Abschätzung, ob ein Standort für Kleinwindkraftanlagen überhaupt geeignet ist, kann über die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten am Aufstellort, die z.B. über den „Bayerischen Energieatlas“ abgefragt werden können, abgeklärt werden.

78

<http://www.energieatlas.bayern.de/energieatlas.html>

Die tatsächlichen Windgeschwindigkeiten vor Ort können davon jedoch deutlich abweichen, so dass lediglich eine Langzeitmessung am Aufstellort belastbare Daten liefern kann. Seriöse Hersteller von kleinen Windkraftanlagen bieten solche Messungen vor der Errichtung der Anlagen an und ermitteln daraus die Wirtschaftlichkeit der Anlage.

Es ist zu erwähnen, dass selbst Anlagen die genehmigungsfrei wären, das allgemeine Baurecht beachten müssen. Diesbezüglich ist es wichtig, sich vorab an das örtliche Bauamt zu wenden.

Windkraftanlagen sind generell mit Lärm- und Schattenwurfimmissionen verbunden, die sowohl den Betreiber selbst als auch die Nachbarschaft beeinträchtigen können. Anlagenhersteller, die behaupten, dass von ihren Anlagen keine Emissionen ausgehen, sollten eher kritisch hinterfragt werden. Besonders kritisch sind Anlagen zu sehen, die mit einem Gebäude verbunden

sind, da Schwingungen und Lärm durch den Rotormast ins Gebäude abgeleitet werden können.

Auch für kleine Windkraftanlagen sollten Schalleistungsdaten durch den Anlagenhersteller nachgewiesen werden, die auf Grund einer Typvermessung an einem Referenzstandort ermittelt wurden.

### **Das Windenergiehandbuch**

<http://windenergie-handbuch.de/wp/wp-content/uploads/2012/01/Windenergie-Handbuch-2011.pdf>

berichtet von Schalleistungspegeln bei Kleinwindkraftanlagen von 74 bis 94 dB(A) bei maximaler Anlagenleistung.

Die Problematik des Schattenwurfes ist in der Regel bei Kleinwindkraftanlagen weniger stark ausgeprägt, dies sollte aber dennoch nicht außer Betracht gelassen werden. Auch hier ist der Anlagenbauer in die Pflicht zu nehmen.

#### **Autor:**

**Dieter Fuchs**

Umweltschutzingenieur, Landratsamt Bad Kissingen

## 4. Energie-Atlas Bayern 2.0

[www.energieatlas.bayern.de](http://www.energieatlas.bayern.de) - Energie in Bayern

Als kostenloses Internetportal der Bayerischen Staatsregierung bietet der Energie-Atlas Bayern eine Fülle von Informationen zu Energiesparen, Energieeffizienz und erneuerbaren Energien.

### **Folgende Inhalte bietet der Energie-Atlas Bayern unter anderem:**

- Übersicht über Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien
- Günstige und weniger günstige Standorte für die Erzeugung erneuerbarer Energien
- Grundlagen für die Planung (z.B. Schutzgebiete)
- Ansprechpartner und Beispiele aus der Praxis
- Informationen zu Technologien, Fördergeldern und Genehmigungen
- Tipps zum richtigen Vorgehen beim Einsatz erneuerbarer Energien

Der Energie-Atlas besteht aus zwei Teilen, die eng miteinander verzahnt sind. Ein interaktiver Kartenteil mit Karten aus ganz Bayern, in dem eine Vielzahl von Informationen abgerufen werden können, so zum Beispiel die aktuellen Standorte der Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien.

Der Textteil enthält Informationen rund um das Thema Energie und ergänzt damit den Kartenteil inhaltlich. Es finden sich unter anderem Datenbanken mit Suchmöglichkeiten (z.B. für Praxisbeispiele und Ansprechpartner), Links und Downloads (z.B. zur Förderung) oder Schritt-für-Schritt-Anleitungen für das richtige Vorgehen beim Einsatz erneuerbarer Energien.

In der 2. Entwicklungsstufe ist der Energieatlas Bayern interaktiver und komfortabler geworden und bietet nun zusätzlich folgende Informationsmöglichkeiten:

- Solarflächeninformationsbörse und Abwärmeeinforationsbörse (aktives Mitwirken der Nutzer)
- persönlich konfigurierbare Recherche- und Auswertungsfunktion im Kartenteil inkl. Downloadmöglichkeit (z.B. „Zeige mir alle Windkraftanlagen im Landkreis, die für Repowering in Frage kämen“).
- EEG-Anlagenaktualisierung (rund 100.000 neu erfasste Anlagen, damit knapp 400.000 Anlagen, das sind ca. 96 % der Energieerzeugungsanlagen in Bayern).

- Planungsgrundlagen Windkraftanlagen: neben der Gebietskulisse Windkraft stehen nunmehr weitere Daten im Kartenteil bereit, z.B. Erdbebenmessstationen, Wetterradarstationen, Hochspannungsnetze. Und ganz aktuell: Darstellung militärischer Einrichtungen und Darstellung von Baudenkmälern, Bodendenkmälern, Baudenkmalensembles einschließlich Kennzeichnung der landschaftsprägenden Denkmäler.

Das Thema Energie geht die ganze Gesellschaft an. Um den unterschiedlichen Bedürfnissen und Fragestellungen gerecht zu werden, bietet der Energie-Atlas seine Informationen maßgeschneidert für drei Zielgruppen an: Bürger, Kommunen und Unternehmen.

**Quelle:**

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit  
 Rosenkavalierplatz 2  
 81925 München  
 Telefon: 089 / 9214 - 00  
 Fax 089 / 9214-2266  
 Mail:poststelle@stmug.bayern.de



Startseite [www.energieatlas.bayern.de](http://www.energieatlas.bayern.de)  
 (Quelle: Energieatlas Bayern)



Anlagenstandorte am Beispiel der Windkraftanlagen in der Region Mairiedeck  
(Quelle: Energieatlas Bayern)

## Benzin und Diesel

Mehr noch als im Gebäudebereich ist der motorisierte Individualverkehr mit Verbrennungsmotoren fast ausschließlich vom Erdöl abhängig. Dabei belastet der Verkehr die Umwelt immens und stellt für die Gesundheit der Menschen eine erhebliche Gefahr dar. Der Verkehr zu Lande, zu Wasser und in der Luft ist für die Freisetzung von etwa 20 % der vom Menschen verursachten Treibhausgase verantwortlich. Somit ist der Transport von Menschen und Gütern in erheblichem Maße am Klimawandel beteiligt. Hinzu kommt die Emission von Luftschadstoffen und Lärm. Neben Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen sind insbesondere krebserregende Stoffe wie Dieselruß, Benzol und Feinstaub eine Gefahr für die menschliche Gesundheit. Der permanente Straßenverkehrslärm in Ballungszentren und Städten führt zudem zu Stress, der sich wiederum negativ auf das allgemeine Wohlbefinden auswirkt und dauerhaft für seelische und körperliche Erkrankungen verantwortlich sein kann. Dadurch wird die Lebensqualität in unseren Städten stark beeinträchtigt.

Trotz Bemühungen und technischer Fortschritte im Pkw-Bereich wurden in den letzten Jahrzehnten nahezu alle Einsparmaßnahmen durch gleichzeitige „Komfortverbesserungen“ und mehr Fahrzeugmasse wieder zunichte gemacht, so dass der Durchschnittsverbrauch weiter auf viel zu hohem Niveau stagniert. Erste Ansätze mit „3-Liter-Autos“ wurden bis auf den Smart inzwischen wieder eingestellt. Der geringere Erlös für Hersteller und Verkäufer ließ diese Projekte einschlafen.

## Öle und Ester

Es gibt aber auch Alternativen zum herkömmlichen Brennstoff. Durch Beimischung von „Biodiesel“ oder „Bioethanol“ kann ein Teil des Erdöles durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt werden, bei weitem aber nicht der hohe derzeitige Gesamtverbrauch. Zudem wirft die Produktion von Biotreibstoffen andere Schwierigkeiten auf. Neben verschiedenen namhaften Instituten äußert sich auch das Bundesumweltamt in verschiedenen Studien kritisch zum Einsatz von Bioethanol in den Kraftstoffen E5 und E10 sowie dem Biodiesel, was an der Anbaupraxis des benötigten Rohstoffes liegt. Diese führt zu einem enormen Flächenverbrauch, Belastung der Böden und Gewässer durch Pestizide und die Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion. Die meisten Energiepflanzen werden zudem in Entwicklungsländern angebaut und wirken sich somit negativ auf die Lebenssituation der Menschen in diesen Regionen aus. Hingegen ist lokal angebautes Rapsöl einfach und ohne großen Energieaufwand von Landwirten in regionalen Ölmühlen herzustellen

und kann bei einigen entsprechend umgerüsteten Dieselmotoren als beinahe CO<sub>2</sub>-neutraler Ersatz für Diesel aus Erdöl eingesetzt werden ([www.bio-kraftstoffe.info](http://www.bio-kraftstoffe.info)). Allerdings kann auch Rapsöl nur in geringem Umfang die derzeit für unsere Mobilität benötigte Energie bereitstellen.

### **Methan**

Obwohl schon länger am Markt, fristet die Nutzung von Methan immer noch ein Nischendasein. Selbst bei nicht nachhaltiger Nutzung des sog. Erdgases reduzieren sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen und auch die Feinstaubemissionen gehen gegen Null (<http://www.erdgas-mobil.de/privatkunden/umweltschoenend/>). Wir brauchen dafür keine neue Technik, wie bei reinem Wasserstoff, und verfügen bereits über eine gute Infrastruktur mit Speichern, Leitungen und Personal. Selbst die Anzahl von ca. 1000 Tankstellen ([http://www.erdgas-mobil.de/privatkunden/verfuegbar/tankstellenfinder/?no\\_cache=1](http://www.erdgas-mobil.de/privatkunden/verfuegbar/tankstellenfinder/?no_cache=1)) in der BRD ist nicht problematisch, da die Reichweite der Fahrzeuge ca. 400 - 500 km beträgt. Darüber hinaus gibt es bereits die ersten Anlagen, die Methan aus biologischen (<http://www.biogasregister.de/>) bzw. synthetischen Prozessen ökologisch herstellen und ins Gasnetz einspeisen.

Glücklicherweise haben jedoch einige große Auto-Hersteller wie etwa VW, das Thema für sich erkannt und bieten eine Reihe von höchsteffizienten Methan-Fahrzeuge an.

### **Elektrischer Strom**

In den vergangenen Jahren rückt außerdem ein Antriebskonzept aus den Anfängen (<http://de.wikipedia.org/wiki/Elektrofahrzeug>) der Automobilität vor über 100 Jahren wieder mehr in den Blickpunkt. Durch den höheren Wirkungsgrad des Elektromotors - etwa 65 % der eingesetzten Energie kommen am Rad an, hingegen nur 15 - 20 % bei Verbrennungsmotoren - lässt sich durch Elektroantriebe wirkungsvoll eine Reduzierung des Primärenergiebedarfes realisieren. Die benötigte Energie kann jedoch zunehmend durch erneuerbare Energiequellen bereitgestellt werden. Bei den elektrischen Schienenfahrzeugen wirken sich diese Vorteile bereits seit Jahrzehnten positiv aus. Nach den ersten weit verbreiteten Elektroautos zu Beginn des automobilen Zeitalters und der anschließenden Vorherrschaft von Verbrennungsmotoren begannen nun vor etwa 30 Jahren Elektromobilitätspioniere in Europa damit, diese Technik mit der neu entstehenden Stromerzeugung aus Sonnenlicht (Photovoltaik) zu kombinieren. Auch heute noch sind die langlebigen Elektroleichtmobile wie CityEL, Twike, aber auch kleinere KFZ wie der Kewet auf den Straßen anzutreffen.

Mit der Integration von Elektrofahrzeugen in das Stromnetz im Zusammenhang mit „intelligenten Stromzählern“ (Smart Meter) ergeben sich ferner völlig neue Möglichkeiten, die Gesamteffizienz der Stromversorgung zu erhöhen. Zum einen können die Akkus am Stromnetz als Speicher für Netzüberschüsse, vor allem aus Wind- und Solarstrom, genutzt werden, aber auch umgekehrt im geladenen Zustand als Anbieter von Regelenergie kurzfristige Bedarfsspitzen im Netz ausgleichen, ohne dass fossile Kraftwerke hochgefahren werden müssen. Dadurch wird zusätzlich der Verbrauch fossiler Energieträger reduziert und weniger CO<sub>2</sub> erzeugt. Durch diesen Ansatz einer dezentralen Energieüberschussspeicherung kann auch eine Entlastung der Stromnetze erfolgen. Außerdem können Besitzer von Photovoltaik-Anlagen durch den Einsatz einer Puffer-Batterie ihren Eigenstromverbrauch erheblich steigern und ihr Elektroauto preiswerter aufladen. Die Nutzung von selbst hergestelltem Strom für die Mobilität garantiert darüber hinaus fixierte Kilometer-Stromkosten und löst den Besitzer eines Elektroautos von den Preisschwankungen auf dem Strommarkt, ganz abgesehen von den nicht vorhersehbaren Preisentwicklungen auf dem Erdölmarkt.

Im Hinblick auf das Laden eines Elektroautos wurde bisher hauptsächlich an der heimischen Schuko-Steckdose bzw. an Unternehmens-Ladepunkten nachgeladen. Nun steht aber auch der Ausbau von öffentlichen Stromtankstellen, z.B. mit reservierten Parkplätzen im öffentlichen Parkraum, Tiefgaragen sowie Groß- und Firmenparkplätzen an. Entsprechende Entwicklungen sind in der Region und ganz Deutschland sichtbar. Dabei spielt die Vereinheitlichung der Anschlussstecker eine große Rolle, auch um die Elektrofahrzeuge in das Stromnetz einzubinden. In Europa wird die Ladeinfrastruktur Schritt für Schritt nach IEC 62196-2 aufgebaut und zunehmend der einheitliche Steckertyp 2 (MENNEKES®-Stecker) eingesetzt. Drei unterschiedliche Lademodi definieren die zur Verfügung stehende Spannung und Stromstärke, sowie die hieraus resultierende Ladegeschwindigkeit. Zusätzliche Sicherheits- und Verriegelungsfunktionen machen das Strom-Tanken auch für den technisch unbedarften Nutzer sicher.

Neben der bereits genannten Schuko-Steckdose für geringe Ladeleistungen (bis zu den kleineren Elektrofahrzeugen ausreichend) und dem Typ 2 für schnelleres Laden, haben sich als Ladestecker in Europa Ladestationen mit CEE-Systemsteckern bewährt und etabliert (in Blau für 230 V/16 A und Rot 400 V/16 A oder 32 A). Diese sind jedoch vorwiegend im gewerblichen Bereich anzutreffen. Außer dem Laden mit Wechselstrom kommt aus Japan das momentan leistungsfähigste Lade-System CHAdeMO. Dieses bietet

die aktuell schnellste Möglichkeit für die Ladung mit Gleichstrom. Aber auch kabellose Ladungen über Induktion sind inzwischen möglich. Abgesehen von den technischen Grundlagen für sicheres Laden wird die Abrechnung für den Ladestrom-Bezug unterwegs noch unterschiedlich gehandhabt - von kostenfrei bis hin zu Kundenkarten oder via Mobiltelefon.

Europas führendes und ältestes Online-Register der Ladestationen für Elektrofahrzeuge findet man unter [www.lemnet.org](http://www.lemnet.org). Mit einer Mitgliedschaft bei Park & Charge e.V. und Zahlung einer geringen Jahres-Strom-Flatrate können mit dem europaweit einheitlichen Schlüssel die in vielen Verzeichnissen - wie dem LEMnet - zu findenden Ladestationen für das Reisen genutzt werden. Anmeldeformulare gibt es unter [www.park-charge.de](http://www.park-charge.de).

Da die Elektromobilität enorme Potenziale zur Verringerung von CO<sub>2</sub> - und lokalen Schadstoffemissionen bietet, hat die Bundesregierung bereits Ende 2007 unter anderem die Elektromobilität als wichtigen Baustein für eine energieeffiziente und zukunftsfähige Mobilität benannt. Ziel ist es, bis 2020 mindestens eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen zu bringen.

Auch die bayerische Staatsregierung beabsichtigt mit dem im Mai 2010 verabschiedeten Zukunftsprogramm „Aufbruch Bayern“ die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in diesem Bereich in ihrer Dynamik zu fördern sowie die Markteinführung von Elektrofahrzeugen im Freistaat zu erleichtern.



Ladestelle am Busbahnhof Bad Neustadt mit Schuko- und MENNEKES®-Stecker  
Foto: Alexander Schaub

Um im Rahmen dieser Strategie die elektromobile Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu stärken, wurde Bad Neustadt an der Saale im Juli 2010 zur ersten bayerischen Modellstadt für Elektromobilität ausgewählt, mit dem Auftrag, in Kooperation mit bayerischen Unternehmen Forschungsprojekte für die Umsetzung der definierten Ziele zu erarbeiten.

Der Fokus der Modellstadt ([www.m-e-nes.de](http://www.m-e-nes.de)) liegt seither auf der Entwicklung nachhaltiger Konzepte für die besondere Bedarfslage des ländlichen Raumes im Kontext der Energiewende. Das Hochschulinstitut Technologie Transfer Zentrum für Elektromobilität (TTZ-EMO) wurde im Zuge der Modellstadtaktivitäten in Bad Neustadt gegründet und hat im Jahr 2012 den Betrieb aufgenommen. Das TTZ-EMO begleitet einige der Projekte im Umfeld der Modellstadt wissenschaftlich (<http://ttz.fhws.de>).

Die Forschungsprojekte der Modellstadt umfassen insbesondere

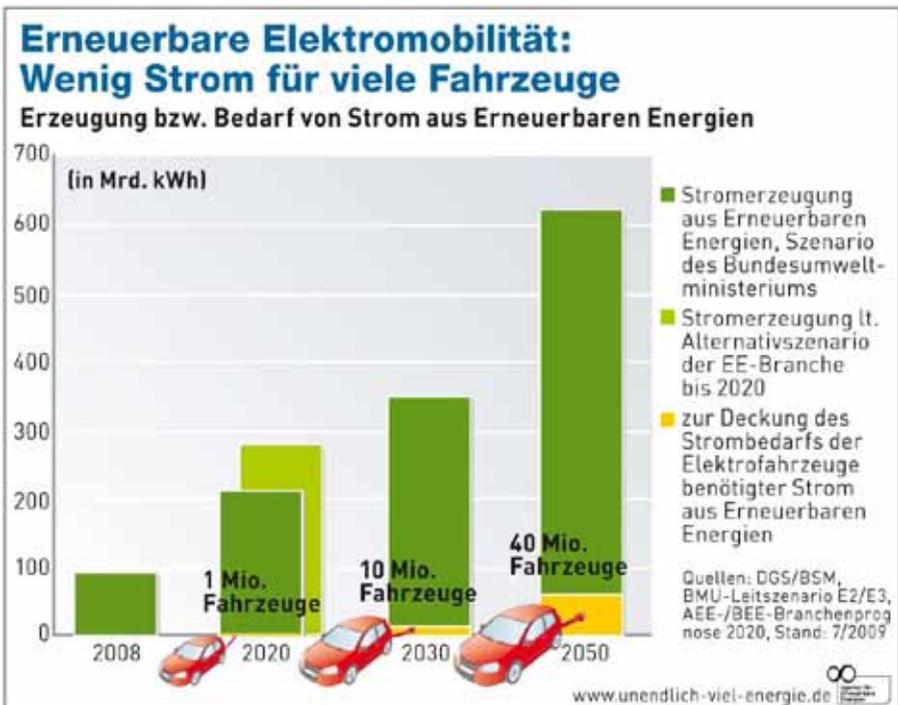
- die Aspekte der Energieerzeugung von erneuerbaren Energien auf dem Land
- Optionen für Verkehrskonzepte durch die Elektromobilität
- elektrische Speicherung von Strom
- Erhöhung der Energieeffizienz
- Akkumulatorenforschung
- E-Mobile Ausbildungskonzepte
- Material- und Elektronik-Komponentenentwicklung



Blick in den Motorraum eines Renault Fluence - Zero Emission

Bild: Sebastian Martin

Die Bundesregierung konnte sich bislang nicht auf eine Förderung für die Anschaffung von Elektrofahrzeugen durchringen, wie sie in vielen anderen Ländern zur Markteinführung üblich ist und konzentriert sich momentan auf die Unterstützung von Forschungsprojekten. Allerdings wurde die bisher schon bestehende Kraftfahrzeugsteuerbefreiung von fünf Jahren bei erstmaliger Zulassung - befristet bis Ende 2015 - auf zehn Jahre verlängert. Weiterhin wurden die Konditionen für die Dienstwagenbesteuerung sehr günstig gestaltet um den Einsatz von E-Mobilen im gewerblichen und kommunalen Umfeld voran zu bringen.



(Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)

Wer den Kauf eines neuen Autos unter Umweltschutzgesichtspunkten plant, findet in der jährlich aktualisierten Auto-Umweltliste des Verkehrsclub Deutschland e.V. VCD wertvolle Hinweise und Vergleichstabellen mit Schadstoff-Check und Bewertungen.

Konkrete Zahlen zum Erwerb und Betrieb eines Elektroautos unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten im Vergleich zu einem vergleichbaren Verbrenner-Fahrzeug liefert der Elektroauto-Rechner. <http://www.e-stations.de/rechner-easy.php>

Weiterhin gibt es beim VCD ([www.vcd.org](http://www.vcd.org)) eine vom Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt geförderte Broschüre als Kaufberatung für den passenden Autotyp und auch für Transporter.

### Energie- Effizienz in der Mobilität

Durch kleine Maßnahmen wie der Einsatz von Leichtlaufreifen und -ölen können jeweils ca. 4 -5 % der Spritkosten reduziert werden. Vor allem jedoch kann das persönliche Fahrverhalten durchschnittlich bis zu 10 % Kraftstoff einsparen. Speziell ausgebildete Fahrlehrer bieten auch Spritspar-Trainings an, die mit individuellen Tipps anschließend den Geldbeutel und die Umwelt entlasten ([www.ichundmeinauto.info](http://www.ichundmeinauto.info)).

**Das Geld liegt auf der Straße...**

**Vorteile von Leichtlaufreifen**



The advertisement features a central image of a tire on a road surface, with a 100 Euro banknote lying on the road in front of it. The text is arranged around this central image to highlight the benefits of light rolling resistance tires.

<p>Deutlich geringerer Spritverbrauch*</p> <p><b>Mögliche Ersparnis: bis zu 100 Euro**</b></p>	<p>Weniger klimaschädliche Kohlendioxid-Emissionen</p> <p>Gleichbleibend gute Straßenhaftung und hohe Laufleistung</p>
--	--

\*5% durch Umrüstung auf Leichtlaufreifen und 2% durch regelmäßige Überprüfung des Reifenstricks.  
\*\*Pro Jahr bei einem Mittelklassewagen und 25.000 km Fahrleistung.

Bildnachweis: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

### Fazit

Am meisten Einfluss auf den Energieverbrauch und damit verbunden die Umweltbelastungen hat jeder Einzelne bei der Bewältigung seiner Alltagswege durch die Möglichkeit der Verkehrsmittelwahl. Eine nachhaltige Mobilität, sprich der Verzicht auf die Nutzung des eigenen PKWs und der Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel, das Fahrrad oder die eigenen Füße, kann die beschriebenen Probleme drastisch reduzieren. Und dies meist günstiger, stressfreier und gesünder.

Denn die Hälfte aller Fahrten mit dem Auto sind kürzer als 5 Minuten. Diese Strecken können bequem und oftmals auch schneller mit dem Fahrrad oder zu Fuß zurückgelegt werden. Dies schützt das Klima, verbessert die Luftqualität und darüber hinaus wird durch die Bewegung die eigene Gesundheit gefördert.

Besonders Pendler sollten prüfen, ob der öffentliche Personennahverkehr nicht eine stressfreie und günstige Alternative zum Auto darstellt. Wer nicht auf das Auto verzichten kann, weil der ÖPNV kein passendes Angebot bereit hält und auch das Fahrrad nicht geeignet ist, sollte gemeinsam mit Nachbarn und Kollegen eine Fahrgemeinschaft gründen. Für Menschen, die das Auto nicht regelmäßig benötigen, bietet sich auch Carsharing an.

Entsprechende Informationen zum ÖPNV oder auch Carsharing-Angeboten in unserer Region finden sich im Internet auf den Seiten der Verkehrsbetriebe und der Seite des Bundesverbandes Carsharing ([www.carsharing.de](http://www.carsharing.de)).

### **Autoren**

#### **Günter Lieberth**

Energieberater (HWK)  
97475 Zeil am Main

#### **Roland Schwab**

Dipl.-Ing. (FH) Elektrotechnik  
Lokale Agenda 21, AG „Ökologisches Bauen“,  
Stadt Schweinfurt

#### **Sebastian Martin**

Projektleiter M-E-NES  
97616 Bad Neustadt

## Aufgaben und Ziele

In verschiedenen Landkreisen Unterfrankens sind seit mehreren Jahren Energieagenturen aktiv. Die meisten dieser Initiativen sind in Form gemeinsinniger Vereine organisiert oder einem Landratsamt zugeordnet.

Allen gemein ist das Ziel, in der Region ein Netzwerk von Energieberatern, Vereinen, Institutionen, Unternehmen und Kommunen zu knüpfen, das sich um die Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden, um rationellen Energieeinsatz, die Förderung des Einsatzes regenerativer Energien und um die Energieberatung kümmert. Indirekt sorgen die Energieinitiativen auch für eine Förderung der regionalen Wirtschaft und des Handwerks.

Die Energieagenturen stellen einen unabhängigen und neutralen Ansprechpartner für die Fragen der Bürger, für die Beratung der Kommunen und für die Unterstützung der Unternehmen dar.

Zielgruppe sind alle Akteure, die Entscheidungen über energierelevante Maßnahmen treffen, angefangen bei privaten Haushalten über kleine und mittelständische Unternehmen sowie große Industriebetriebe bis hin zu Gemeinden und Städten.

## Aufgaben

- Energieberatung für Bürger
- Energieberaterverzeichnis
- Unterstützung der Kommunen beim Energiemanagement
- Unterstützung der Kommunen bei Ausschreibung, Erstellung und Umsetzung von Energiekonzepten
- Bildung von Netzwerken
- Öffentlichkeitsarbeit
- Fachvorträge, Tagungen, Schulungen
- Förderberatung für Bürger, Kommunen und Unternehmen
- Aufklärung und Vorantreiben der Energiewende
- Coaching von Kommunen
- Grundlagenermittlung
- Integrierte Energiekonzepte und Machbarkeitsstudien

## Ziele

- Energieeinsparung und Klimaschutz
- Wertschöpfung in der Region
- Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien
- Unterstützung des regionalen Handwerks
- Förderung des Klimaschutzes mit der Energiewende
- Leitbildentwicklung

Energieagentur Bayerischer  
Untermain c/o Zentec GmbH  
Industriering 7  
63868 Großwallstadt  
Tel. 06022 / 26 - 1114  
Fax 06022 / 26 - 1111  
Mail: [gasper@energieagentur-untermain.de](mailto:gasper@energieagentur-untermain.de)  
[www.energieagentur-untermain.de](http://www.energieagentur-untermain.de)

Energieforum Miltenberg  
Aschaffenburg e.V.  
Mainbullau 124  
63897 Miltenberg  
Tel. 09371 / 80710  
Mail: [info@energieforum-mil-ab.de](mailto:info@energieforum-mil-ab.de)  
[www.energieforum-mil-ab.de](http://www.energieforum-mil-ab.de)

Energieagentur Unterfranken e.V.  
Domstraße 5  
97070 Würzburg  
Tel. 0931 / 4521 - 303  
Fax 0931 / 4521 - 305  
Mail: [info@ea-ufr.de](mailto:info@ea-ufr.de)  
[www.ea-ufr.de](http://www.ea-ufr.de)

Energieberater Franken e.V.  
Gerbrunner Weg 50  
97074 Würzburg  
Tel. 0931 / 20701014  
Fax 0931 / 32094020  
Mail: [info@energieberater-ev.de](mailto:info@energieberater-ev.de)  
[www.energieberater-ev.de](http://www.energieberater-ev.de)

Energieagentur Schweinfurter Land  
Landratsamt Schweinfurt  
Schrammstraße 1  
97421 Schweinfurt  
Tel. 09721 / 55 - 743  
Mail: [energieagentur@irasw.de](mailto:energieagentur@irasw.de)  
[www.energieagentur-sw.de](http://www.energieagentur-sw.de)

Umweltbildungszentrum UBiz  
Oberschleichach  
Pfarrer-Baumann-Straße 17  
97514 Oberaurach  
Tel. 09529 / 9222 - 0  
Fax 09529 / 9222 - 50  
Mail: [info@ubiz.de](mailto:info@ubiz.de)  
[www.ubiz.de](http://www.ubiz.de)

Energiesparkreis Rhön-Grabfeld  
c/o Stadtwerke Bad Neustadt a.d. S.  
Goethestraße 17/19  
97616 Bad Neustadt a.d.S.  
Tel. 09771 / 94 - 477  
(Ansprechpartner im Landratsamt)  
Tel. 09771 / 6220 - 10  
Fax 09771 / 6220 - 25  
Mail: [info@esk-rg.de](mailto:info@esk-rg.de)  
[www.esk-rg.de](http://www.esk-rg.de)

Energieinitiative  
Rhön und Grabfeld e.V.  
Elisabethastraße 31  
97631 Bad Königshofen  
Tel. 09761 / 397263  
Mail: [info@energie-rhoen.de](mailto:info@energie-rhoen.de)  
[www.energie-rhoen.de](http://www.energie-rhoen.de)

Energienetzwerk Landkreis  
Bad Kissingen  
Würzburger Str. 5  
97688 Bad Kissingen  
Tel. 0971 / 826 - 0  
Fax 0971 / 826 - 299  
Mail: [info@enkj.de](mailto:info@enkj.de)  
[www.enkj.de](http://www.enkj.de)

**Autor**  
Dipl.-Ing. **Günther Wanger**  
Energieagentur Unterfranken e.V.

## 1. Verhaltenbezogenes Energiesparen

Erste und effektive Maßnahmen, um Energie und damit Kosten einzusparen, sind Verhaltensänderungen, die zudem keine oder nur geringe Investitionen erfordern. Oft ist nicht viel notwendig, um ohne Verzicht Energie zu sparen. Die nachfolgenden Tipps zeigen, wie man mit geringem Aufwand Energie, Geld und so Ressourcen sparen kann.

### Für die Küche:

- immer mit geschlossenem Deckel kochen
- Topf oder Pfanne passend für die Herdplatte wählen, sodass keine Wärme verloren geht
- Herdplatten immer sauber halten, jede Verschmutzung behindert die Wärmeleitung
- vorzeitig Kochplatten und Backofen ausschalten und Restwärme nutzen
- aufs Vorheizen des Backofens verzichten
- Gefrorenes rechtzeitig bei Zimmertemperatur oder im Kühlschrank anstatt im Ofen oder Mikrowelle auftauen
- Wasserkocher oder Kaffeemaschine statt Topf und Kochplatte für die Zubereitung von Heißgetränken nutzen
- bei Kaffeemaschinen: Thermoskannen statt Glaskannen verwenden
- nur so viel Wasser erhitzen, wie benötigt wird, z.B. für eine Tasse Tee nur 1/4 l
- den Geschirrspüler immer voll beladen und möglichst Kurz- und Sparprogramme nutzen
- Kühl- und Gefriergeräte mit niedrigem Energieverbrauch (Kategorie A+++) kaufen
- Kühl- und Gefriergeräte öfters abtauen
- defekte Türdichtungen von Kühl- und Gefriergeräten sofort austauschen
- Kühlschrank nicht zu kalt einstellen, 7°C sind ausreichend
- Kühlschrank an gut durchlüfteter, möglichst kühler Stelle aufstellen
- nur abgekühlte und zugedeckte Lebensmittel in den Kühlschrank stellen
- Gefriergeräte in einem gut belüfteten, ungeheizten Raum (z.B. im Keller) aufstellen
- vorwiegend mechanische Küchengeräte verwenden

### Beim Waschen:

- strom- und wassersparende Geräte der Kategorie A+++ kaufen
- Waschmaschine und Trockner nur voll beladen laufen lassen
- weitestgehend bei niedrigen Temperaturen bzw. im „Sparprogramm“ waschen
- generell auf den Vorwaschgang verzichten
- biologisch abbaubare Kompaktwaschmittel oder Baukastensysteme anstelle von herkömmlichen Vollwaschmitteln verwenden, da sie weitaus weniger das Abwasser belasten
- Wäsche möglichst an der Luft trocknen lassen
- Bügelwäsche bügelfeucht aus dem Trockner nehmen
- nach jedem Trocknen den Luftfilter der Maschine reinigen

### Beim Heizen:

- 20 °C Raumtemperatur im Wohnzimmer und 16 °C im Schlafzimmer reichen aus, 1 °C mehr = 6 % höherer Verbrauch
- nachts das Thermostatventil herunterdrehen bzw. die automatische Nachtabsenkung der Heizung nutzen
- abends die Rollläden herunterlassen bzw. die Fensterläden schließen
- öfters 5 Minuten mit Durchzug lüften und sonst die Fenster geschlossen halten
- Fenster und Türen gegen Zugluft abdichten
- an Heizkörpernischen alubeschichtete Styroporplatten zur Wärmedämmung anbringen
- Heizkörper nicht zustellen oder abdecken
- Heizung regelmäßig warten und Heizkörper entlüften
- für eine gute Wärmedämmung in der Wohnung / im Haus sorgen

### Im Alltag:

- Energiesparlampen und LEDs statt herkömmlicher Glühbirnen nutzen
- bei Kleingeräten möglichst auf Batterie- oder Akkubetrieb verzichten, wenn möglich Solar- oder Netzbetrieb
- Stecker von Trafos und Netzteilen nach Gebrauch aus der Steckdose ziehen
- keine Stand-by-Schaltungen nutzen sondern Fernseher, Videorekorder, Radio, Computer, Drucker, Stereoanlage etc. nach Gebrauch abschalten und ganz vom Netz nehmen (Steckerleiste)
- Monitor des Computers abschalten wenn länger als 15 Minuten nicht daran gearbeitet wird

- Computer, Drucker etc. bei längeren Pausen ganz ausschalten und mit Steckerleisten vom Netz nehmen
- Drucker und Scanner nur bei Bedarf anschalten
- Duschen statt Baden
- während des Einseifens die Dusche abstellen
- tropfende Wasserhähne und Toilettenspülungen sofort reparieren
- Toiletten mit Spülstopp-Taste nachrüsten
- Zirkulationspumpe möglichst nur bei Bedarf anschalten bzw. mit Zeitschaltuhr versehen
- Warmwassererzeuger / Boiler schon vor Gebrauch des warmen Wassers wieder zurückdrehen, verhindert unnötiges Aufheizen des Wasser während des Spülens oder Duschens
- Spar-Armaturen, Spar-Duschköpfe und Durchflussbegrenzer einsetzen

### **Im Garten:**

- Kunstdünger durch Kompost ersetzen
- auf chemische Pflanzenschutzmittel verzichten
- Anbau von heimischen Pflanzen
- nur abends gießen, um die Verdunstung gering zu halten
- Regenwassertonne nutzen

### **Beim Einkauf:**

- regionale Produkte bevorzugen
- fair gehandelte Waren bevorzugen
- Früchte und Gemüse der Saison kaufen
- tierische Produkte in Maßen genießen
- bei Getränken Mehrweg-Pfandflaschen nutzen
- Hygienepapier (Toilettenpapier, Küchenrolle, Papiertaschentücher) aus 100 % Altpapier benutzen
- Verwendung von Umweltpapier
- beim Kauf von Geräten, Maschinen, Möbeln, Spielsachen etc. auf Langlebigkeit und Reparaturfähigkeit der Produkte achten
- bei der Anschaffung von Elektrogeräten auf Effizienzklasse und Wattzahl achten

### **Allzeit mobil**

- statt Auto das Fahrrad oder öffentliche Verkehrsmittel nutzen oder zu Fuß gehen
- sooft es geht Fahrgemeinschaften bilden
- beim Autokauf auf geringen Spritverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß achten

- Motor aus bei Handyanruf, Stau oder Kurzzeitparken - ab 15 Sekunden Halt rentiert sich das Ausschalten
- Dachgepäckträger abmontieren, wenn dieser nicht benötigt wird
- keinen unnützen Ballast im Kofferraum mitführen
- Reifendruck regelmäßig kontrollieren, je schwerer das Auto beladen ist, desto höher muss er sein
- niedertourig fahren, möglichst schnell in den nächsten Gang schalten, nie Vollgas fahren
- vorausschauend fahren, bei roter Ampel frühzeitig vom Gas gehen
- Personenaufzüge meiden, lieber zu Fuß gehen

### **Autor**

**Ilse Krämer**, Agenda 21-Beauftragte Landkreis Main-Spessart

**Claudius Stanke**, Umweltstation Stadt Würzburg

## 2. Energieberatung



Foto: Landratsamt Aschaffenburg

Planen Sie einen Neubau oder eine größere Sanierungsmaßnahme an Ihrem Gebäude? Haben Sie vor in nächster Zeit Ihre Heizung auszutauschen? Oder möchten Sie ein Förderangebot wahrnehmen und denken über den Einsatz Erneuerbarer Energien nach? Dann sollten Sie rechtzeitig eine unabhängige und kompetente Energieberatung in Anspruch nehmen.

Doch welche Energieberatung passt zu Ihrem Vorhaben? Zumeist stammen die Energieberater aus Bauberufen, sind Architekten, Ingenieure oder Handwerksmeister und haben eine oder mehrere Zusatzausbildungen absolviert.

Zwar ist die Ausbildung eines Energieberaters in der Energieeinsparverordnung (EnEV) geregelt, „Energieberater“ ist aber kein eingetragener Beruf oder rechtlich geschützter Begriff. Und es gibt noch kein klar definiertes Berufsbild eines „Gebäudeenergieberaters“.

Was also zeichnet eine qualifizierte Energieberatung aus und welche Arten der Beratung werden angeboten?

### **Erstberatung und Impulsberatung**

In einer ersten mündlichen Energieberatung werden Ihnen unverbindlich Möglichkeiten der Energieeinsparung aufgezeigt und eine erste Einschätzung Ihres Gebäudes vorgenommen. Sie bekommen Tipps

zu Fördermöglichkeiten, zum Einsatz erneuerbarer Energien und Informationen, ob sich eine Sanierung und weitere Beratung für Sie lohnt. Kosten ca. 80 - 200 Euro.

### **Energiesparcheck = Kurzberatung und vereinfachte Berechnung**

Möchten Sie Ihre Entscheidung anhand detaillierter Informationen treffen, sollten Sie Ihr Gebäude vor Ort besichtigen lassen. Im Rahmen der Beratung erhalten Sie vom Energieberater einen kurzen Bericht mit genauen Zahlen über das Energie-Einsparpotenzial und eine Schwachstellenanalyse für Ihr Gebäude. Für eine aussagekräftige Kosten-Nutzen-Rechnung ist diese vereinfachte Berechnung jedoch nicht ausreichend. Es gibt auch spezialisierte Angebote, wie einen Heizungsscheck, der jeweils über einen Aspekt der Energiebilanz am Gebäude aufklärt. Kosten ca. 250 - 400 Euro.

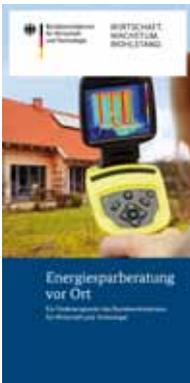
### **Energieberatung mit KfW-konformer Energiebedarfsberechnung**

Viele Kunden wissen schon, was sie sanieren möchten, haben aber ganz konkrete Fragen. Hierzu eignet sich die gezielte Energieberatung mit auf BAFA - oder KfW-Förderung abgestimmten Energiebedarfsberechnungen. Die Kosten hierfür liegen bei etwa 400 - 700 Euro. Für den Sachverständigennachweis, den die KfW fordert, können weitere Kosten entstehen.



KfW-55 Effizienzhaus-Standard (Quelle: KfW)

### **Umfassende Energieberatung und „BAFA-Vor-Ort-Beratung“**



Für eine fundierte Entscheidungsgrundlage benötigen Sie eine detaillierte Berechnung und Analyse des Gebäudes sowie eine Kostenschätzung der Maßnahmen. Nach einer Erstbesprechung wird das Gebäude in einem Vor-Ort-Termin aufgenommen. Danach wird das Gebäude detailliert berechnet und ein umfassender schriftlicher Beratungsbericht erarbeitet, der in einer Schlussbesprechung erläutert wird. Der Bericht enthält neben der Berechnung möglicher Energieeinsparungen und der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der verschiedenen Maßnahmen auch eine Beschreibung aller vorgeschlagenen Maßnahmen sowie einen Hinweis auf mögliche Förderprogramme.

Informationsflyer  
(Quelle: BMWi)

Vor-Ort-Beratungen werden auch vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) finanziell gefördert. Voraussetzung ist, dass dies durch einen von der BAFA zugelassenen Energieberater geschieht. Diese Beratung stellt eine gute Entscheidungsgrundlage für das weitere Vorgehen dar. Die BAFA-Vor-Ort-Beratung gibt es schon seit vielen Jahren und ist eine etablierte Beratungsform. Kosten ca. 800 - 1.200 Euro für EFH, BAFA-Zuschuss max. 50 %, max. 400 Euro für Einfamilienhäuser bzw. 500 Euro für Mehrfamilienhäuser.

Daneben gibt es auch die Möglichkeit eine umfassende professionelle Beratung ohne BAFA durchführen zu lassen.

### Was soll eine umfassende Energieberatung beinhalten?

Für eine qualifizierte Beratung ist ein Vor-Ort-Termin, bei dem die speziellen Gegebenheiten Ihres Gebäudes erfasst werden, unerlässlich. Eine ausführliche Förderberatung sollte nicht nur

#### Welche Beratungsleistungen können zusätzlich sinnvoll sein?

- Baubegleitung - wird von der KfW mit 50% Zuschuss bis max. 4.000 Euro gefördert
- Bauphysikalische Berechnungen z.B. für Innendämmung oder Wärmebrücken
- „Hydraulischer Abgleich“ richtige Einstellung Ihrer Heizungsanlage
- Qualitätskontrolle durch „Thermografie“ und „Blower-Door-Test“ (Luftdichtheitstest)
- Simulation des Ertrages einer Solaranlage oder anderer Anlagentechnik (z.B. BHKW)
- Prüfung der Handwerkerrechnungen
- Schimmelpilz- und Schadstoffanalyse
- Stromsparberatung

die Förderfähigkeit von Einzelmaßnahmen, sondern auch die einer Gesamtanierung aufzeigen, z.B. durch das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“. Für die Beanspruchung einer KfW-Förderung ist die Beauftragung eines Energieberaters zwingend erforderlich. Dieser stellt dann über Ihre Hausbank den KfW-Förderantrag. Darüber hinaus werden bestimmte Anforderungen an die Energieberatung bzw. Baubegleitung und Bauausführung gestellt. Die empfohlenen Maßnahmen

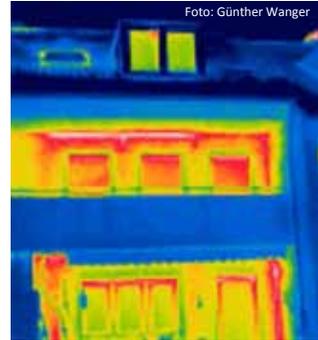
sollten nicht nur die exakten Mehrkosten, sondern auch die Gesamtkosten benennen (z.B. bei einer Dachdämmung auch die Kosten für Dachdeckung und Gerüst). Bei einem Gebäude ist es wichtig, zwischen einem berechneten und einem tatsächlichen Energieverbrauch zu unterscheiden.

### Wie findet man einen guten Energieberater?

Ein guter Energieberater sollte vor allem über fundiertes und aktuelles Fachwissen verfügen. Die Energieberatung sollte firmen- und produktunabhängig sein. Vor Beginn der Beratung müssen deshalb eventuelle Bindungen an Hersteller- und Vertriebsfirmen oder sonstige Institutionen und Verbände

mit individuellen Interessen stets offengelegt werden. Für unabhängige Energieberater gibt es außerdem verschiedene Möglichkeiten einer Zertifizierung.

Neben der offiziellen Zulassung für qualifizierte Energieberater durch die BAFA hat der GIH, Bundesverband Gebäudeenergieberater Ingenieure Handwerker e.V. ein Zertifizierungssystem entwickelt, welches mit dem sogenannten GIH-Siegel Mindestanforderungen an die Ausbildung des Energieberaters sowie die Qualität einer Energieberatung definiert.



Thermografiebild eines Reihenmittelhauses

Zusätzlich gibt es ein „dena-Gütesiegel“, welches Mindestanforderungen an die Qualifikation des Beraters, die Berechnungsqualität für das Ausstellen eines Energiebedarfsausweises und den Inhalt von Modernisierungsempfehlungen stellt.

#### Weitere Informationen:

- Finanzierung: [www.kfw.de](http://www.kfw.de)
- Technische Informationen: [www.dena.de](http://www.dena.de)
- Zuschüsse Erneuerbare Energien: [www.bafa.de](http://www.bafa.de)
- Energieberater in Franken: [www.energieberater-ev.de](http://www.energieberater-ev.de)
- Energieberaterliste Landkreise Unterfranken: [www.ea-ufr.de](http://www.ea-ufr.de)

Die Zentrale Liste für Energie-Experten des Bundes [www.energie-effizienz-experten.de](http://www.energie-effizienz-experten.de) unterstützt Hausbesitzer bei der Suche nach qualifizierten Energieeffizienz-Experten, die in den Förderprogrammen des Bundes zur Energieeffizienz in Wohngebäuden tätig sind. Die Experten sind besonders für die Vor-Ort-Beratung (BAFA) sowie für die ener-

getische Fachplanung und Baubegleitung von KfW-Effizienzhäusern 40 und 55 (Neubau und Sanierung) qualifiziert. Die Online-Datenbank wird von der dena betrieben.

#### Autoren:

Dipl.-Ing. **Günther Wanger**, Energieagentur Unterfranken e.V.

Dipl.-Ing. **Andreas Hoos**

Klimaschutzmanager, Umweltabteilung, Landratsamt Aschaffenburg

### 3. Energieberatung der Verbraucherzentrale



Logo Energieberatung (Quelle: vzbv)

Durch die Verbraucherzentrale und den VerbraucherService Bayern haben Sie ebenfalls die Möglichkeit, eine kompetente und unabhängige Energieberatung in Anspruch zu nehmen.

Beraten wird zu folgenden Themen: Heizungsanlagen, Nutzung erneuerbarer Energien, Warmwasserbereitung, Stromsparen, Energieausweis, Raumklima, Wärmeschutz bei Altbauten, Wärmeschutz bei Neubauten.

Neben dem persönlichen Beratungsgespräch in den Beratungsstellen (Dauer: 30 Min., Gebühr: 5 Euro) werden Beratungen bei Ihnen zu Hause angeboten, die sich in folgende Energie-Checks aufgliedern.

#### Basis- Check

Basis-Check (Gebühr: 10 Euro): Für Mieter, Eigentümer und Vermieter. Schwerpunkt: Stromverbrauch im Haushalt sowie effizientes Heizen und Lüften. Einsparmöglichkeiten mittels geringer Investitionen.

#### Gebäude- Check

Gebäude-Check (Gebühr: 20 Euro): Zusätzlich zum Basis-Check wird die Heizungsanlage, der bauliche Wärmeschutz und die Eignung des Gebäudes für erneuerbare Energien bewertet.

#### Brennwert- Check

Brennwert-Check (Gebühr: 30 Euro): Gas- oder Heizöl-Brennwertgeräte werden hinsichtlich ihrer optimalen Einstellung und Effizienz untersucht. Der Check kann nur in der Heizperiode durchgeführt werden.

Detail-Check (Gebühr: 45 Euro): Individuelle Einzelfallberatung mit ausführlichem Bericht

Termine können Sie über die Hotline **0800 - 809 802 400** (kostenfrei) oder über die Energieberatungsstellen vereinbaren.

Die Energieberatung der Verbraucherzentrale und des VerbraucherService Bayern wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages und koordiniert vom Bundesverband der Verbraucherzentralen und Verbraucherverbände (vzbv).

### **Kontakte für Unterfranken:**

#### **VerbraucherService Bayern Beratungsstelle Aschaffenburg**

Dalbergstr. 15 (Rathaus, Sitzungsgebäude), 63739 Aschaffenburg

[aschaffenburg@verbraucherservice-bayern.de](mailto:aschaffenburg@verbraucherservice-bayern.de)

[www.verbraucherservice-bayern.de](http://www.verbraucherservice-bayern.de)

Telefonische Terminvergabe:

06021 / 330-1218, 06021 / 330-1744, 06021 / 330-1491

Mo, Di 9:00-12:00 + 14:00-16:00, Fr 9:00-12:00 Uhr

Berater: Herr Dipl.-Ing. (FH) Hans-Peter Schmitt

Beratungszeiten: in der Regel am 1. Mittwoch im Monat von 15:00-18:00 Uhr

#### **Verbraucherzentrale Bayern Beratungsstelle Schweinfurt:**

Judengasse 10, 97421 Schweinfurt

[schweinfurt@vzbayern.de](mailto:schweinfurt@vzbayern.de)

[www.verbraucherzentrale-bayern.de/schweinfurt](http://www.verbraucherzentrale-bayern.de/schweinfurt)

Telefonische Terminvergabe: 09721 / 21717

Bürozeiten (siehe oben stehende Webseite)

Berater: Herr Dipl.-Ing. (FH) Stefan Reith

Beratungszeiten: jeden Dienstag von 16:00-19:00 Uhr

#### **Verbraucherzentrale Bayern Beratungsstelle Würzburg:**

Domstraße 10, 97070 Würzburg

[wuerzburg@vzbayern.de](mailto:wuerzburg@vzbayern.de)

[www.verbraucherzentrale-bayern.de/wuerzburg](http://www.verbraucherzentrale-bayern.de/wuerzburg)

Telefonische Terminvergabe: 0931 / 59186

Berater: Herr Dipl.-Ing.(FH) Stefan Reith

Beratungszeiten: jeden Mittwoch von 16:00-19:00 Uhr

### **Verbraucherzentrale Bayern Beratungsstelle Bad Kissingen:**

Energiestützpunkt Bad Kissingen

Rathausplatz 1 (Rathaus, Zi. 33), 97688 Bad Kissingen

Telefonische Terminvergabe: 0971 / 807-8

Beratungszeiten: jeden 2. Donnerstag im Monat von 14:30-17:30 Uhr

<http://www.verbraucherzentrale-bayern.de/bad-kissingen>

### **Suchen Sie eine Beratungsstelle in Ihrer Nähe?**

Auf dem Portal der Verbraucherzentrale Bundesverband e. V. finden Sie alle Energieberatungsstellen der Verbraucherzentralen in Deutschland:

[http://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de/web/beratungsstellen-suche\\_plz.html](http://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de/web/beratungsstellen-suche_plz.html)

### **Weitere Informationen:**

Die anbieterunabhängigen Energieberater der Verbraucherzentrale helfen bei allen Fragen zum Energieverbrauch: online, telefonisch oder mit einem persönlichen Beratungsgespräch. Für einkommensschwache Haushalte mit entsprechendem Nachweis sind die Beratungsangebote kostenfrei.

Mehr Informationen gibt es auch auf

[www.verbraucherzentrale-energieberatung.de](http://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de) oder unter 0800 - 809 802 400 (kostenfrei).

### **Autoren:**

Dipl.-Ing. (FH) **Tibor Reidl**

Klimaschutzmanager

Amt für Umwelt- und Verbraucherschutz, Stadt Aschaffenburg

Dipl.-Ing. **Andreas Hoos**

Klimaschutzmanager

Umweltabteilung, Landratsamt Aschaffenburg

## 4. Fördertöpfe

Die Landschaft der Förderprogramme von Bund, Land und Kommunen ist nicht nur „bunt“ sondern ständig im Wandel.

Momentan sind die Bundes-Förderprogramme außergewöhnlich gut. Sie wurden gerade in den letzten Jahren mehrfach zielführend verbessert.

**Wichtig! Antragsstellung bei öffentlichen Förderprogrammen immer vor Auftragsvergabe!**

### Bundeshförderung - KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau):

Zuschüsse sowie langfristige und zinsgünstige Annuitäten - Darlehen:

#### Programm Erneuerbare Energien

- Standard: Strom erzeugen und nachhaltig nutzen
- Speicher: Strom aus Sonnenenergie erzeugen und speichern
- Premium: mit Kredit und Tilgungszuschuss in Wärme investieren

#### Energieeffizient Bauen

für energetisch hochwertige Neubauten  
KfW-Energieeffizienzhaus 70 / 55 / 40 / Passivhaus

#### Energieeffizient Sanieren

Energetische Sanierung von Wohngebäuden  
mit Bestätigung Sachverständiger;

siehe dena: [www.energie-effizienz-experten.de](http://www.energie-effizienz-experten.de)

auch Wohnflächenerweiterungen! Detailfragen mit der KfW per Tel. abstimmen

- Energieeffizient Sanieren: Zuschuss  
Maßnahmen: Wärmedämmung (Außenwände, Dach und Kellerdecke, Fenster), Einbau Lüftungsanlage, Austausch Heizung in Wärmepumpe, Optimierung Wärme-Verteilung, Planung
- Energieeffizient Sanieren: Kredit + Zuschuss

#### KfW:

Kreditanstalt für  
Wiederaufbau –  
Eschborn Info-Zentrale  
kostenfrei!  
0800-539-9002

Details und Formulare zu  
den o.g. Programmen gibt  
es bei: [www.kfw.de](http://www.kfw.de)

Kredite vermittelt Ihre  
Hausbank;  
Einzelzuschüsse direkt  
unter [www.kfw.de](http://www.kfw.de)

akt. Zinssätze unter:  
[www.kfw-foerderbank.de](http://www.kfw-foerderbank.de)

- Sonder-Bonus Baubegleitung: Zuschuss für Baubegleitung mit Detailplanung, Konzept für Lüftung, Luftdichtigkeit, Prüfung Leistungsverzeichnis

### **KfW-Wohneigentumsprogramm**

Bau oder Erwerb eines Hauses / Umbau und Modernisierung bei Kauf

### **Altersgerechtes Umbauen**

Reduzierung von Barrikaden, Wohnungsumbau, Anpassung des Wohnumfeldes,

Wohnflächenerweiterung, Wohnungsteilung; Kombinierbar mit „Energieeffizient Sanieren“!

➔ besondere Förderung (verbilligter Zinssatz), Voraussetzung: Durchführung durch Fachunternehmen

## **Förderung durch die BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle):**

### **Energiesparberatung vor Ort durch die BAFA**

Individuelle Vor-Ort-Beratung durch zugelassene Berater

- Gebäudeanalyse (+ Fotodokumentation)
- Heizungsanalyse
- Einsparempfehlungen (Varianten)
  - Bonus für Thermografie (Wärmebilddaufnahmen)
  - Bonus bei Beratungen zur Stromeinsparung
  - gilt für Eigentümer und Mieter (brauchen Besitzer-Erlaubnis)
  - Liste zugelassener Berater: [www.energie-effizienz-experten.de](http://www.energie-effizienz-experten.de)

### **Förderung erneuerbarer Energien (BAFA)**

Bezuschusst werden Privatpersonen, Unternehmen, e.V.; Wegen des EEWärmeG bekommen Neubauten nichts mehr;

- Sonnenkollektoren (Prüfzeichen erforderlich)
- Biomassenfeuerungen
- Wärmepumpen

### **Hinweise für BAFA - Verfahren erneuerbare Energien:**

- vereinfachtes Verfahren: Förderanträge nach Betriebsbereitschaft stellen
- Förderung Kollektor; Biomassenbonus und Biomasse werden addiert
- Vorab-Anträge für Großanlagen und besonders innovative Anwendungen
- unter [www.bafa.de](http://www.bafa.de): Liste förderfähiger Anlagen
- die Kumulierung mit anderen öffentlichen Förderungen ist möglich

### **Förderung von BHKW- Anlagen (Blockheizkraftwerke) durch die BAFA** BHKW-Laufzeit beachten!

- Zuschuss für BHKW - gestaffelt nach kW<sub>el</sub>;
- Stromvergütung: Infos: [www.bafa.de](http://www.bafa.de) > Energie > Kraft-Wärme-Kopplung
- Steuererstattung nach Mineralölsteuergesetz:
- Ökosteu- u. Mineralölsteuerrückerstattung durch Hauptzollamt

### **Sonstiges:**

#### **Einkommensteuergesetz (Finanzamt)**

Modernisierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen

Bestimmte haushaltsnahe Aufwendungen sind - gegen entsprechenden Nachweis - begrenzt steuerlich absetzbar.

#### **Wo erfahre ich allgemein wo und was gefördert wird**

Aktuelle Details und neue Förderprogramme erfahren Sie auf verschiedenen Portalen wie:

[www.energieagentur-nordbayern.de](http://www.energieagentur-nordbayern.de); siehe grünes Feld: → Bürgerberatung  
→ Förderkompass, [www.energiefoerderung.info](http://www.energiefoerderung.info); u.a.

Stand: Juli 2013

#### **Autor**

Dipl.-Ing. (FH) **Tibor Reidl**

Klimaschutzmanager, Stadt Aschaffenburg

# Adressen

Bei aktuellen Fragen zum Thema Energie wenden Sie sich bitte

für die Stadt Aschaffenburg an:

Tibor Reidl  
Klimaschutzmanager der Stadt Aschaffenburg  
Tel. 06021 / 330-1744  
[tibor.reidl@aschaffenburg.de](mailto:tibor.reidl@aschaffenburg.de)

Andreas Jung  
Kommunaler Energiebeauftragter der Stadt Aschaffenburg  
Tel. 06021 / 330-1491  
[andreas.jung@aschaffenburg.de](mailto:andreas.jung@aschaffenburg.de)

für den Landkreis Aschaffenburg an:

Andreas Hoos  
Klimaschutzmanager  
Tel. 06021 / 394-313  
[klimaschutz@lra-ab.bayern.de](mailto:klimaschutz@lra-ab.bayern.de)

## Weitere Adressen:

Solarverein Aschaffenburg e.V.  
Geschäftsstelle c/o Amt für Umwelt- und Verbraucherschutz  
63701 Aschaffenburg  
Ansprechpartner: Tibor Reidl  
Tel. 06021 / 330-1744  
[tibor.reidl@aschaffenburg.de](mailto:tibor.reidl@aschaffenburg.de)

Solarverein Alzenau e.V.  
63755 Alzenau  
Ansprechpartner: Dr. Michael Neumann  
Tel. 06023 / 502-913  
[www.solarstadt.de](http://www.solarstadt.de)

Solarverein Mömbris e.V.  
63776 Mömbris  
Ansprechpartner: Joachim Brendel  
Tel. 06029 / 996251  
[www.solarverein-moembris.de](http://www.solarverein-moembris.de)

Solarverein Oberer Kahlgrund e.V.  
63825 Schöllkrippen  
Ansprechpartner: Bernhard Ebert  
Tel. 06024 / 630449  
[www.solarverein-ok.de](http://www.solarverein-ok.de)

Handwerkskammer für Unterfranken  
[www.hwk-ufr.de](http://www.hwk-ufr.de)

Industrie- und Handelskammer Aschaffenburg  
[www.aschaffenburg.ihk.de](http://www.aschaffenburg.ihk.de)

Kaminkehrerinnung Unterfranken  
[www.kaminkehrerinnung-unterfranken.de](http://www.kaminkehrerinnung-unterfranken.de)

Energieberater Franken e. V.  
[www.energieberater-ev.de](http://www.energieberater-ev.de)

Energieagentur Bayerischer Untermain  
c/o Zentec GmbH  
Industriering 7  
63868 Großwallstadt  
Ansprechpartner: Marc Gasper  
Tel. 06022 / 26-1114  
Fax: 06022 / 26-1111  
Mail: [gasper@energieagentur-untermain.de](mailto:gasper@energieagentur-untermain.de)  
[www.energieagentur-untermain.de](http://www.energieagentur-untermain.de)

C.A.R.M.E.N. e. V.  
Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk e. V.  
Schulgasse 18  
94315 Straubing  
Tel. 09421 / 960-330  
Fax: 09421 / 960-333  
Mail: [contact@carmen-ev.de](mailto:contact@carmen-ev.de)  
[www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)

Technologie- und Förderzentrum TFZ  
Schulgasse 18  
94315 Straubing  
Tel. 09421 / 300-210  
Fax: 09421 / 300-211  
Mail: [poststelle@tfz.bayern.de](mailto:poststelle@tfz.bayern.de)  
[www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de)

Energieagentur Unterfranken e.V.  
Domstraße 5  
97070 Würzburg  
Tel. 0931 / 4521-303  
Fax: 0931 / 4521-305  
Mail: [info@ea-ufr.de](mailto:info@ea-ufr.de)  
[www.ea-ufr.de](http://www.ea-ufr.de)

Amt für Ländliche Entwicklung Unterfranken  
<http://www.ale-unterfranken.bayern.de/>

Energie Innovativ  
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und  
Technologie  
<http://www.energie-innovativ.de/>

LandSchafttEnergie  
Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten  
[http://www.stmelf.bayern.de/nachwachsende\\_rohstoffe/014220/](http://www.stmelf.bayern.de/nachwachsende_rohstoffe/014220/)

Bayerisches Stadtministerium für Umwelt und Gesundheit  
[www.stmug.bayern.de/](http://www.stmug.bayern.de/)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit  
[www.bmu.de](http://www.bmu.de)

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie  
[www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)

# Energieberater in Landkreis und Stadt Aschaffenburg

Ort	Name, Anschrift	E-Mail	Telefon
63755 Alzenau	Dipl.-Ing. Strobel, Monika Julius-Pfister-Ring 13	monika_strobel@t-online.de	06023 / 32689
63755 Alzenau	Häcker, Andreas Im Goldenen Ring 7	andreas-haecker@t-online.de	06023 / 505814
63755 Alzenau	Dipl.-Ing. Baumann, Peter Bergstraße 5	PeterBaumannMichelbach @arcor.de	06023 / 30478
63755 Alzenau	Brands, Carsten Am Neuen Berg 7		
63755 Alzenau	Deckert, Frank Rannenbergring 19a	frank.deckert@t-online.de	06023 / 5049960
63741 Aschaffenburg	Dipl.-Ing. Kuhlmann, Kai Glattbacher Überfahrt 13	architektur@ueberfahrt13.de	06021 / 450581
63739 Aschaffenburg	Dipl.-Ing. Krüger, Gerd Brentanoplatz 1	gkrueger@krueger- architekt.de	06021 / 367626
63743 Aschaffenburg	Klein, Michael Spessartstraße 18	bkm.michael.klein@arcor.de	06021 / 4389700
63739 Aschaffenburg	Steigerwald, Paul Goethestraße 31	pastnet@me.com	06021 / 5843676
63741 Aschaffenburg	Wissel, Susanne u. Stefan Dorfstraße 17	stefan.wissel@t-online.de	06021 / 411261
63743 Aschaffenburg	Englert GTI GmbH Bergstraße 13	info@englert-gti.de	06021 / 95769
63741 Aschaffenburg	Rüttiger, Udo Hasenhägweg 49	udo.ruettiger@t-online.de	06021 / 582218
63743 Aschaffenburg	IBEU Rhein-Main Christian-Schad-Str. 2a	info@gundermann- architekten.de	06021 / 362532
63741 Aschaffenburg	Ahlfänger, Christian Goldbacher Straße 120	ahlfaenger@kalkwerke.com	06021 / 360-114
63741 Aschaffenburg	Dr. Ing. Strenzke, Hilmar Mirabellenweg 3b	hilmar.strenzke@arcor.de	06021 / 448491

Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Aus der Liste können keine Empfehlungen abgeleitet werden. Alle Angaben ohne Gewähr.

Obwohl versucht wurde, alle in der Region aktiv tätigen Berater anzufragen, kann es sein, dass die Liste nicht vollständig ist. Wir sind dankbar für Rückmeldungen bezüglich der Qualität der durchgeführten Beratungen. Haben Sie Lob oder Kritik: Schreiben Sie an [info@ea-ufr.de](mailto:info@ea-ufr.de)

		Extra-Leistungen																											
		1. Energieberatung	2. BAFA / GIH-Siegel / TÜV	3. GIH oder gleichwertig	4. KfW-Sachverständiger / dena Expertenliste	5. Sachverständiger für Effizienzhäuser 55/40	6. Sachverständiger für Denkmale	7. Energie-Ausweis Wohngebäude	8. Energie-Ausweis Nichtwohngebäude	9. Energieberatung Nichtwohngebäude	10. KMU Energieeffizienzberatung	11. KMU Netzwerk	12. Baubegleitung nach KfW	13. Bauleitung Hochbau	14. Bauleitung HLS	15. Wärmebrücken-Berechnung	16. Berechnung hydraulischer Abgleich	17. Durchführung hydraulischer Abgleich	18. Heizlastberechnung	19a) Luftdichtheit	19b) Luftdichtheit Zertifizierung	19c) Luftdichtheit große Hallen	20a) Thermographie Level 1	20b) Thermographie Level 2	20c) Thermographie Level 3	21. KWK-Simulation	22. Solarthermie Simulation	23. Anlagensimulation TGA	
		X	X					X					X																
		X	X		X	X		X	X	X			X			X							X						
		X	X								X			X															
		X		X																			X						
		X	X		X		X	X					X	X		X													
		X	X								X			X			X												
		X																											
		X	X	X	X	X		X					X			X	X	X	X				X					X	
		X												X									X						
		X	X	X										X															
		X									X																		
		X	X								X																		
		X															X												
		X	X								X						X												

# Energieberater in Landkreis und Stadt Aschaffenburg

Ort	Name, Anschrift	E-Mail	Telefon
63739 Aschaffenburg	Becker, Karlheinz Platanenallee 3	k.becker.arch@t-online.de	06021 / 453055
63739 Aschaffenburg	Beckmann, Frank Breslauer Str. 36	EnergieberatungAschaffenburg@web.de	0173 / 4820783
63739 Aschaffenburg	Mungel, Klaus Metzgergasse 11	info@ingenieurbuero-mungel.de	06021 / 4389640
63739 Aschaffenburg	Sommer, Joachim Maximilianstr. 10	fachplanung@sommer-staab.de	06021 / 27482
63741 Aschaffenburg	Dipl.-Ing. Patz, Gundula Steinrückenstraße 11	gundula.patz.architektin@t-online.de	06021 / 423307
63741 Aschaffenburg	Schober, Markus Keplerstraße 52a	schober.markus@t-online.de	06021 / 858241
63739 Aschaffenburg	Seitz, Stefan Weißenburger Straße 16	post@seitz-architekt.de	06021 / 580780
63739 Aschaffenburg	Dipl.-Ing. Fache, Anne Ludwigsallee 44	afache@gmx.net	06021 / 4511517
63739 Aschaffenburg	Friedrich, Michael Dalbergstraße 71	mi.friedrich@gmx.net	06045 / 29215
63739 Aschaffenburg	Heller, Hans-Jürgen Goldbacher Straße 52	heller-tgs@t-online.de	06021 / 580610
63739 Aschaffenburg	Dipl.-Ing. Rijkers, Lex Kurmainzer Ring 6	studio@resonatorcoop.de	06021 / 449884
63739 Aschaffenburg	Scheding, Heinz Weißenburger Straße 40	energieberater@scheding-architekt.de	06021 / 200598
63741 Aschaffenburg	Dipl.-Ing. (FH) Sickenberger, Bettina Elsa-Brändström-Weg 24	b.sickenberger@t-online.de	06021 / 80420
63743 Aschaffenburg	Gluch, Marietta Frühlingstraße 10	gluch-faeth.architekten@t-online.de	06021 / 335780
63743 Aschaffenburg	Dipl.-Ing. Satzger, Hubert Obbernauer Straße 46	Hubert.Satzger@t-online.de	06021 / 560536
63856 Bessenbach	Braun, Matthias Kirchstraße 21	matthias.braun2@gmx.net	06095 / 8594
63864 Glattbach	Schuck, Ralf Johann-Desch-Straße 18	energie@ralf-schuck.de	06021 / 460202

Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Aus der Liste können keine Empfehlungen abgeleitet werden. Alle Angaben ohne Gewähr.



# Energieberater in Landkreis und Stadt Aschaffenburg

Ort	Name, Anschrift	E-Mail	Telefon
63773 Goldbach	Hornung, Jürgen Weingarten 4	hornung.j@t-online.de	06021 / 423141
63773 Goldbach	Rausch, Karl Ringofenstraße 47	karl-rausch@gmx.de	06021 / 56576
63773 Goldbach	Bieber, Katja Linsengraben 14	infos@planungsbuero- bieber.de	06021 / 550261
63773 Goldbach	Dipl.-Ing. (FH) BDB Fenz, Günter Dammer Weg 46	gf@fenzplan.de	06021 / 921361
63773 Goldbach	Dipl.-Ing. Bahmer, Teresa Hauptstraße 28	info@bahmer-architektur.de	06021 / 54338
63762 Großostheim	Becker, Erhard Thüringer Straße 3	E.Becker@Hausund Energie.com	06026 / 99099
63762 Großostheim	Friedrich, Hubert Frühlingstraße 5	energie@kaminkehrer- friedrich.de	06026 / 995225
63762 Großostheim	Hamminga, Wim Aschaffener Str. 16	energieberater.pim @t-online.de	06026 / 9988832
63868 Heigenbrücken	Englert, Thomas Am Aschenweg 26	info@bkm-englert.de	06020 / 970930
63868 Heigenbrücken	Englert, Christian Dorfstraße 29	info@ch-englert.de	06020 / 970313
63872 Heimbuchenthal	Muhr, Horst Am Waldeck 11	horst.muhr@t-online.de	06092 / 1758
63872 Heimbuchenthal	Schreck, Benjamin Buchrain 1a	benjamin.schreck@t-online.de	06092 / 821252
63768 Hösbach	Dipl.-Ing. Schultes, Gerold Hauptstraße 179	info@schultes-architekten.eu	06021 / 51200
63768 Hösbach	Dipl.-Ing. Russmann, Mathias Am Hirtenberg 9	m-russmann@arcor.de	06021 / 560935
63768 Hösbach	Bezirkskaminkehrermeister Hock, Wolfgang, Hauptstraße 77		06021 / 57292
63768 Hösbach	Dipl.-Ing. (FH) Schmitt, Hans-Peter Hauptstraße 5	info@lignoplan.de	06021 / 540116
63768 Hösbach	AB-Gebäudetechnik GmbH Am Steinbuckel 1	j.leinbach@ab- dienstleistung.de	06021 / 599513

Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Aus der Liste können keine Empfehlungen abgeleitet werden. Alle Angaben ohne Gewähr.



# Energieberater in Landkreis und Stadt Aschaffenburg

Ort	Name, Anschrift	E-Mail	Telefon
63768 Hösbach	Steigerwald, Hermann Burgweg 24	arcsteigerwald@aol.com	06024 / 630463
63867 Johannesberg	Dipl.-Ing. Schaefer, Matthias Steinbacher Straße 9c	matthias.schaefer.architekt @t-online.de	06021 / 921335
63801 Kleinostheim	Arch, Werner Mainblick 14	arch@justmail.de	06027 / 9178
63801 Kleinostheim	Becker, Karlheinz Alte Poststraße 50	k.becker.arch@t-online.de	06027 / 5290
63801 Kleinostheim	Geißler, Christof Kirchstraße 24	c.geissler@gebr-geissler.de	06027 / 46760
63801 Kleinostheim	Hiller, Martin Gartenstraße 14		
63801 Kleinostheim	Scheding, Heinz Josef-Hepp-Straße 23	h.scheding@ing-buero-jung.de	06027 / 4670-51
63829 Krombach	Bezirkskaminkehrermeister Holgersson, Wolfgang, Drosselweg 11	wolfgang.holgersson @onlinehome.de	06024 / 5613
63846 Laufach	Staatl. geprüfter Energietechniker Staab, Erik, Fabrikstraße 22	erik-staab@web.de	06093 / 932920
63846 Laufach	Dittmeier, Hubert Im Erbig 3	h.dittmeier@online.de	06093 / 7124
63875 Mespelbrunn	Dipl.-Ing. (FH) Nebel, Klaus Ringstraße 49	k.nebel@ingenieurbuero- nebel.de	06092 / 215
63776 Mömbris	Dipl.-Ing. (FH) Bergmann, André Buchenhain 16a	bergmann.andre@gmx.de	06029 / 999825
63776 Mömbris	Dipl.-Ing. (FH) Poloczek, Bernd Wallonenstraße 10	architekt.moembris @googlemail.com	06029 / 993718
63776 Mömbris	Dipl.-Ing. Kolb, Ulrike Ring 37	uk@kolb-architekturbuero.de	06029 / 995457
63776 Mömbris	Pfaff, Karl-Heinz Hemsbach 103	bueropfaff@aol.com	06029 / 6650
63776 Mömbris	Roth, Stefan Schimborner Str. 31	Kaminkehrer-Roth@t-online.de	06029 / 993799
63877 Sailauf	Bauer, Jürgen Kurfürst-Eppstein-Ring 20	info@j-bauer.org	06093 / 995883

Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Aus der Liste können keine Empfehlungen abgeleitet werden. Alle Angaben ohne Gewähr.

Extra-Leistungen

	1. Energieberatung	2. BAFA / GIH-Siegel / TÜV	3. GIH oder gleichwertig	4. KfW-Sachverständiger / dena Expertenliste	5. Sachverständiger für Effizienzhäuser 55/40	6. Sachverständiger für Denkmale	7. Energie-Ausweis Wohngebäude	8. Energie-Ausweis Nichtwohngebäude	9. Energieberatung Nichtwohngebäude	10. KMU Energieeffizienzberatung	11. KMU Netzwerk	12. Baubegleitung nach KfW	13. Bauleitung Hochbau	14. Bauleitung HLS	15. Wärmebrücken-Berechnung	16. Berechnung hydraulischer Abgleich	17. Durchführung hydraulischer Abgleich	18. Heizlastberechnung	19a) Luftdichtheit	19b) Luftdichtheit Zertifizierung	19c) Luftdichtheit große Hallen	20a) Thermographie Level 1	20b) Thermographie Level 2	20c) Thermographie Level 3	21. KWK-Simulation	22. Solarthermie Simulation	23. Anlagensimulation TGA	
	X	X																										
	X	X							X				X															
	X								X				X															
	X												X															
	X	X							X																			
	X	X					X	X				X																
	X																											
	X	X																										
	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X			X	X		X	X	X	X	X	X	X				
	X																					X						
	X	X																										
	X	X	X																									
	X																											
	X	X	X																									
	X																											

# Energieberater in Landkreis und Stadt Aschaffenburg

Ort	Name, Anschrift	E-Mail	Telefon
63814 Schöllkrippen	Schultes, Bernhard Katharinenstraße 7	bernhard.schultes@gmx.de	06024 / 630116
63825 Schöllkrippen	Büttner, Jürgen Lindenstraße 13	buettner-j@buettner-j.de	06024 / 9435
63825 Schöllkrippen	Loy, Andrea Im Langenborn 1a	A-Loy@t-online.de	06024 / 630736
63825 Sommerkahl	Dorn, Peter Am Eichenberg 15		
63825 Sommerkahl	Imgrund, Rainer Ernstkirchener Straße 10	rainer.imgrund@t-online.de	06024 / 630131
63857 Waldaschaff	Dipl.-Ing (FH) Schwob, Gabriele Hofgasse 1	gs@raumbau.de	06095 / 9931940

**BAFA** = Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle = fördert die Energieberatung für Wohngebäude

**GIH** = Bundesverband der Energieberater mit Energieberaterdatenbank

**KfW** = Bankengruppe = Förderung u. a. für energetische Sanierungen

**dena** = Deutsche Energieagentur mit eigener Energieberaterdatenbank



# Haftung und Rechte

Wir haben uns bemüht, alle in dieser Broschüre enthaltenen Informationen sorgfältig zu recherchieren. Für enthaltene Fehler können wir keine Haftung übernehmen. Für Informationen zu den einzelnen Unternehmen sind allein die Unternehmen verantwortlich. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung gestattet.

Die Broschüre enthält Links zu externen Webseiten Dritter, auf deren Inhalte die Herausgeber keinerlei Einfluss haben. Wir übernehmen daher keine Gewähr für diese fremden Inhalte. Für die Inhalte der verlinkten Webseiten ist stets der jeweilige Anbieter oder Betreiber der Seiten verantwortlich. Für Schäden, die aus der Nutzung von in dieser Form bereitgestellten Informationen resultieren, haftet allein der Anbieter des Internetauftritts.

## Danksagung

Wir danken allen Verfassern und den Aktiven der Lokalen Agenda 21 in den Landkreisen Aschaffenburg, Bad Kissingen, Main-Spessart, Rhön-Grabfeld, Schweinfurt sowie Würzburg und in den Städten Aschaffenburg, Schweinfurt und Würzburg für ihre engagierte Mitarbeit.

### Impressum

Herausgeber: Lokale Agenda 21 der Landkreise Aschaffenburg, Main-Spessart, Würzburg und der Städte Aschaffenburg, Schweinfurt und Würzburg sowie die Landkreise Bad Kissingen, Rhön-Grabfeld und Schweinfurt

Satz, Layout: Susanne Terlau, W13 Layoutwerkstatt, Mainberg

Auflage: 2013, 15.000 Stück  
davon 3.000 Stück:  
Ausgabe Stadt und Landkreis Aschaffenburg

Broschüre gedruckt auf Recyclingpapier

## Agenda21 – Nachhaltiges Handeln in Stadt und Landkreis Aschaffenburg

Bei der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro haben sich 179 Staaten - darunter auch Deutschland - auf das Leitbild einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Entwicklung verständigt.

Nachhaltigkeit bedeutet, dass die uns nachfolgende Generation die gleichen Chancen und Lebensgrundlagen vorfindet, wie sie uns zur Verfügung stehen. Dementsprechend ist in der Agenda21-Präambel verankert, die drei Leitbilder Ökologie, Ökonomie und Soziales im Sinne der Nachhaltigkeit miteinander zu verbinden.

Die Stadt Aschaffenburg hat bereits 1995 die Umsetzung einer kommunalen Agenda21 beschlossen. Seit Anfang des Jahres 2000 gibt es in Aschaffenburg einen Beirat für Zukunftsfragen – den Agenda21-Beirat – der den Stadtrat in Fragen der Nachhaltigkeit berät, Projekte initiiert oder begleitet.

Auch der Landkreis Aschaffenburg setzt sich seit 1995 für die Umsetzung der Agenda21 auf lokaler Ebene ein und hat zum Beispiel im Bereich Umwelt und Energie bereits vielfältige Programme und Maßnahmen zum nachhaltigen Handeln in Zusammenarbeit mit den Gemeinden, der Wirtschaft und den Schulen erfolgreich durchgeführt.

Jeder ist aufgefordert, daran mitzuarbeiten. Bei Interesse wenden Sie sich an folgende Kontaktadressen:

Andreas Jung  
Stadt Aschaffenburg  
Dalbergstraße 15  
63739 Aschaffenburg  
Tel: 06021 330 - 1491



Katrin Brand  
Landratsamt Aschaffenburg  
Bayernstraße 18  
63739 Aschaffenburg  
Tel: 06021 394 - 406



---

### DIE ENERGIEFIBEL IST

GEFÖRDERT DURCH



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit



NATIONALE  
KLIMASCHUTZ  
INITIATIVE

## Wann ist ein Geldinstitut gut für Deutschland?

Wenn es versteht, dass  
unser größtes Kapital die  
Umwelt ist.



**Sparkassen sind ein Motor der Energiewende.** Mit ihren Finanzierungs- und Beratungsangeboten für private Kunden, Unternehmen und Kommunen leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz und bei der Erzeugung Erneuerbarer Energien. Das ist gut für die kommunale Gemeinschaft und gut für die Umwelt.  
[www.gut-fuer-deutschland.de](http://www.gut-fuer-deutschland.de)



Sparkasse  
Aschaffenburg-Alzenau

[www.spk-aschaffenburg.de](http://www.spk-aschaffenburg.de)