

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit

Heizen ohne Öl und Gas



Dipl.-Ing. Univ. Ulrich Jung
Architekt, Energieberater

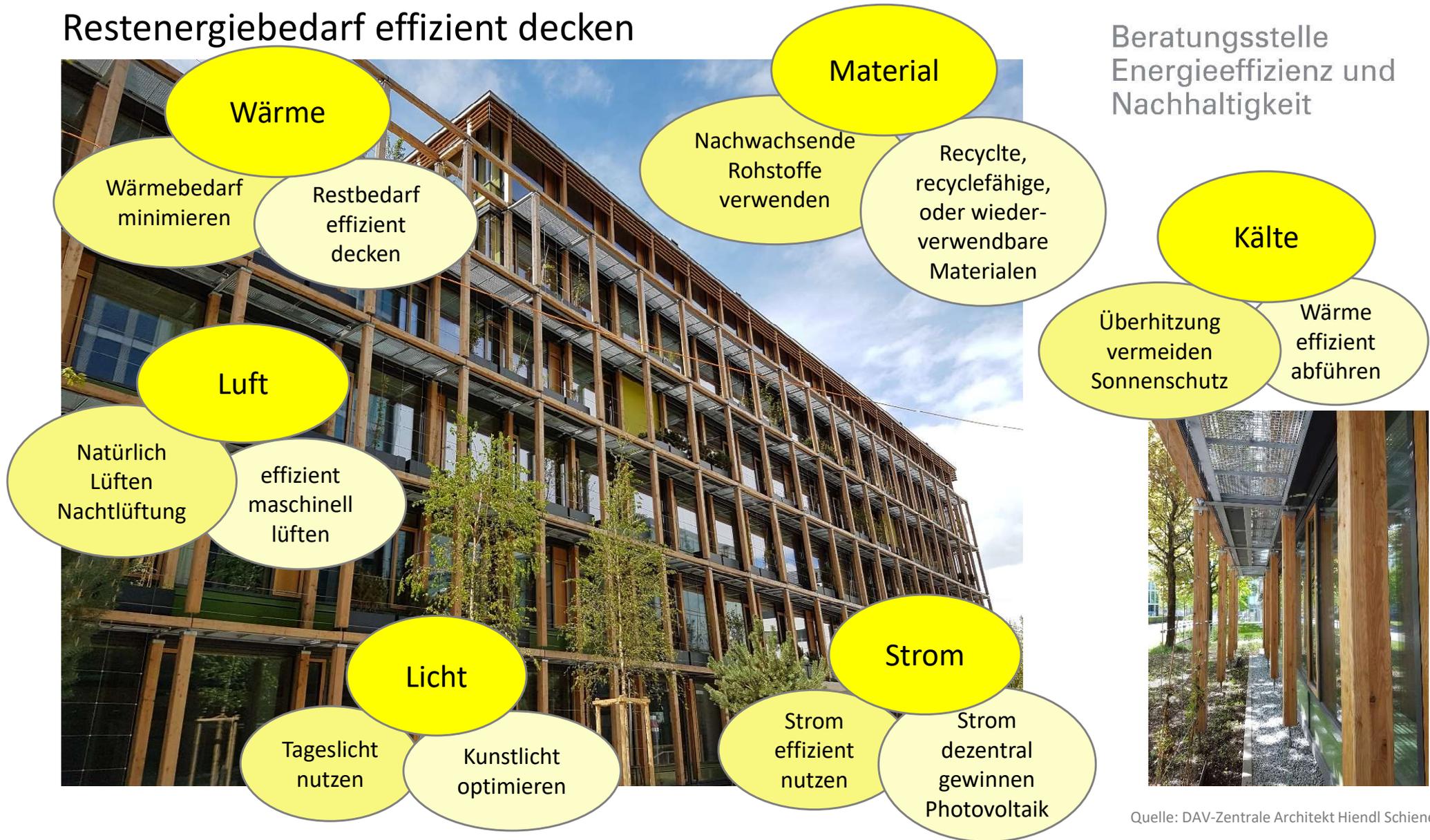
ENERGIE- UND NACHHALTIGKEITSKONZEPT

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit

Grundsatz: Energiebedarf minimieren,
Restenergiebedarf effizient decken



Quelle: DAV-Zentrale Architekt Hiendl Schieneis

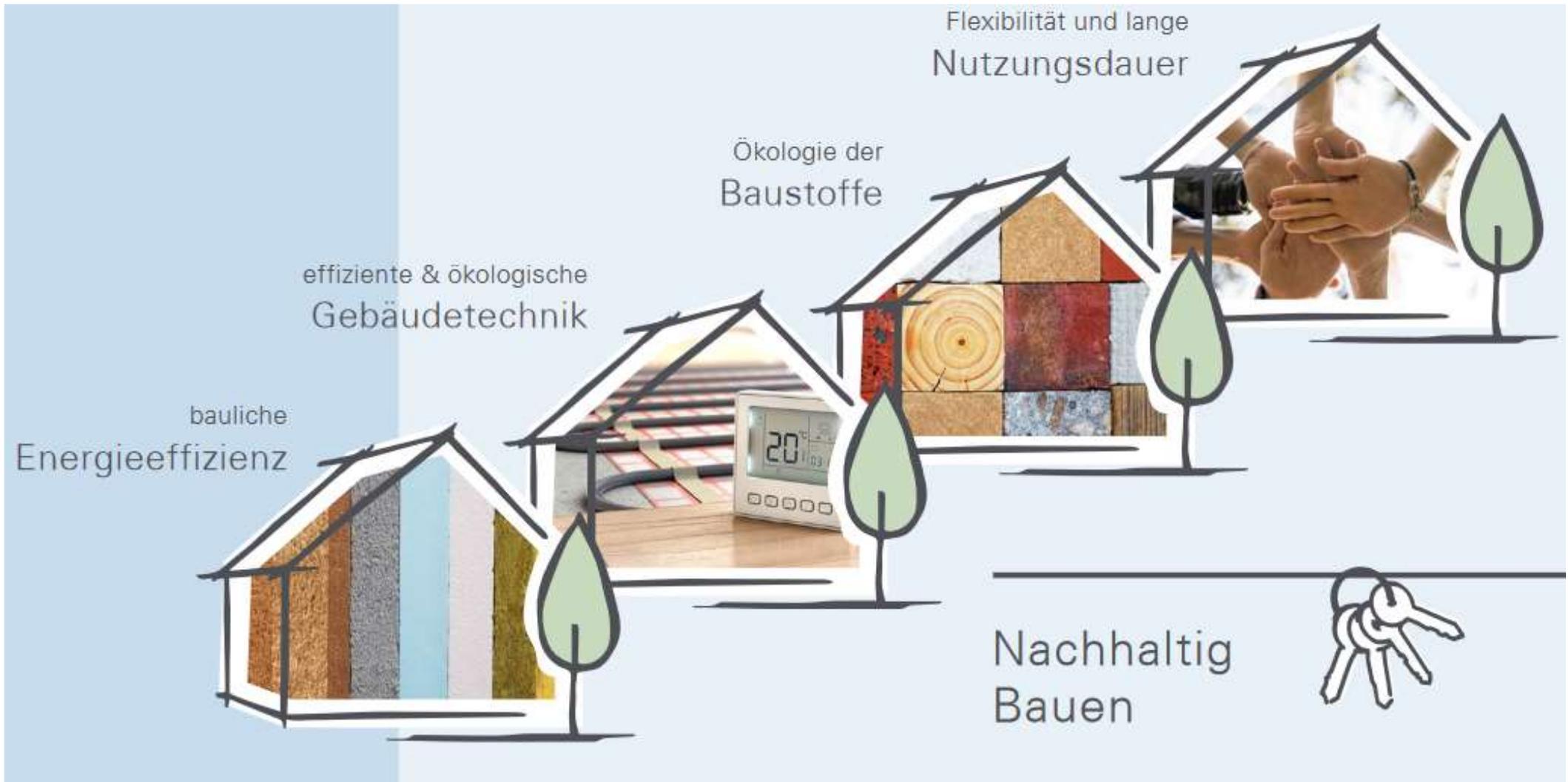
Nachhaltiges Bauen und Sanieren - Handlungsfelder aus dem Leitfaden „Nachhaltigkeit gestalten“

nd

Verwendung des Leitfadens		 Funktionalität und Komfort	 Energie	 Material	 Schadstoffe	 Wirtschaftlichkeit	
Leistungsphasen nach HOAI							
A	Projektvorbereitung	0	Bedarfsplanung vorsehen 1 Bedarfsplanung durchführen 2 Zielvereinbarung fixieren 3 Integrale Planung initiieren	Energieoptimierung planen 1 Anforderungen klären 2 Standortspezifische Energiepotenziale analysieren 3 Energetische Ziele definieren	Ressourcenreduktion anlegen 1 Baubedarf und Flächennutzung optimieren 2 Anforderungen an die Ressourceneinsparung festlegen 3 Lokale Ressourcen schützen	Schadstoffarmut vorbereiten 1 Immission am Standort überprüfen 2 Belastungen im Bestand untersuchen 3 Anforderungen an die Schadstoffarmut definieren	Lebenszyklusorientierte Kostenbetrachtung verankern 1 Bedarfsplanung auf Lebenszykluskosten ausrichten 2 Wertstabilität sichern 3 Ergänzende Finanzmittel identifizieren
		1					
		2					
B	Entwurf	3	Funktionalität und Komfort optimieren 1 Funktionstüchtige Erschließung gewährleisten 2 Umweltgerechte Mobilitätsinfrastruktur vorsehen 3 Aufenthaltsqualitäten innen und außen schaffen 4 Barrierefreiheit planen 5 Behaglichkeit und Sicherheit optimieren	Energiekonzept entwickeln 1 Randbedingungen und Ziele konkretisieren 2 Kubatur und Grundriss optimieren 3 Gebäudehülle optimieren 4 Effiziente Gebäudetechnik planen 5 Umfeld und Außenraum energetisch nutzen	Ressourcenschonendes Materialkonzept entwickeln 1 Ökobilanzierung initiieren 2 Materialaufwand minimieren 3 Kreislaufoptimierte Materialien anstreben 4 Umweltinventar schonen	Schadstoffemissionen vermeiden 1 Ziele für Schadstoffemissionen konkretisieren 2 Schadstoffemissionen vermeiden	Gesamtwirtschaftlichkeit optimieren
		4					
		5					
C	Ausführungsplanung	6	Funktionalität und Komfort vervollständigen 1 Aufenthaltsqualitäten innen und außen konkretisieren 2 Barrierefreiheit gewährleisten 3 Behaglichkeit und Sicherheit weiterentwickeln	Energiekonzept detaillieren 1 Energiekennwerte überprüfen 2 Bauteile optimieren 3 Gebäudetechnik optimieren	Materialkonzept konkretisieren 1 Materialaufwand in der Konstruktion minimieren 2 Instandhaltung und Reinigung optimieren 3 Recycling vorbereiten 4 Bauteile integral optimieren 5 Trinkwasserbedarf und Abwasser reduzieren	Schadstoffarmut planen 1 Schadstoffemissionen vermeiden 2 Anforderungen an Schadstoffarmut festlegen	
		7					
D	Realisierung	8	Funktionalität und Komfort umsetzen	Energetische Qualität sichern 1 Qualität der Ausführung gewährleisten 2 Energetischen Standard nachweisen 3 Effizienten Betrieb vorbereiten	Materialkonzept abschließen 1 Ressourcenschonende Umsetzung fördern 2 Recyclinggerechte Umsetzung fördern 3 Ökobilanz vervollständigen	Schadstoffarmut sicherstellen 1 Schadstoffemissionen vermeiden 2 Schadstoffarmut dokumentieren	
		9					
		10					
E	Nutzung		Nachhaltige Nutzung initiieren und befördern 1 Nutzer informieren und motivieren 2 Gebäudemanagement optimieren 3 Soziokulturelle Angebote und umweltfreundliche Mobilität fördern	Energieeffizienten Gebäudebetrieb sicherstellen 1 Energiecontrolling organisieren 2 Einregulierungsphase betreuen 3 Messdaten dauerhaft auswerten und optimieren	Emissions- und schadstoffarme Nutzung gewährleisten 1 Nutzerausbau berücksichtigen 2 Nachhaltige Beschaffung fördern		



HERANGEHENSWEISE SANIERUNG UND NEUBAU



Quelle: www.LfU.de

Wie geht Suffizienz?



Suffizienzziel	Suffizienzkriterium	Erläuterung / Beispiel
gut erschlossener Standort	Nähe nutzungsrelevanter Objekte und Einrichtungen Verkehrsanbindung	kurze Wege im Alltag und „Externalisierung“ von Wohnfunktionen (z. B. Sauna in öffentlichen Bädern) z. B. Reduktion von motorisiertem Individualverkehr und Entfall von Pkw-Stellplätzen
reduzierter Gebäudeimpact	Bedarfsplanung und Hinterfragung	z. B. Berücksichtigung von „kleiner-leichter Bauen“ bzw. „nicht Bauen“ während der Bedarfsplanung
hohe Nutzerakzeptanz	Partizipation	z. B. Entwicklung nutzer- und projektspezifischer Lösungen mit den Beteiligten sowie Einbeziehung der Nutzer bei der Entwicklung von individuell bzw. gemeinschaftlich nutzbaren Räumen
flexibles Flächenmanagement	Eigentumsstruktur	z. B. Genossenschaften erleichtern Veränderungen bei der Nutz- und Wohnflächenaufteilung
geringer Flächenbedarf	Reduktion der relativen Größe	Reduktion der relativen Größe z. B. V
hohe und langfristige Nutzungsdichte	Flexibilität	z. B. schaltbare Räume (Wachsen und
	Umnutzungsfähigkeit	anpassungsfähige Grundrisse und G wird zu Wohnen)
	Mehrfachnutzen	unterschiedliche Funktionen im Tage tionsmöbel, Klappbett, Schiebewän
	Gemeinschaftsnutzen	z. B. Waschküche, Mietergärten oder (auch durch Externe/Dritte)
optimierte Lebensdauer	Dauerhaftigkeit	z. B. Alterungsfähigkeit durch robusten sowie zeitlose Gestaltungsquali
soziale Kontakte und Austausch befördern	kommunikationsfördernde Flächen und Räume	halböffentliche Räume, Lobby, Flure Gemeinschaft sowie Absprachen für
anpassbares Komfortniveau	Regelbarkeit der Gebäudetechnik	individuelle „suffiziente“ Einflussmö Kälte, Licht, Luft, Strom
	Nutzerfeedback zum Energieverbrauch	z. B. individuelles Energieprofil-Pane
	Behaglichkeits-Standards	z. B. Höhe der Schallschutzanforderu Technisierungsgrad
umweltgerechte Mobilität	Fahrradkomfort Sharing-Mobilitätsangebote	Lage, Anzahl, Anordnung und Ausst z. B. Stellplatz für Carsharing

und



Was ist ein suffizienter Grundriss?

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit

- **Raumsharing / Neudefinition von Raumbegriffen**
- **Adaptive Grundrisse**
- **Kompakt in Baukörper und Technik**
- **Keine Flure, wenn dann mit Zusatznutzen**
- **Simple Konzepte (Brandschutz, Schallschutz, Statik, etc.)**

Sanierungsstrategie im Bestand

Was ist zu beachten

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit

- **Ausbau-Reserven erschließen**
- **Grundrissoptimierung**
 - => **Nutzungseinheiten, Umnutzbarkeit**
 - => **beheiztes Volumen**

- **Barrierefreiheit**
- **Klimarisiken**
- **u.v.m.**

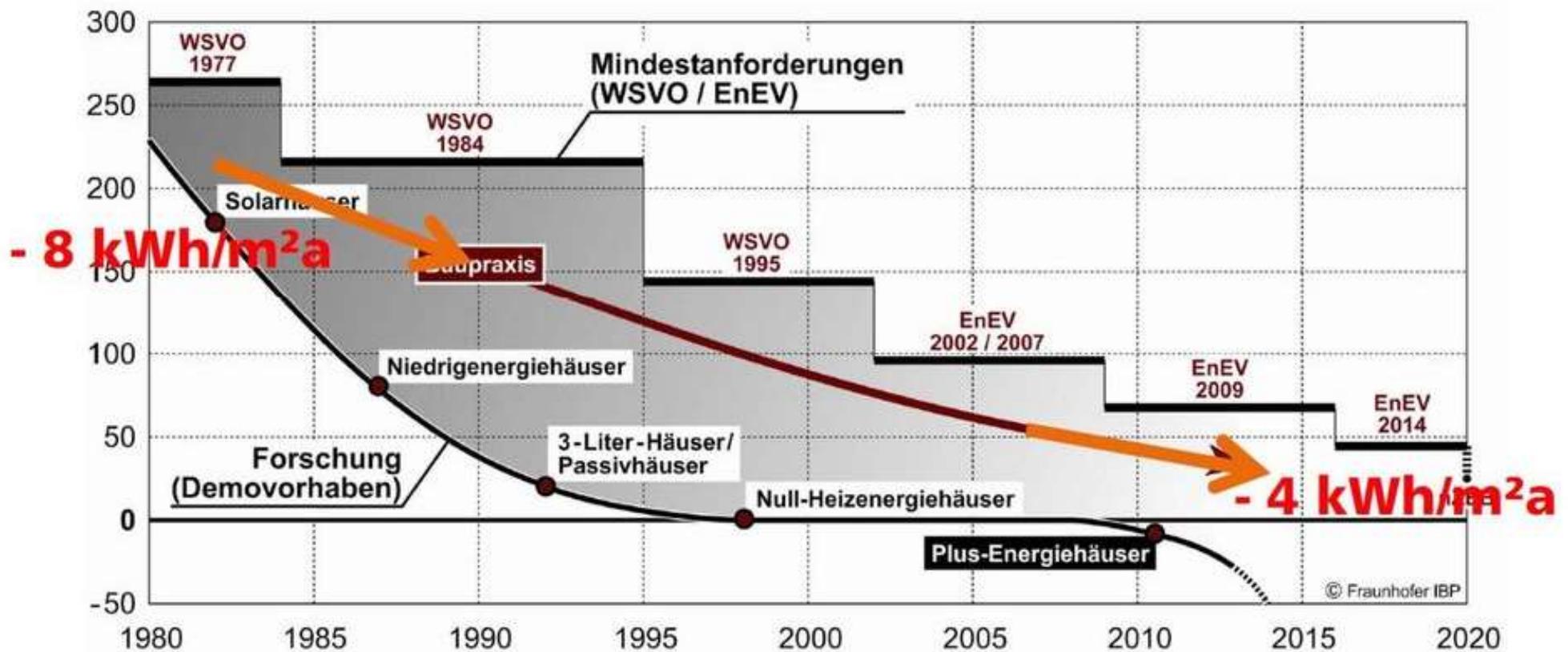
- **Energieeffizienz**
 - Wärmeschutz**
 - Heizung**
 - Lüftung**
 - Photovoltaik**

Entwicklung der Energiestandards

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit



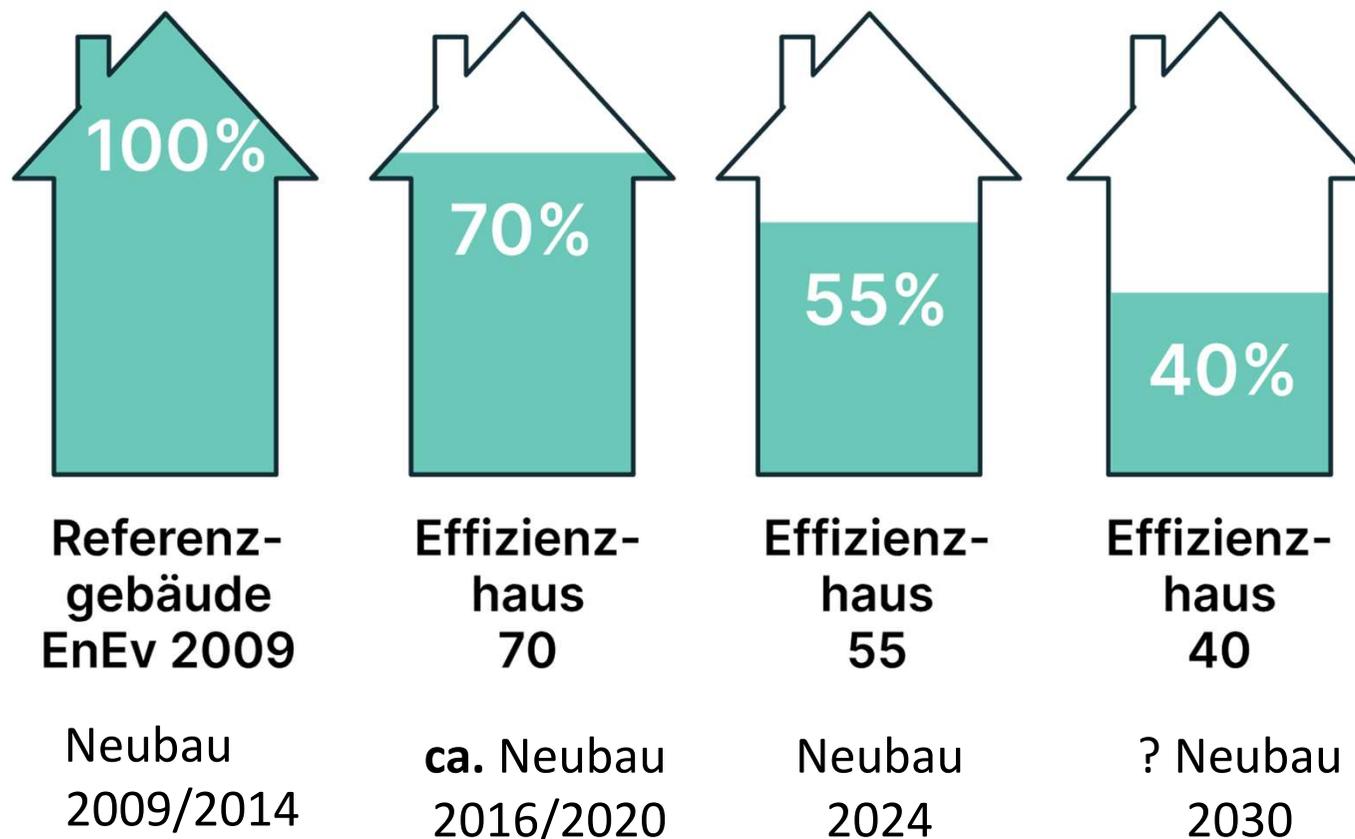
Quelle: Vortrag Erhorn, 20.01.2015

Entwicklung der Energiestandards

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit



Wie heizen ?

Nicht fossil !(?)

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit

1. **Wärmepumpe**
2. **Holz (Pellets/ Hackschnitzel)**
3. **Fernwärme**
4. **Bio-Erdgas**
5. **Wasserstoff**

Autarkie versus Eigenverbrauchshaushalt

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit

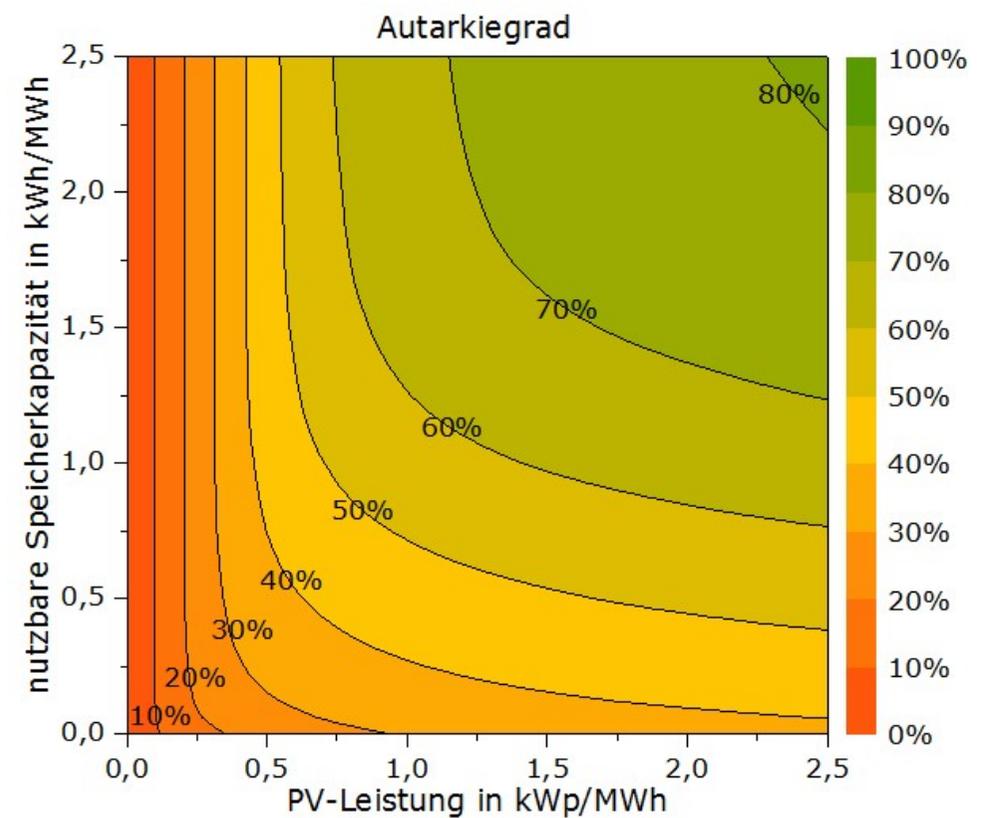
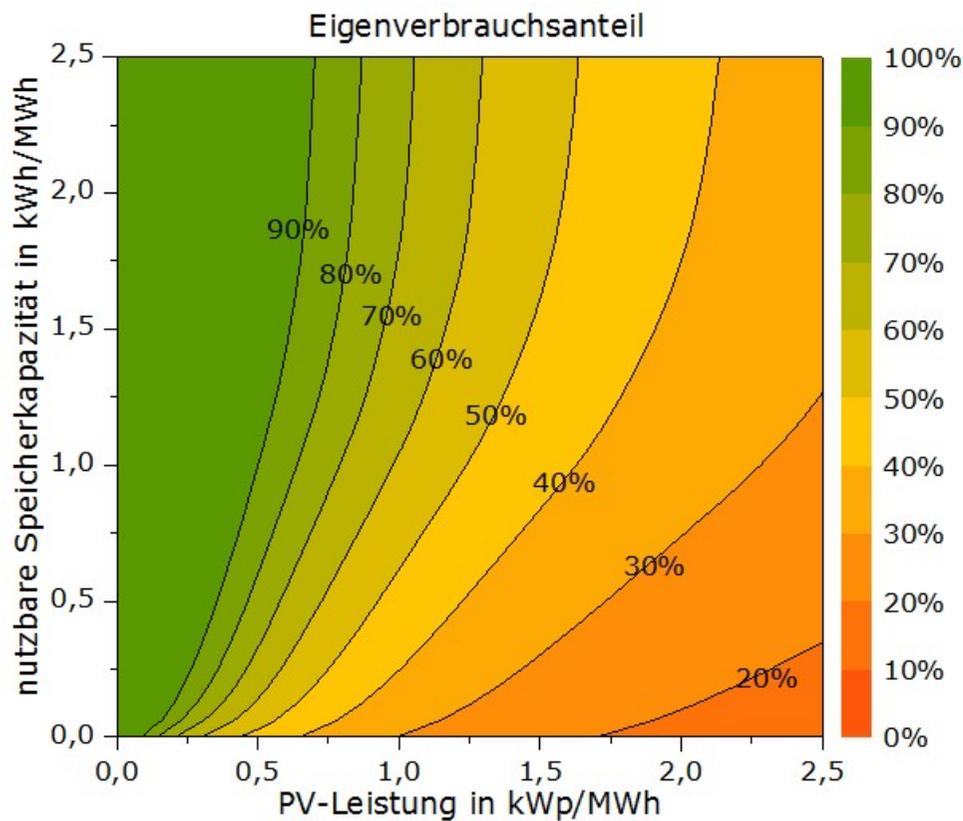


Diagramm:

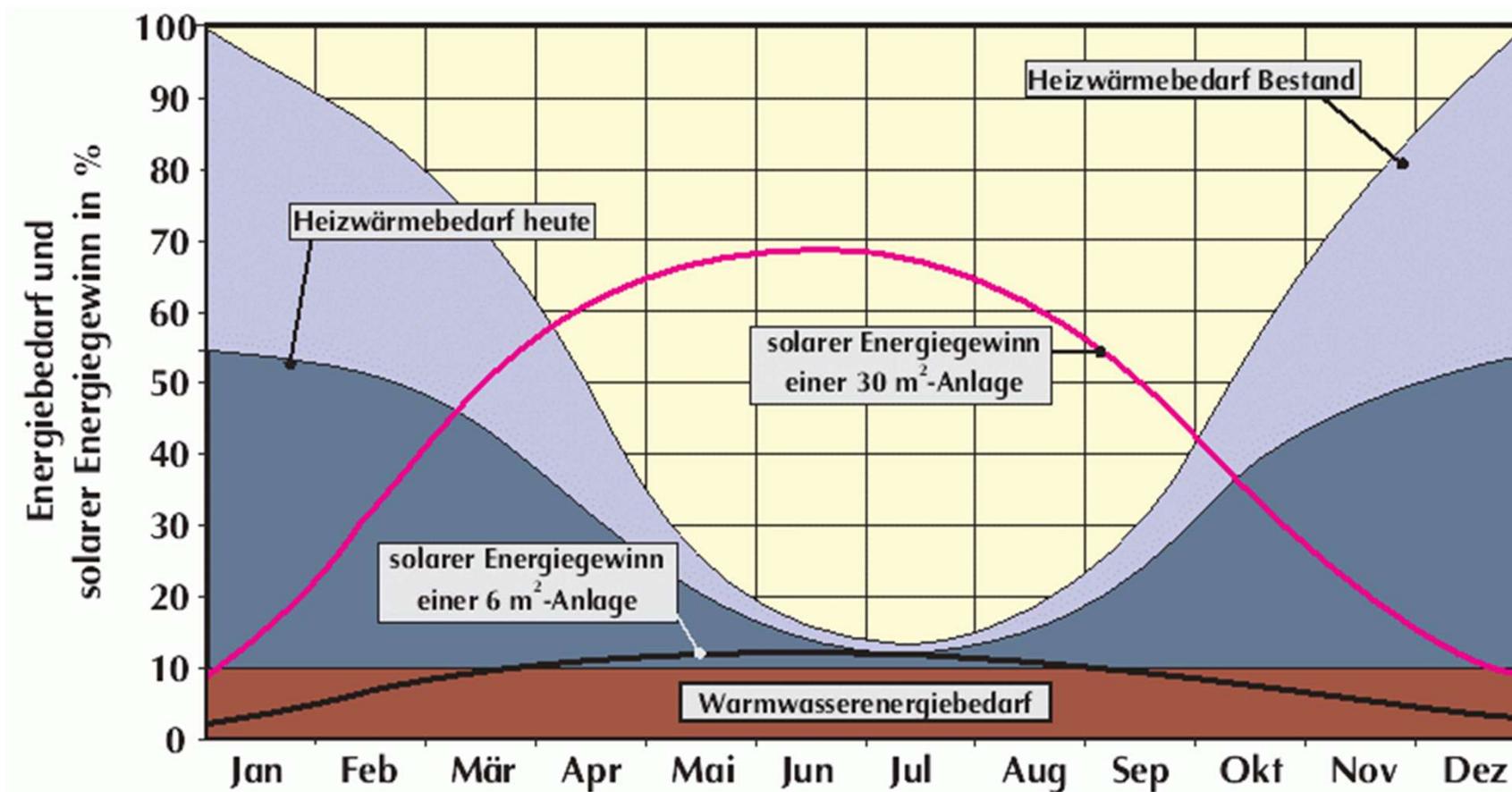
www.volker-quaschnig.de

Umweltenergien - Ertrags-/Bedarfsdilemma

Bayerische
Architektenkammer

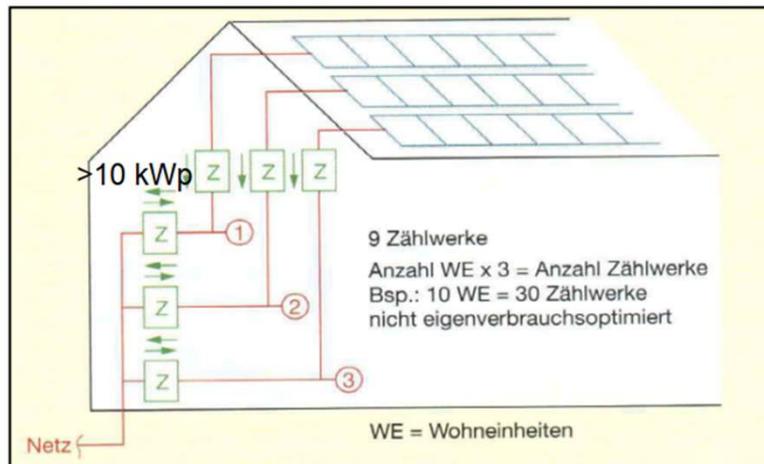


Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit





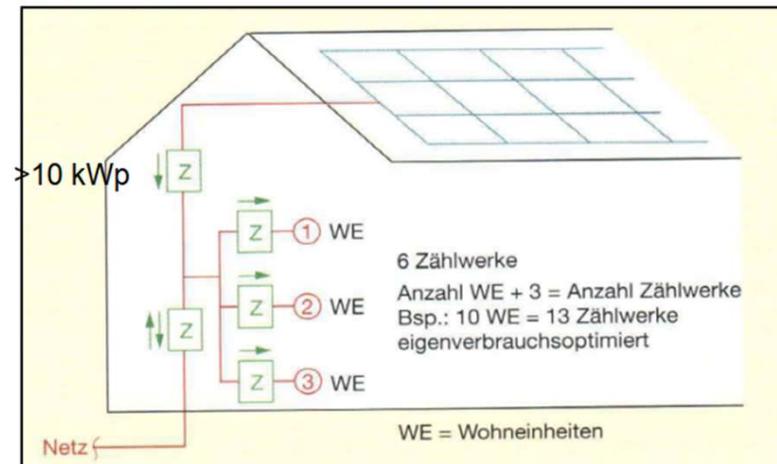
Ergänzungs-/Teilversorgung VNB bleibt Messstellenbetreiber



Eine oder mehrere WE nutzt PV-Strom aus je exakt einer PV-Anlage

- keine EEG-Umlage bis je 10 kWp bei EV
- kein Mieterstromzuschlag möglich
- wenige energiewirtschaftliche Pflichten

Vollstrom/Mischstromversorgung Braucht idR neuen Messstellenbetreiber



Ein PV-Anlagenbetreiber beliefert verschiedene WE

- volle EEG-Umlage ca. 7 Ct bei PV > 0 kWp
- Mieterstromzuschlag ca. 2,5 bis 3,7 Ct möglich
- viele energiewirtschaftliche Pflichten

Haus ohne Heizen

Ein außergewöhnliches Beispiel

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit



*Bürogebäude ganz ohne Heizung
und ohne Kühlung mit 70 cm
dicken Außenwänden, Arch.
Baumschläger und Eberle,
Wolfurt, Vorarlberg*

Heizen mit Wärmepumpe

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit

Günstige Voraussetzungen:

- **guter Wärmeschutz**
- **Flächenheizungen**
- **Wärmequelle Erdreich oder Grundwasser**

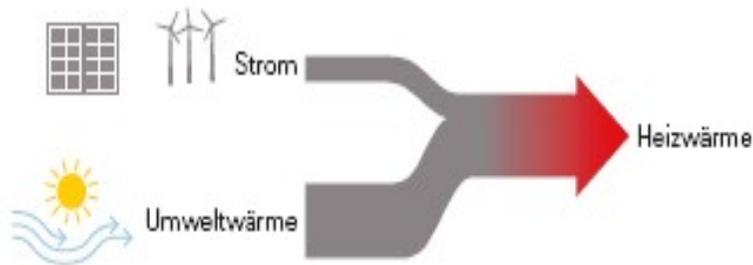
Suboptimal

- **Unsaniert**
- **Heizkörper**
- **Wärmequelle Außenluft**

Geschätzter Primärenergiefaktor bei 1/3 Strom (1,8), 2/3

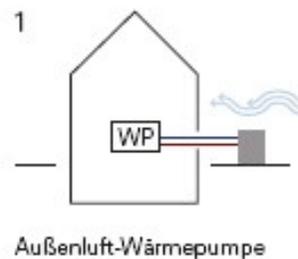
Umweltenergie(0) = $1,8 \cdot 1/3 + 0 \cdot 2/3 = 0,6$

HEIZEN MIT WÄRMEPUMPEN

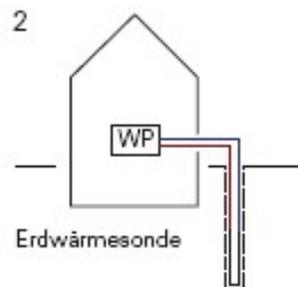


FUNKTIONSPRINZIP

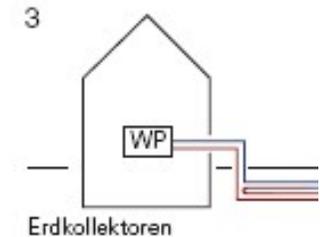
Außenluft-Wärmepumpen können sowohl außen als auch innen aufgestellt werden. In beiden Fällen wird die Außenluft über einen außen liegenden Ventilator angesaugt. Bei niedrigen Außentemperaturen haben Außenluft-Wärmepumpen eine geringe energetische Effizienz und sind daher nur für Gebäude mit geringem Wärmebedarf wie beispielsweise Passivhäuser zu empfehlen. (Abb. 1)



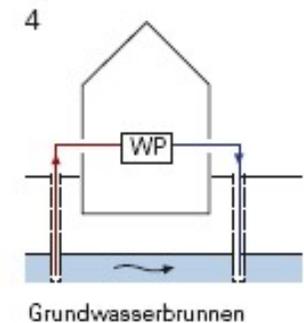
Zur Nutzung der Wärme des Erdreichs gibt es unterschiedliche Möglichkeiten: Erdwärmesonden verlaufen vertikal und nutzen Erdschichten bis ca. 100 m Tiefe. Sie benötigen lediglich eine geringe Grundstücksfläche (1 – 2 Sonden für ein Einfamilienhaus) und können auch unter dem Gebäude installiert werden. Zur Vermeidung negativer Einflüsse wird empfohlen, zwischen den einzelnen Sonden einen Mindestabstand von 6 m und zur Grundstücksgrenze einen Abstand von 3 m einzuhalten. (Abb. 2)



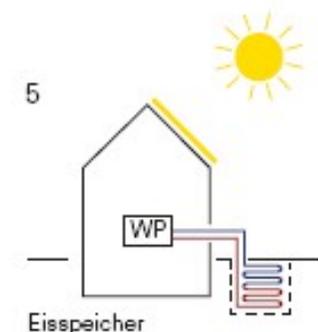
Erdkollektoren dagegen verlaufen horizontal in einer Tiefe von 1,2 – 1,5 m und benötigen je nach Bodenbeschaffenheit eine Fläche von 15 bis 30 m² pro kW Heizleistung. Zur Grundstücksgrenze ist ein Abstand von 1 m einzuhalten. (Abb. 3)



Grundwasser-Wärmepumpensysteme bestehen aus einem Saug- und einem Schluckbrunnen und benötigen daher nur eine geringe Fläche. Der Mindestabstand zwischen den beiden Brunnen beträgt 10 m. (Abb. 4)



Ein Eisspeicher ist ein mit Wasser gefüllter Behälter (ca. 10 m³ für ein Einfamilienhaus), der in das Erdreich eingegraben wird. Er nutzt die beim Gefrieren von Wasser freiwerdende Energie. Zum Wiederauftauen (Regenerieren) wird dem Speicher Wärme zugeführt, z.B. über das Erdreich oder Solar Kollektoren. (Abb. 5)



Quelle: <http://www.bestellen.bayern.de>

HEIZEN MIT WÄRMEPUMPEN

https://www.lfu.bayern.de/geologie/oberflaechennahe_geothermie/index.htm

Standortauskunft für oberflächennahe Entzugssysteme am Standort für Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen

Installationsaufwand

Außenluft-Wärmepumpen sind leicht einzubauen und benötigen kein Genehmigungsverfahren. Besondere Anforderungen an den Schallschutz sind zu beachten. Erdwärmesonden und -kollektoren sowie Grundwasserbrunnen und Eisspeicher verursachen durch die Erdarbeiten einen höheren Installationsaufwand. Für Erdwärmesonden bzw. Grundwasserbrunnen muss außerdem bis 100 m Tiefe eine wasserrechtliche Erlaubnis bei der Kreisverwaltungsbehörde (Landratsamt oder kreisfreie Stadt), darüber hinaus eine bergrechtliche Bewilligung eingeholt werden.

Investitionskosten der Anlage

Außenluft-WP	17.000 Euro
Erdwärmesonden + WP	23.000 Euro
Erdkollektor + WP	20.000 Euro
Grundwasserbrunnen + WP	23.000 Euro
Eisspeicher + WP + Kollektoren	28.000 Euro

Für den Betrieb von Wärmepumpen bieten einige Stromanbieter vergünstigte Stromtarife an.



Die Außeneinheit einer Außenluft-WP ist über Leitungen mit der Inneneinheit verbunden.

Den Berechnungen liegen durchschnittliche Kosten und Flächen zu Grunde (siehe Seite 3)

Kombinationsmöglichkeiten

Grundsätzlich kann eine Wärmepumpe mithilfe eines integrierten Heizstabes die Wärmeversorgung des Gebäudes alleine übernehmen. Durch die Kombination mit Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung lässt sich die Laufzeit der Wärmepumpe reduzieren.

Entscheidungsfindung

Die Wahl des geeigneten Wärmepumpensystems hängt von verschiedenen Faktoren ab. Unter anderem muss geprüft werden, welche Energieträger am Standort zur Verfügung stehen und ob deren Nutzung möglich ist (Genehmigung, Platzbedarf). Außenluft-Wärmepumpen weisen den geringsten Platzbedarf und Installationsaufwand, jedoch auch den höchsten Strombedarf auf. Für eine Entscheidungsfindung empfiehlt es sich, einen entsprechenden Fachmann zu kontaktieren (siehe Seite 18).

Quelle: <http://www.bestellen.bayern.de>

Heizen mit Holz

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit

Pro

- Eignung bei jedem Wärmeschutz-Standard
- Wärmespeicher

Contra

- Lokale Emissionen
- Begrenzte Verfügbarkeit (15% des Wärmemarktes)
- Etwas erhöhter Wartungsaufwand
- Platzbedarf

Primärenergiefaktor: 0,2

Heizen mit Biomasse

Geeignet für

- Neubau
- Bestand unsanft
- Bestand energetisch saniert
- Flächenheizung
- Heizkörper
- Luftheizung
- Warmwasser

sinnvoll
 möglich
 (geringere Effizienz)

Funktionsweise

Durch die Verfeuerung von Biomasse im Kessel entsteht Wärme, mit der das Heizwasser erhitzt wird. Am häufigsten werden Holzpellets als Brennstoff eingesetzt. Diese sind überall erhältlich und können in komfortablen vollautomatischen Kesseln verarbeitet werden. Ebenso möglich – aber weniger verbreitet – ist die Verwendung von Stückholz (Scheitholz), Holzhackschnitzeln, Pflanzenöl oder Biogas.



Holzpellets werden aus Sägemehl zusammengespreßt.

Komponenten und Platzbedarf

Neben dem Heizkessel werden ein Heizwasserspeicher (Pufferspeicher, ca. 60 l pro kW Heizleistung) und eine Lagerfläche für den jeweiligen Brennstoff benötigt. Die Stellfläche für den Heizkessel und den Speicher beträgt ca. 3 m².



Stückholz muss ausreichend trocknen, bevor es als Brennstoff dient.

Für Pellets ist ein geschlossener Lagerraum mit ca. 0,7 m³ Lagervolumen pro kW Heizleistung für eine Heizperiode erforderlich. Steht weniger Volumen zur Verfügung, muss die Anlieferung häufiger erfolgen. Hackschnitzel benötigen ein ca. dreimal so großes Lagervolumen und werden bei kleinen Wohngebäuden nicht eingesetzt.



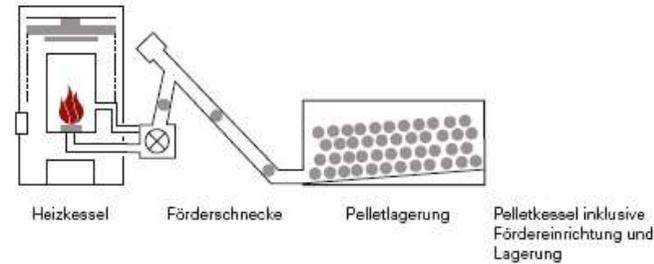
Hackschnitzel bestehen aus zerkleinerten Holzresten.

Um eine problemlose Anlieferung durch Silofahrzeuge zu ermöglichen, muss eine ausreichend große Zufahrt vorhanden sein. Die Entfernung zwischen Anlieferzone und Einfüllstutzen sollte so kurz wie möglich sein.

Die Pellets bzw. Hackschnitzel werden beispielsweise mit Hilfe einer Förderschnecke vom Lager zum Kessel transportiert. Der Lagerraum sollte sich in unmittelbarer Nähe zum Kessel befinden. Stückholz kann an einem überdachten, gut belüfteten Ort im Freien gelagert werden. Der Transport zum Kessel erfolgt manuell.



Pflanzenöl, z.B. aus Raps, ist eine Alternative zu fossilen Brennstoffen.



Installationsaufwand

An Heiz- und Lagerräume werden Brandschutzanforderungen gestellt. Diese regelt die Feuerungsverordnung (FeuV). Zum Abtransport von Emissionen und Gerüchen werden Lüftungsöffnungen im Lager empfohlen. Für alle Biomassekessel ist ein Schornstein erforderlich. Die Umweltverträglichkeit kann weiter verbessert werden, wenn eine Anlage mit Rauchgasentstaubung oder Brennwerttechnik zum Einsatz kommt.

Investitionskosten*

Pelletkessel	17.000 – 20.000 Euro
--------------	----------------------

*Kosten für Lagerraum der Pellets nicht berücksichtigt

Den Berechnungen liegen durchschnittliche Kosten und Flächen zu Grunde (siehe Seite 3)

Kombinationsmöglichkeiten Biomassekessel können grundsätzlich alleine die Gebäudebeheizung und Warmwasserbereitung bewältigen. Sinnvoll ist jedoch die Kombination eines Biomassekessels mit einer solarthermischen Anlage für die Warmwasserbereitung. So ist es möglich, den Kessel im Sommer vollständig abzuschalten und damit Heizkosten zu sparen.



Heizungskeller mit Pufferspeicher

HEIZEN MIT ERNEUERBAREN ENERGIEN Wirtschaftlichkeit

Heizsystem	Investitions- kosten** (brutto)	Energie- kosten* (brutto)	Wartungs- kosten* (brutto)	Gesamt- kosten*, ** (brutto)	
Außenluft-WP	17.000	22.000	2.500	41.500	
Erdwärmesonden + WP	23.000	16.000	1.500	40.500	
Erdkollektor + WP	20.000	18.000	1.500	39.500	
Grundwasserbrunnen + WP	23.000	16.000	1.500	40.500	
Eisspeicher + WP + Solarkollektoren	28.000	16.000	1.500	45.500	
Pelletkessel	18.500	23.500	7.000	49.000	
Pelletkessel + Solarkol- lektoren f. Warmwasser	23.500	20.500	7.000	51.000	
Pelletkessel + Solarkol- lektoren f. Warmwasser und Heizung	29.500	15.000	7.000	51.500	
Zum Vergleich:					
Heizölkessel + Solarkol- lektoren f. Warmwasser	18.000	32.000	4.500	54.500	
Erdgaskessel + Solarkol- lektoren f. Warmwasser	17.000	24.000	4.500	45.500	

Quelle: <http://www.bestellen.bayern.de>

Heizen mit Fernwärme

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit

Pro

- Eignung bei jedem Wärmeschutz-Standard
- Keine lokalen Emissionen
- Bequem

Contra

- (kontrolliertes) Monopol
- Begrenzte räumliche Verfügbarkeit (lokal)

Typische Primärenergiefaktoren: **0,0 - 0,5**

Wie heizen ? fossil mit Erdgas?

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit

1. Wärmepumpe
2. Holz (Pellets/ Hackschnitzel)
3. Fernwärme
4. „Erdgas in Bio-Qualität“?
 - in der Regel fossiles Erdgas mit CO₂-Ausgleichszahlungen
 - Möglicherweise Beimischung von Wasserstoff oder Biogas in geringen Mengen
 - reines Biogas übers Netz scheiterte bisher an Kosten

Primärenergiefaktor 1,1

Heizen mit Wasserstoff (Brennstoffzelle)

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit

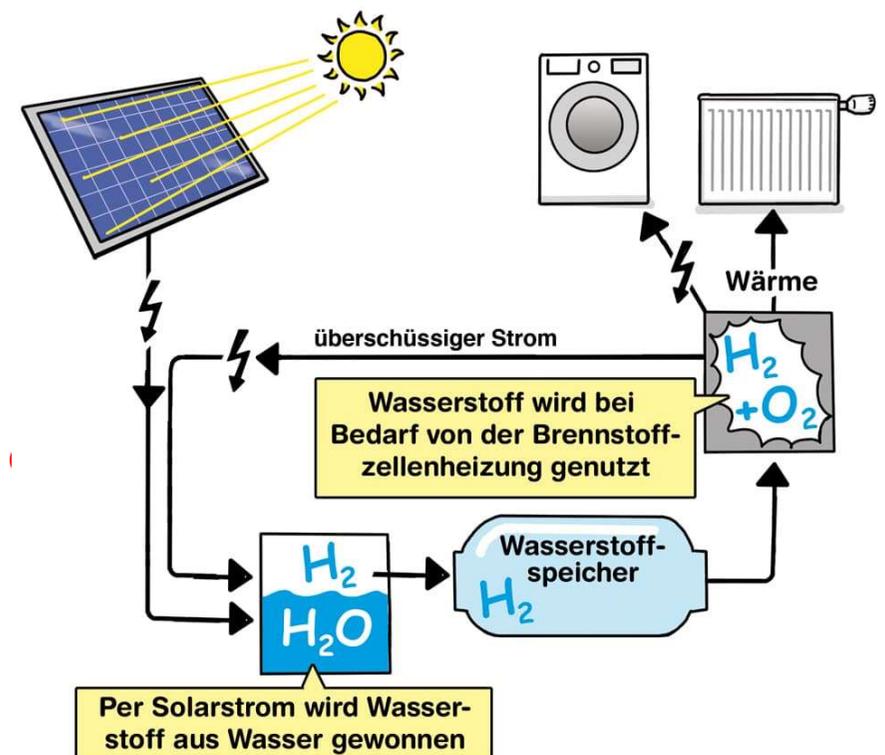
Pro

- Eignung bei jedem Wärmeschutz-Standard
- Keine lokalen Emissionen
- KWK (Wärme + Strom)
- Autarkie mit hoher Eigenstromnutzung, durch saisonale Speicherung.

Contra

- (noch?) teure und im Gebäudebereich wenig Systeme (H₂-Speicherung, Brennstoffzelle)

Primärenergiefaktor: $\leq 0,0$





- Elektrolyse => Trennung von Wasser unter el. Energieeinsatz

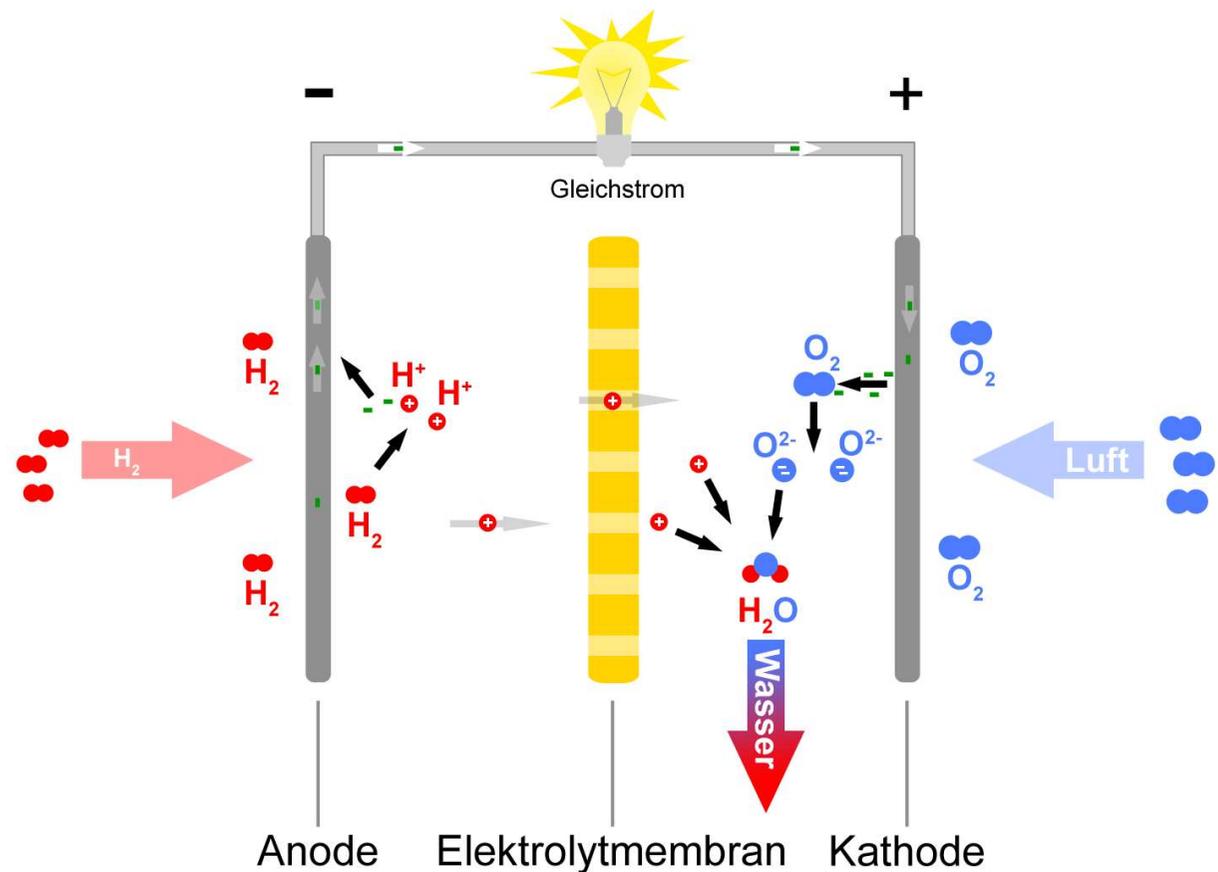


- Brennstoffzelle nutzt „umgedrehte Elektrolyse“



⇒ Elektrische Energie (ca. 40%)
+ Abwärme (ca. 60%)

- Auch Erdgas statt Wasserstoff möglich (anderer Brennstoffzellen-Typ)
- $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \Rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2 + \text{O}_2 \Rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$



Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in Wohngebäude

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit

Sinnvoller Einsatz:

- kleine oder dicht belegte Wohnungen
- umfassend sanierte und insofern vermutlich dichte Häuser
- primärenergetisch ungünstige Energieträger

Einschränkungen für Einsatz:

- große und dünn belegte Wohnungen
- unsanierte Häuser
- primärenergetisch günstige Energieträger

Ein Lüftungskonzept ist bei umfassenden Sanierungen ein Muss!

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit

Zentral oder dezentral?

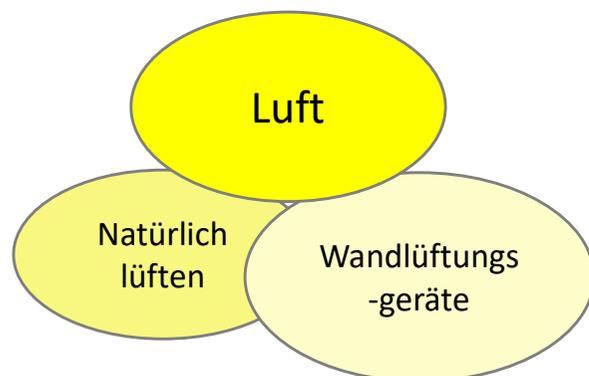
Zentrale Lüftungsanlagen eignen sich hauptsächlich im Neubau, besonders bei Passivhäusern

Dezentrale Wandlüftungsgeräte im Neubau und bei Sanierungen sind wartungsarm

Verringerung der Lüftungswärmeverluste

Hygienische Innenluft ohne Schadstoffe

Pollenfreie, feinstaubfreie Innenluft



Quelle InVenter

Bayerische
Architektenkammer



Beratungsstelle
Energieeffizienz und
Nachhaltigkeit

Danke



Dipl.-Ing. Univ. Ulrich Jung
Architekt, Energieberater