

Stadt Besigheim



Energieleitlinie, CO₂-Minderungsstrategie

Goran Karim, Erik Fischer
www.kurz-fischer.com

Winnenden Halle (Saale) Bottrop Feldkirchen-Westerham (München) Bretten Lübeck/Kiel/Schwerin

Vorwort: Warum eine Energieleitlinie?

Die vorliegende Energieleitlinie richtet sich an Stadtverwaltung und Bürger. Sie ist ein Planungsleitfaden, kein Leitfaden für den Betrieb.

Die vorliegende Energieleitlinie hat den Gebäudesektor mit seiner Infrastruktur zum Gegenstand

Handlungsempfehlungen an den technischen Dienst, Hausmeister und Objektbetreuer werden in einem gesonderten Dokument erarbeitet

Mit Energie und Ressourcen sparsam umzugehen, war schon eine Aufgabe im Altertum. Die Industrialisierung hat den pro-Kopf-Energieverbrauch enorm gesteigert. Spätestens seit der ersten Energiekrise in den 1970er Jahren gibt es Regeln zur Minderung des Energiebedarfs. Im Gebäudesektor begann mit einfachen Regeln, z. B. mit dem Verbot von einfachverglasten Fenstern in Neubauten) und Anforderungen an die Transmissionswärmeverluste von Bauteilen und an Heizungsanlagen (1. WärmeschutzV, 1. HeizAnIV 1977).

Da jede technische Maßnahme an Grenzen ihrer Wirksamkeit stößt, war die weitere Entwicklung geprägt von Erweiterungen der Bilanzgrenzen. Dementsprechend aufwändiger und komplexer werden die Verfahren zur Beschreibung und Bilanzierung des energetischen Verhaltens.

Standen anfangs Bauteile im Fokus, kamen später die gesamte Gebäudehülle und die gesamte haustechnische Anlage hinzu.

Mit der Energieeinsparverordnung wurde eine primärenergetische Bewertung vorgenommen, um Systeme mit Energieträgern wie Kohle, Öl, Gas, Strom, Biomasse und regenerative Energie untereinander vergleichbar zu machen.

Die aktuellen Entwicklungen beim Klimaschutz und bei der Energiepolitik zwingen zu einer **Abkehr vor allem von fossilen Energieträgern** und zu einer **Fokussierung auf die Umweltwirkungen des Gebäudesektors**. Das ist mit geänderten Herausforderungen verbunden, auch Versäumnisse aus der Vergangenheit sind aufzuholen.

Das vordringliche Schutzziel aller Energiesparbemühungen ist die Minderung der CO₂-Emission, die den primärenergetisch bewerteten Jahresenergiebedarf als Bewertungskenngröße ablösen wird. Um dem Klimawandel entgegenzuwirken, müssen die CO₂-Emissionen im Betrieb und bei der Erstellung von Gebäuden und wesentliche Größenordnungen reduziert werden.

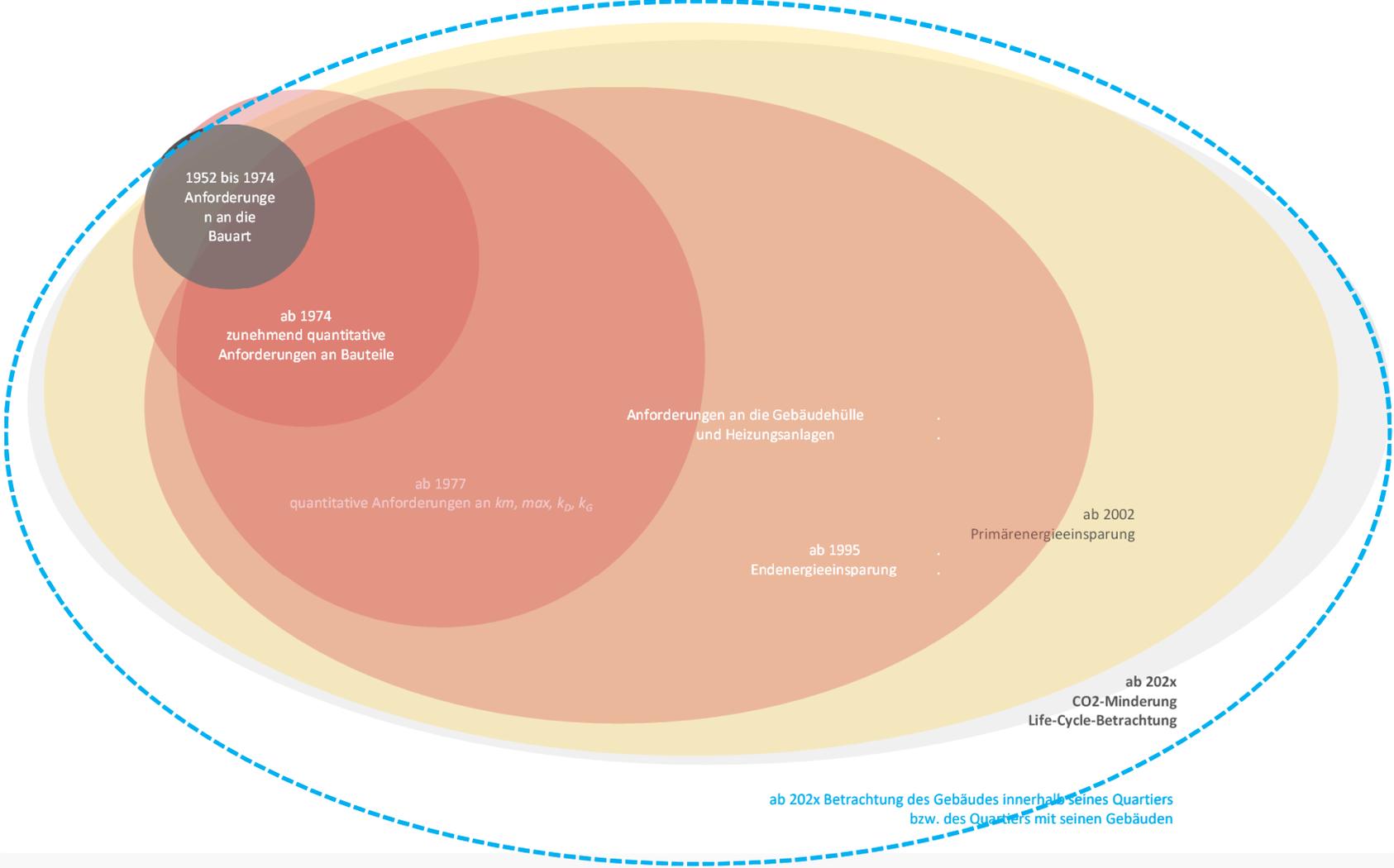
Entwicklung des energiesparenden Wärmeschutzes

	Ereignis/Regelwerk	Grund	Bilanzgrenze	Anforderungen an
1973	Ölpreiskrise			
1976	1. Energieeinsparungsgesetz	Energieeinsparung		
1977 1978	1. Wärmeschutzverordnung 1. Heizungsanlagenverordnung	Heizwärmeeinsparung	Bauteile	Transmissionswärmeverluste + Lüftungswärmeverluste $k_{m,max}$ in Abhängigkeit von A/V , k_D , k_G Mindestens Doppel- oder Isolierverglasung Fugendurchlasskoeffizienten
1980	2. Energieeinsparungsgesetz	Heizwärmeeinsparung		
1984	2. Wärmeschutzverordnung	Heizwärmeeinsparung	Bauteile	k-Wert Anforderungen an Fenster und Bauteile mit Flächenheizungen
1989	3. Heizungsanlagenverordnung	Heizwärmeeinsparung	Komponenten	Anlagentechnik
1994	4. Heizungsanlagenverordnung	Heizwärmeeinsparung	Komponenten	Anlagentechnik
1995 1998	3. Wärmeschutzverordnung 5. Heizungsanlagenverordnung	Heizwärmeeinsparung	Gebäudehülle	Gebäudehülle + Anlagentechnik
2001	6. Heizungsanlagenverordnung (e_p)	Heizwärmeeinsparung	Komponenten	
2002	1. Energieeinsparverordnung	Zusammenführung von WSVO und HeizAnIV	Endenergie	Neubau und Bestand

Entwicklung des energiesparenden Wärmeschutzes

		Grund	Bilanzgrenze	Anforderungen an
2004	2. Energieeinsparverordnung	Primärenergieeinsparung (Jahresprimärenergiebedarf)	Primärenergie	Heizwärme (T+L) Trinkwarmwasser Hilfsenergien Solare und andere Gewinne Erneuerbare Energien
2007	V DIN 18599 zusätzlich, Energiepass			Quellen- und Senkenmodell, Zonenmodell NWG
2009	Referenzgebäudeverfahren	Steigende Anforderungen	Primärenergie	
2013		Niveau angehoben	Primärenergie	
2015	EnEV Asyl			
2016	EnEV Easy			
2020	Gebäudeenergiegesetz (GEG)		Primärenergie	Mitbetrachtung von CO ₂ -Emissionen empfohlen, Grundlage jedoch weiterhin Primärenergie
2021	Carnot-Methode als künftiges Verfahren zur Bewertung der Fernwärme			
2022	BEG WG, NWG, EM...			
2023	BEG QNG, NH-Klassen...		Nachhaltigkeit	Life-Cycle-Betrachtung

CO2-Minderungsstrategie



Bei traditionellen Bauplanungen wurden Baubudget und Betriebsausgaben getrennt betrachtet. Das Ergebnis waren häufig ineffiziente Gebäude, die den Haushalt dauerhaft belasten.

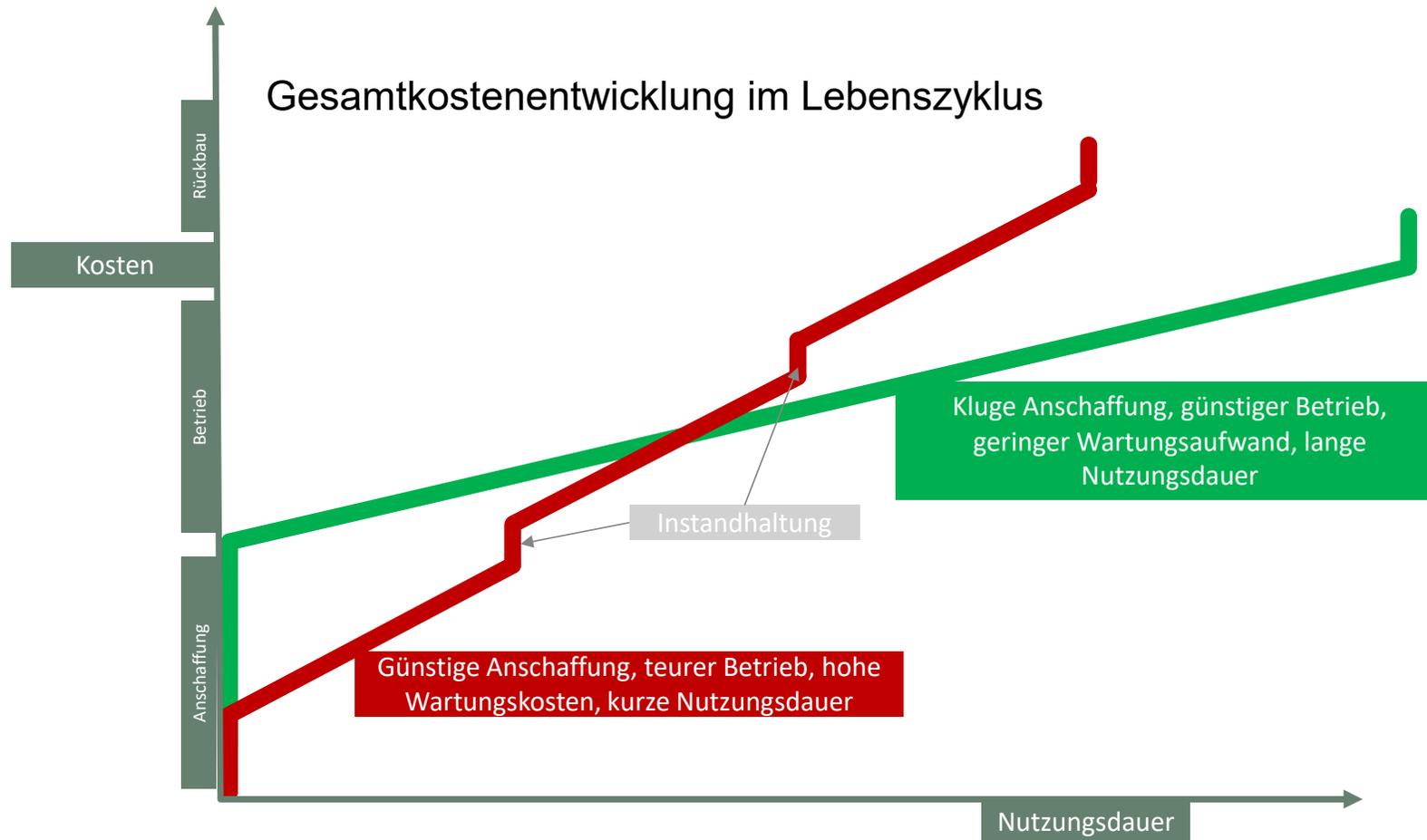
Eine Betrachtung im Lebenszyklus des Gebäudes, bzw. auch einzelner Bauteile, führt zu besseren Planungsergebnissen sowohl mit Blick auf die Gesamtkosten als auch auf die Energieeffizienz.

Dazu gib es zwei wichtige Analysemethoden:

- ✓ Die betriebswirtschaftliche Lebenszyklusbetrachtung (Life Cycle Costing: LCC-Analyse)
- ✓ Die Ökobilanz. Das ist die Betrachtung der Umweltwirkungen über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes, von der Baustoffherstellung, den Transport, den Nutzungszeitraum inklusive Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen sowie die Entsorgung am Nutzungsende (Life Cycle Assessment: LCA-Analyse).

Eine zukunftsfähige Energieleitlinie berücksichtigt diese Entscheidungsgrundlagen.

- **Eine sachgerechte Planung hat die Umweltwirkungen und die Kostenentwicklungen über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes im Blick, wobei nach wie vor das wichtigste Augenmerk auf der Nutzungsphase liegt**



Bei energetisch höchst effizienten Gebäuden ist die in den Baustoffen enthaltene Herstellungsenergie ein nicht mehr zu ignorierender Faktor. Vier Prozent des Weltenergiebedarfs entfallen beispielsweise aktuell auf die Zementerstellung für Beton und Mörtel. Auch andere Massenbaustoffe wie Stahl, Aluminium, Glas, Keramik, künstliche Steine, benötigen viel Herstellungsenergie. Die Baustoffe, und damit auch die in ihnen enthaltenen Herstellungsenergien, unterscheiden sich teilweise deutlich hinsichtlich ihrer Wiederverwertbarkeit.

- **In Ökobilanzen werden neben dem wichtigsten Ökoparameter, der Kohlenstoffdioxidemission, auch andere Einflussgrößen wie Ozonabbaupotenzial, bodennahes Ozonbildungspotenzial, Versauerungspotenzial, Eutrophierungspotenzial (ein Maß für die Gewässerschädlichkeit) usw. betrachtet.**

Nachhaltiges Bauen bedeutet auch, dass bei der Verarbeitung der Baustoffe und auch in der Nutzungsphase schädigende Auswirkungen bauchemischer Produkte auf die Menschen minimiert werden.

Während bei ungedämmten Altbauten der Vergangenheit über 95 % der CO₂-Emissionen während der Nutzungsphase auftreten konnten, können bei unseren besten Gebäuden rund die Hälfte der CO₂-Emissionen in der Herstellungsphase auftreten.

Das Bauwesen verschlingt enorme Ressourcen an Bau- und Rohstoffen, die weltweit zunehmend knapp werden. Selbst geeignete Sande für die Herstellung von Beton und Mörteln sind knapp geworden. Das Bauwesen ist zugleich weltweit der größte Verursacher von Abfallstoffen. Dabei geht es nicht nur um Verpackungen während der Bauphase, sondern insbesondere auch um nicht wiederverwertbare, schwer zu entsorgende Baustoffe und Problemabfällen.

- **Daher ist bereits im Entwurf darauf zu achten, dass nur Stoffe verwendet werden, die am Ende ihrer Nutzungsdauer in möglichst großen Anteilen wiederverwertet werden können. Das gelingt am Einfachsten, wenn sich die Baustoffe beim Rückbau von Gebäuden möglichst verlustfrei und sortenrein trennen lassen. Die lose Verlegung ist dabei günstiger als z. B. die mechanische Befestigung, diese wiederum günstiger als die Verklebung.**

Soweit Baustoffe nicht mehr getrennt werden können, sind Komponenten zu wählen, die eine Nachnutzung des gemischten Rückbauguts nicht verhindern.

Eine Wiederverwertung oder Nachnutzung ist vor allem bei Massenbaustoffen mit hohem Energiegehalt anzustreben. Die Wiederverwertung von Baustoffen und Bauteilen erschließt CO₂-Minderungspotenziale und schont unsere Ressourcen

Zu beachten:

Es ist „ehrlich“ zu bilanzieren. Bei Ersatz von Beton durch Holz sind erforderlich werdende Aufwändungen für Schallschutz, Brandschutz und sommerlichen Wärmeschutz in die Gesamtbilanz einzukalkulieren. Der alleinige Vergleich der Herstellungsenergie beim Tragwerk führt zu verzerrten Ergebnissen.

Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit, Umnutzungsfähigkeit und Reparaturfähigkeit sind wesentliche Komponenten des nachhaltigen Bauens. Daher sollen Konstruktionen nicht nur einseitig auf minimierten Ressourceneinsatz getrimmt werden. Abzuwägen sind zum Beispiel:

Tragreserven, die ggf. die Installation zusätzlicher Einbauten und Aufbauten ermöglichen (z. B. Nachrüstung durch haustechnische Komponenten, für geänderte Nutzungsanforderungen usw.)
Platzreserven, die Nachinstallationen und Veränderungen in einfacher Weise zulassen (nicht zu kleine Schächte und Trassen)
Raumhöhen, die tolerant gegen Nutzungsänderungen sind

Neue Gebäude sind zusätzliche Verbraucher. Sie sind möglichst CO₂-effizient herzustellen. Sinnvolle Maßnahmen können sein:

Wahl von Baustoffen, deren Herstellung möglichst wenig Energie benötigt. Maßgeblich sind vor allem Massenbaustoffe wie Beton, Mauerwerk, Estrich, aber auch Baustoffe, die eine hohe spezifische Herstellungsenergiedichte besitzen (z. B. Baumetalle, Glas, manche Dämmstoffe...)

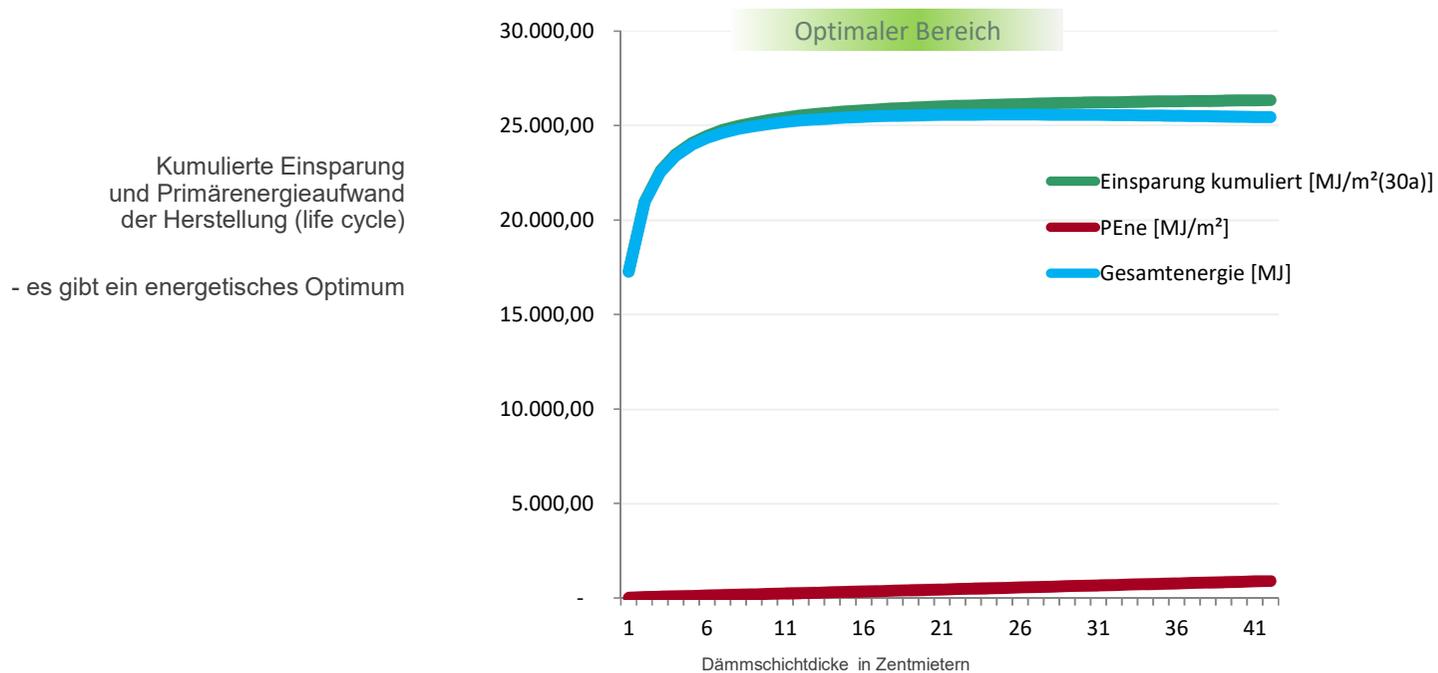
Wahl von Baustoffen, deren Einbau CO₂ für lange Zeit bindet (v. a. Bauholz und Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen)

Bei Tragwerken steigt die Herstellungsenergie mit den Spannweiten stark an.

Der Einbau aktiver Komponenten (z. B. PV-Deckung) zur Energiegewinnung sollte nach Möglichkeit traditionelle Komponenten ersetzen, nicht additiv verwendet werden.

„Viel hilft viel – wo liegen die Grenzen des Dämmens?“

Suffizienz Kriterien beachten
(Suffizienz beschreibt, was „zu viel des Guten“ ist.)



Beim Dämmstoff gilt der Merksatz „Der erste Zentimeter dämmt am besten“.

„Viel hilft viel – wo liegen die Grenzen des Dämmens?“

Das Schaubild zeigt: Es gibt einen recht breiten Bereich des ökologisch sinnvollen Dämmstoffeinsatzes. Die richtige Dämmschichtdicke wird in auch durch wirtschaftliche und baukonstruktive Überlegungen und auch durch den Platzbedarf bestimmt.

Wieviel mehr Energie mit Dämmmaßnahmen eingespart werden kann, hängt stark vom Energieträger und weiteren Faktoren ab.

Die Gebäudehülle ist im Neubau mit dem künftigen GEG-Standard weitgehend optimiert. Eine weitere wesentliche Anhebung des Dämmstandards kann nur noch wenig weitere Einsparpotenziale erschließen

Neubauten sind unter Berücksichtigung des „end of life“ zu konstruieren.

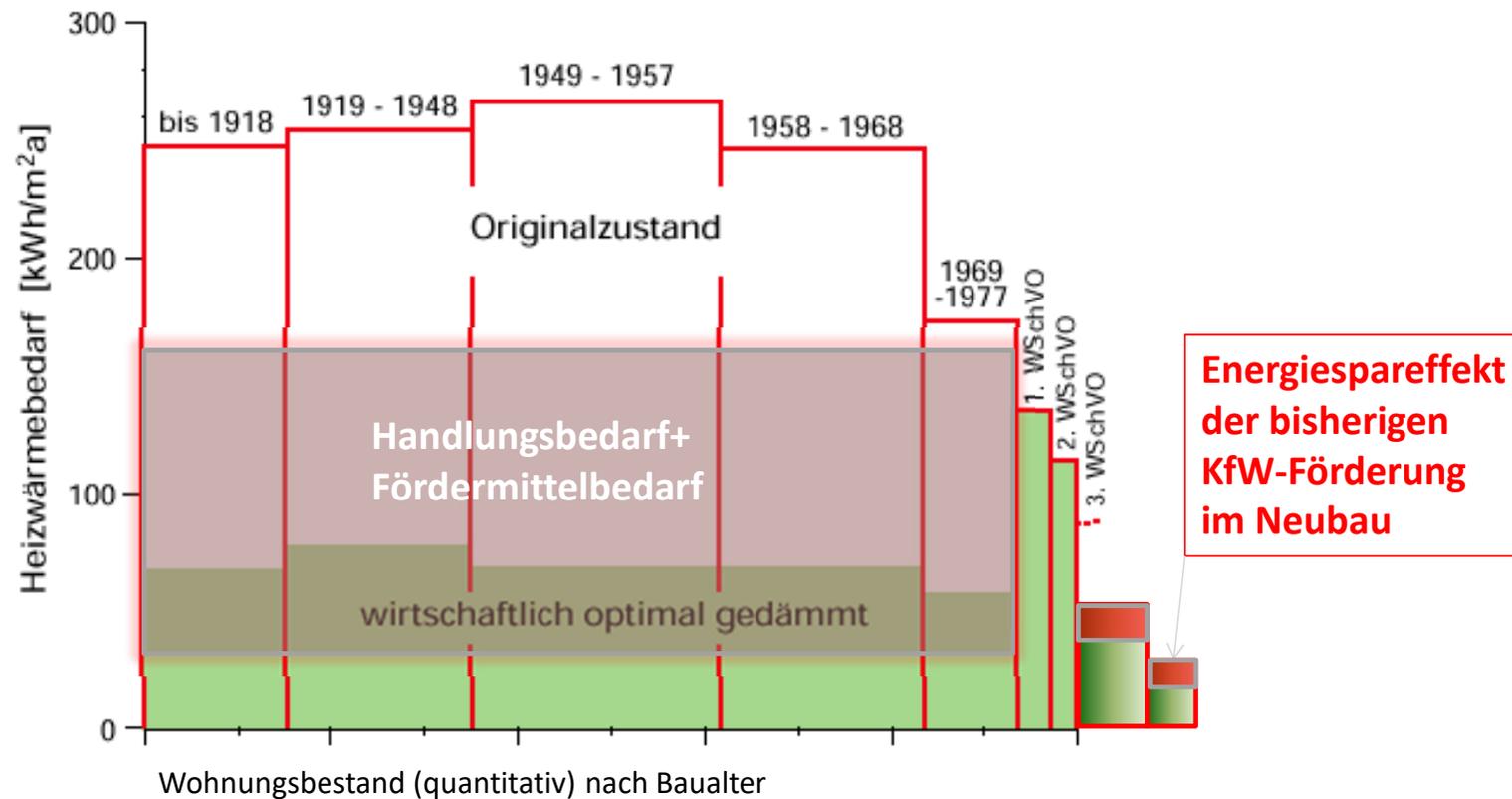
Das heißt:

- **Einfache Sanierbarkeit** im Blick behalten:
 - Fast jedes Bauteil wird einmal defekt werden
 - Austausch einer Komponente sollte ohne Zerstörung der Nachbarschaft möglich sein

- **Umnutzungsmöglichkeiten** vorsehen
 - Konstruktionen, Querschnitte und Platzangebote nicht „ausmosten“ sondern Reserven einplanen
 - Flexibilität in der Raumnutzung im Blick behalten

- **Rückbaubarkeit** mit wenig Abfall sicherstellen
 - Recycling statt Downcycling
 - Vermeidung von untrennbaren Verbunden
 - Lose verlegen geht vor mechanisch Befestigen geht vor Kleben...
 - Schadstoffarme Bauweisen sind Voraussetzung

Die größten Energiesparpotenziale bestehen im Altbau-Bestand. Beispiel Wohngebäude:



Quelle: Wohnbestand einer Großstadt: arena 1993, IWU 1994, ergänzt K+F, 2014, 2023

Die größten Energiesparpotenziale bestehen beim Betrieb des Altbau-Bestands

Altbauten wurden schon hergestellt. Die enthaltene Herstellungsenergie (Emissionen der Vergangenheit) ist mit zu betrachten.

Umgekehrt ist der Ersatz von Bauteilen energetisch häufig sinnvoll, eine individuelle Prüfung wird empfohlen. Der vermiedene Life-Cycle Energiebedarf ist gegen die Herstellungsenergie abzuwägen.

- **Neubauten sind zusätzliche Verbraucher. Sie sind möglichst CO₂-effizient herzustellen**

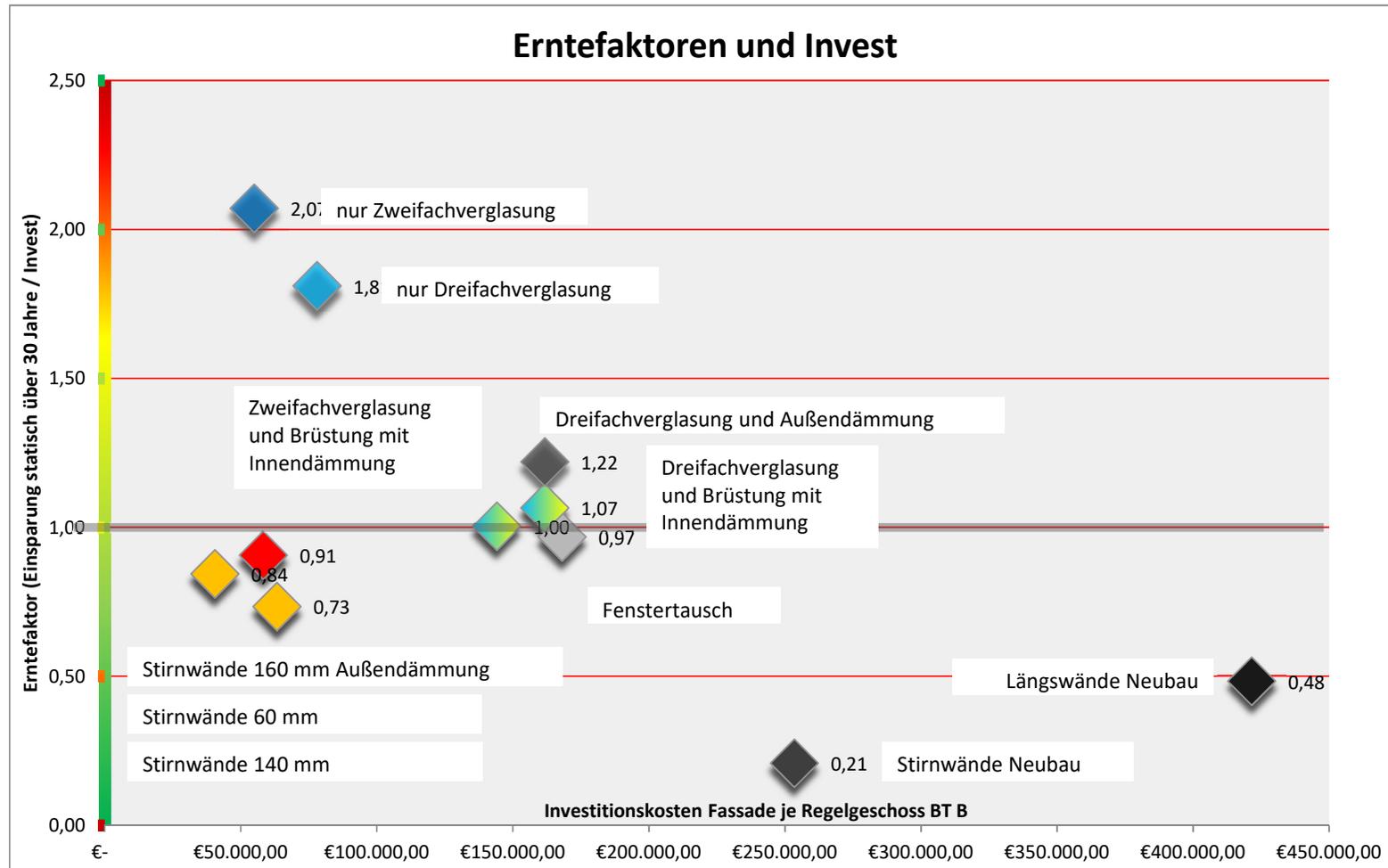
- **Bei Bestandsbauten wurde die Herstellungsenergie schon aufgewendet. Der Erhalt von Bausubstanz kann eine energetisch sinnvolle Maßnahme sein**

- Abrissvorhaben genau abwägen

- Bei Abriss: „*Urban Mining*“ nutzen, das heißt: Altbauten enthalten wiederverwertbare Bau- und Rohstoffe, die genutzt werden sollen. Aktuell entstehen Baustoffbörsen für ausgebaute Stoffe

- Bei sehr hohen Energiestandards gewinnt die Herstellungsenergie an Bedeutung, ist aber in der Regel nicht das dominierende Kriterium

Was tun? Investitionskosten und Erntefaktoren (für BT B)



Netzdienlichkeit der Energieversorgung im Blick haben

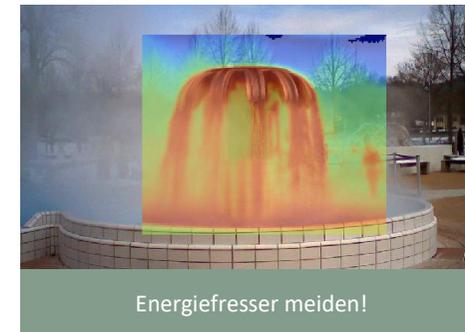
Die aktuelle CO₂-Minderungsstrategie setzt auf elektrischen Strom als künftigen maßgeblichen Energieträger, im Gebäudesektor maßgeblich für den Wärmepumpeneinsatz, der die Nutzung von Umweltwärme ermöglicht.

Die Effizienz von Wärmepumpen ist außertemperaturabhängig, d. h. der maximale Heizstrombedarf entsteht in der „Dunkelflaute“, d. h. in kalten, windstillen Winternächten, wenn Wärmepumpen nur wenig effizient sind.

Wo sinnvoll und notwendig, sollten in ausreichendem Maß Technologien vorgehalten werden, die Lastspitzen ausgleichen können. Dies können z. B. BHKWs und Brennstoffzellen sein.

- **Der Einbau von (Strom-)speichern gewinnt an Bedeutung, gleichzeitig sinken die Kosten. Daher sollte die Infrastruktur in Form von Räumen und Anschlüssen schon vorgehalten werden, auch wenn der Einbau elektrischer Speicher aus wirtschaftlichen Gründen nicht sofort erfolgen kann.**

Die künftige Anlagenkonfigurationen wird optimiert.



Jeder Gebäudetyp hat seine eigenen Prioritäten

In Gebäuden mit hoher Personendichte dominieren die Lüftungswärmeverluste vor den Transmissionswärmeverlusten.

Das führt zur Empfehlung, Kindergärten und Schulen mit Lüftungsanlagen und Wärmerückgewinnung auszustatten.

Gute Raumlufte führt zudem zu besseren Lernergebnissen.

Hoch gedämmte Gebäude mit inneren Wärmelasten

Jeder Gebäudetyp hat seine eigenen Prioritäten

- Es ist nach Innentemperaturen zu differenzieren
- Sporthallen werden auf 17 °C beheizt, Schwimmhallen auf 30 °C. Dies hat Einfluss auf die Wärmeverluste und die Länge der Heizperiode (die Jahresheizgradstunden)
- **Je nach Nutzung ergeben sich sehr unterschiedliche optimale Dämmschichtdicken und Bauteilanforderungen**

Jeder Gebäudetyp hat seine eigenen Prioritäten

- Es ist nach Innentemperaturen zu differenzieren (z.B. Sporthalle vs. Schwimmhalle)
- Intermittierend beheizte Gebäude benötigen andere Dämmkonzepte als permanent beheizte. Wird ein Gebäude nur sporadisch genutzt (wie Vereinsheime, Kirchen), sind leichte Bauweisen und Innendämmungen sinnvoller als schwere Bauweisen mit Außendämmungen, weil zur Nutzung viele Tonnen weniger Baustoffe aufgeheizt werden müssen.
- Smarte Regelungen setzen kurze Regler-Totzeiten voraus. Den Vorteilen von Flächenheizsystemen (v. a. Heizstrichen) steht oft ihr ungünstiges Regelungsverhalten entgegen. Der Einsatz leichterer Flächenheizsysteme (Dünnestrichsysteme, Deckenheizsysteme) ist nach Möglichkeit anzustreben.

Autarkie um jeden Preis?

Definition über die Systemgrenzen

- Wärmeautarkie
- Stromautarkie

Es gibt unterschiedliche Energie-Autarkien

- Bilanzielle Energieautarkie (z. B. „Plusenergiehaus“)
- Komplette Energieautarkie
- Nutzungszeitbezogene Autarkie (Herstellungsenergie ausgeklammert)

Autarkie um jeden Preis?

- Komplette Strom- und Wärmeautarkie ist wirtschaftlich nicht erreichbar
- **Anzustreben ist weniger die bilanzielle Autarkie als mehr die jahreszeit-unabhängige Autarkie. Die Kombination von mehr Überschüssen im Sommer als Mangel im Winter (wie beim „Plusenergiehaus“) ist kein Merkmal für Autarkie.**
- Die Eigen-Energieversorgung soll netzdienlich sein
- Speicherkomponenten erhöhen den Autarkiegrad, wenn sie passend gewählt sind

Autarkie um jeden Preis?

- Der Autarkiegrad lässt sich erhöhen, wenn die Spitzenlastanforderungen zu Erzeuger, Wechselrichter und Speicher (Akkus oder thermische Speicher) passen.
- Verbraucher mit hohen Spitzenlasten sind zu prüfen. Hohe Spitzenlasten in Spitzenlastzeiten sollten, wenn irgend möglich, aus eigenen Kurzzeitspeichern abgerufen werden können.
- Untersuchungen haben ergeben, dass Strom möglichst als Strom und Wärme möglichst als Wärme gespeichert werden sollte. Jede Wandlung mindert die Speichereffizienz.

Was sonst noch zu beachten ist

Die Biomasseverbrennung ist eine Übergangstechnologie wie die Gasverbrennung. Die begrenzte Verfügbarkeit von nachhaltig nachwachsendem Holz ist zu beachten.

Die Biomasseverbrennung ist auf Reststoffe zu beschränken.

Der Import von Brennholz (Pellets) ist nicht nachhaltig und keine CO₂-Minderungsstrategie

- Gegenüber fossilen Energieträgern ermöglicht die Wärmepumpen-Strategie einen Quantensprung bei der CO₂-Minderung selbst bei reinem Netzstrombezug, sofern die richtigen Voraussetzungen gegeben sind
- Schon ab einer Jahresarbeitszahl von 2,0 sparen Wärmepumpen CO₂-Emissionen ein, im Vergleich zur Wärmeerzeugung mit Öl, Gas oder Holz
- Die Wärmepumpe wird aber erst bei höheren Jahresarbeitszahlen wirtschaftlich, wenn Netzstrom bezogen werden muss. (Dies gilt zumindest, bis der Strompreis zugunsten der angestrebten Entwicklung gesenkt und stattdessen der Preis für fossile Energie angehoben wird)
- Eigenstromerzeugung, vorzugsweise mittels Photovoltaik, ist eine wirksame Maßnahme zur Kostensenkung – und zur weiteren CO₂-Minderung
- Ziegeldeckungen enthalten ähnlich viel Herstellungsenergie wie PV-Dächer. Daher ist eine PV-Deckung ein logischer Schritt.

Welche Energieträger stehen für die Gebäudeheizung zur Verfügung?

~~Gas-Brennwerttechnik~~

~~Öl-Brennwerttechnik~~

~~Kraft-Wärme-Kopplung mit Blockheizkraftwerken~~

~~Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzellen~~

~~Biomasseheizung flüssig oder gasförmig aus Bioreaktoren~~

~~Biomasseheizung aus Feststoffen (Pellets, Hackschnitzel, Scheitholz)~~

Verdoppelung der heutigen Nutzung führt zu maximal 10 % „Deckungsbeitrag“.

Holzheizung ist schon aus diesem Grund keine Option.

Holzheizungen vorzugsweise für Häuser, die hohe Systemtemperaturen brauchen,
z. B. denkmalgeschützte Gebäude

Die Effizienz von Wärmepumpen hängt sehr vom Temperaturhub ab.

Günstige Voraussetzungen sind gegeben,

- wenn die Wärmequelle nicht zu kalt ist, und
 - wenn die abgegebene Wärme ein nicht zu hohes Temperaturniveau hat.
-
- Kosten und Effizienz von Wärmepumpen steigen erheblich, wenn Eigenstrom aus Photovoltaik genutzt werden kann
 - Siedlungsabwasseranlagen und Gewässer haben stabilere Temperaturniveaus als die Außenluft (+ 9 °C ganzjährig)
 - Fließwasser und Grundwasser sind gute Wärmelieferanten, ihr Einsatz sollte stets vorrangig geprüft werden
 - Die Wärmepumpenstrategie erfordert Überlegungen zum Netzausbau innerhalb von Kommunen

Nächste Bilanzgrenzenerweiterung: Vom Bauteil zum Objekt zum Quartier...

Kommunale Wärmeplanung, was ist das?

Eine kommunale Wärmeplanung umfasst die **Identifikation** der energetischen Randbedingungen von Siedlungsgebieten und die Erstellung von Maßnahmenplänen mit **Priorisierung**

- Hebung der **Effizienzpotenziale** beim Gebäudebestand (siehe oben)
- Erhebung des Wärmebedarfs der bebauten Flächen nach Stadtteilen und Quartieren („Wärmebedarfsdichte“)
 - nach aktuellem Stand
 - mittelfristig
- Analyse möglicher Energiebezugsquellen, insbesondere Wärmegewinnungspotentiale, z. B.
 - Umweltwärme (Flusswasser, Grundwasser, Luft, Solarthermie, oberflächennahe Geothermie, Tiefengeothermie...)
 - Abwärme, z. B. Siedlungsabwasser, Industrieabwärme (soweit perspektivisch zuverlässig verfügbar), Abwärme aus Restmüllverbrennungsanlagen
 - Deponiegas, Biomasse-Verfügbarkeit (soweit nachhaltig)
 - Solargewinnflächen zur Stromerzeugung, Windenergiegebiete
- Entscheidung über den Ausbau der kommunalen Wärmeversorgung, gestaffelt nach
 - Fernwärme (Baugebiete)
 - Nahwärme (Quartierslösungen)
 - Dezentrale Lösungen (Gebäudeheizkonzepte)

Nächste Bilanzgrenzenerweiterung: Vom Bauteil zum Objekt zum Quartier...

Denkbare Varianten einer kommunalen Wärmeversorgung

- Niedertemperatur-Wärmenetze „kalte Fernwärme“?
- ...

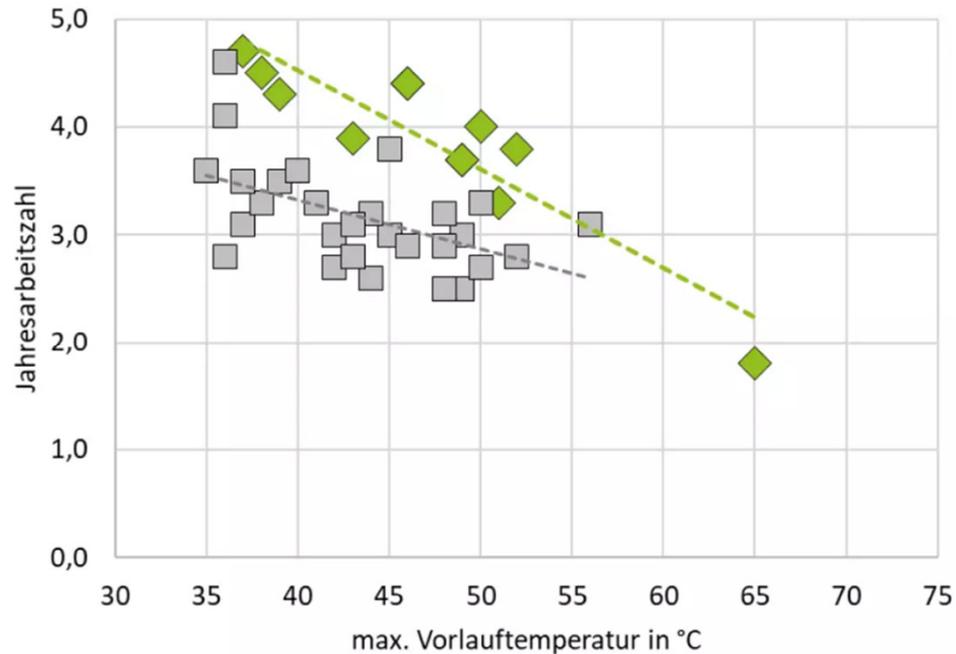
Was sonst noch zu beachten ist

Sparen kann und darf auch Geld kosten.

Wir sprechen von CO₂-Vermeidungskosten!

Voraussetzungen für eine kosteneffiziente Umsetzung der Wärmepumpenstrategie

Die Wärmeübergabe beeinflusst die Systemtemperatur und die Jahresarbeitszahl stark

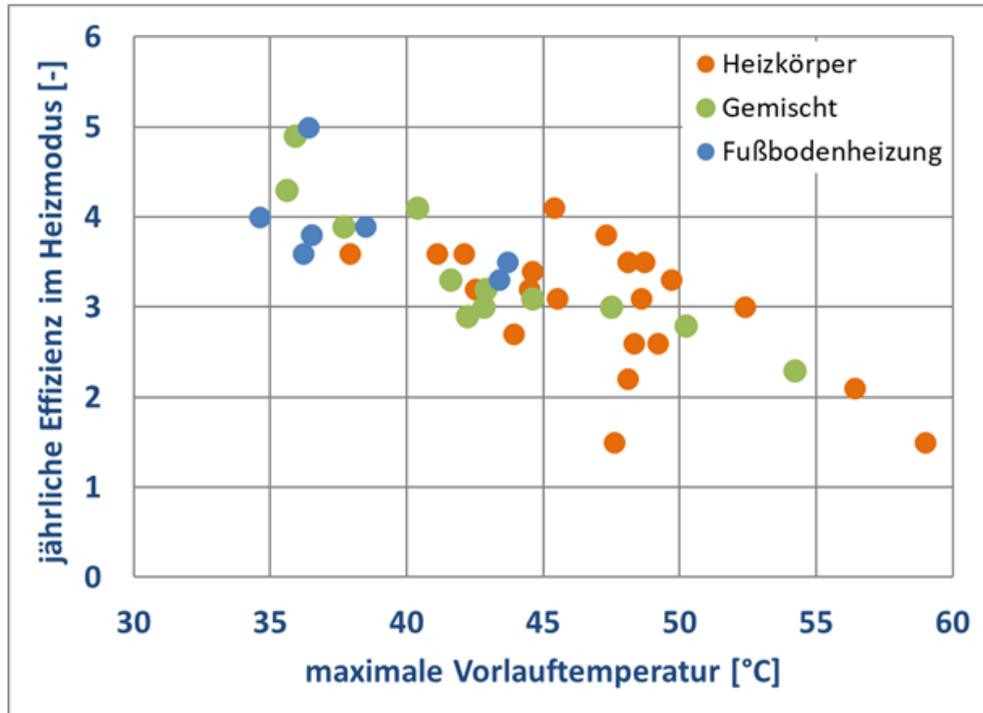


Quelle: www.energie-experten.org

Vergleich von Luft-Wasser-Wärmepumpen (grau) und Sole-Wasser-Wärmepumpen (grün)

Voraussetzungen für eine kosteneffiziente Umsetzung der Wärmepumpenstrategie

Die Wärmeübergabe beeinflusst die Systemtemperatur und die Jahresarbeitszahl stark



Vergleich der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpen mit unterschiedlichen Übergabesystemen (Heizkörper, gemischte Konfiguration und Fußbodenheizung). –

Flächenheizungen (Fußboden- und flächige Deckenheizungen) führen zu höherer Effizienz des Wärmepumpenbetriebs

Praxis

Die meiste Zeit des Jahres reichen 50 % der Heizleistung gut aus.

Mit 30 % der Leistung lassen sich 70 % der Deckung hervorrufen. Selbst wenn nur die wichtigsten Bereiche wie Aufenthaltsräume bedient werden, lässt sich viel fossile Heizenergie substituieren.

Selbst wenn eine Wärmepumpe nur 30 % der erforderlichen Spitzenlast abdecken kann, ist sie dennoch geeignet, rund 70 % Deckungsbeitrag am Gesamtwärmebedarf zu leisten.

Was sonst noch zu beachten ist

Die Wahl des Bodenbelags beeinflusst die Effizienz von Wärmepumpen stark!

Einfluss des Wärmeübergangswiderstands von Bodenbelägen auf die Jahresarbeitszahl (d. h. den Strombedarf) einer Luft-Wasser-Wärmepumpe

	Wärmedurchlass	Wärmeleistung bei konstanter VL	erforderliche VL für Ausgangs- leistung	Mehrverbrauch	
	-widerstand R,B [m ² K/W] (gerechnet) inkl.			JAZ	h
Basis	4 cm ZE	33 °C			
Granitplatten	0,0225	106	33,0	3,60	1
Marmor	0,0233	105	33,1	3,60	0,1%
Betonwerkstein	0,0248	104	33,2	3,59	0,4%
PVC-Beläge o. Träger	0,0290	101	33,7	3,56	1,1%
Nadelvlies	0,0311	99	33,9	3,55	1,4%
Keramische Fliesen	0,0314	99	34,0	3,55	1,5%
Linoleum	0,0338	97	34,2	3,53	1,9%
Natursteinplatten bis	0,0357	96	34,4	3,52	2,2%
Vinyl Click-Belag	0,0390	93	34,8	3,50	2,8%
Teppichböden von	0,0457	89	35,5	3,46	3,9%
Mosaikparkett (Eiche)	0,0571	83	36,7	3,40	6,0%
Laminat	0,0720	76	38,3	3,31	8,8%
Teppichböden bis	0,0857	70	39,7	3,23	11,5%
Stab-Parkett (Eiche) 16 mm	0,0952	67	40,7	3,20	12,5%
Mehrschichtparkett (von)	0,1107	62	42,4	3,08	16,8%
Stab-Parkett (Eiche) 22 mm	0,1238	58	43,8	3,10	16,1%
Mehrschichtparkett (bis)	0,1590	50	47,5	2,80	22,2%