

Sehr geehrter Herr Ministerialdirektor **Meinel**, sehr geehrter Herr Kammerpräsident **Wulle**, meine sehr geehrten Damen und Herren,

Ich bedanke mich sehr für die Gelegenheit, im Rahmen des ersten Ingenieurtages aus der beruflichen Praxis unseres Büros auf dem Feld des energiesparenden und nachhaltigen Bauens berichten zu dürfen. Dies ist mir ein großes Anliegen, weil ich einige Entwicklungen der letzten Jahre mit einer kleinen Sorge betrachte und denke, dass ein Dialog zwischen den unterschiedlichen Akteuren im Umfeld der Gesetzgebung, der Planung und der Verwaltung wichtig ist.

Der Titel "erst denken dann dämmen" ist ein Plagiat, der schon verschiedentlich, unter anderem bei einem **BDA-Symposium** zur Sanierungsproblematik am 7. September 2011 in Potsdam gehalten wurde. Was für den Altbau gilt, gilt für den Neubau aber ebenso; dies ist ein Thema des heutigen Initialvortrags.

Ich wünsche mir, dass der Vortrag eine anregende Grundlage für die Podiumsdiskussion heute Nachmittag liefert.

# Übersicht

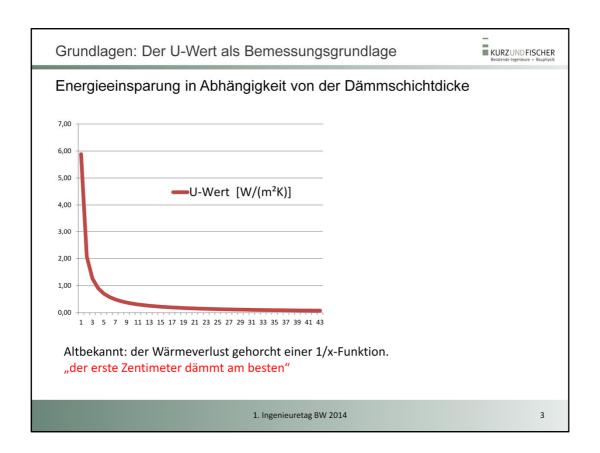


- 1. Energetisches Optimum bei sinkendem Primärenergiefaktor
- 2. Passivhausstandard (nZEB)
- 3. wärmebrückenarmes Konstruieren
- 4. Ökologische Knappheit (Biomasseheizung)
- 5. Passivhaus in der Ökobilanz
- 6. Altbaumodernisierung

1. Ingenieuretag BW 2014

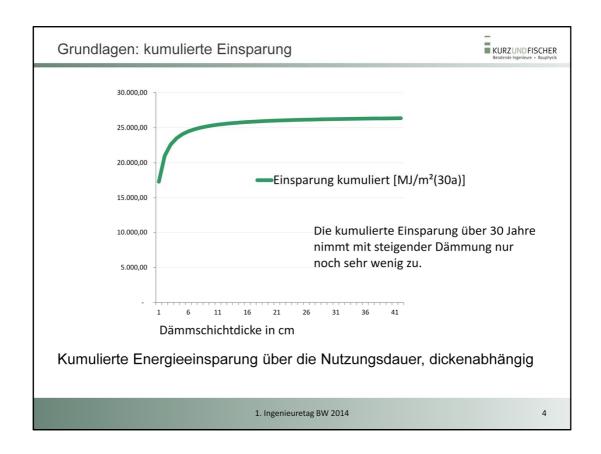
2

6 Themen bzw. Aspekte sollen beleuchtet werden.

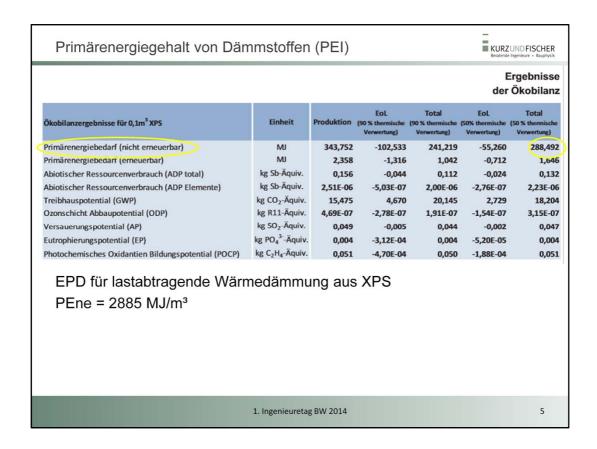


Einführung: Am Anfang war der U-Wert Erster Ansatz fürs Dämmen: "viel hilft viel"

Welche Dämmung ist optimal? Es stellen sich drei Fragen: Wirtschaftliches Optimum Energetisches Optimum Ökologisches Optimum



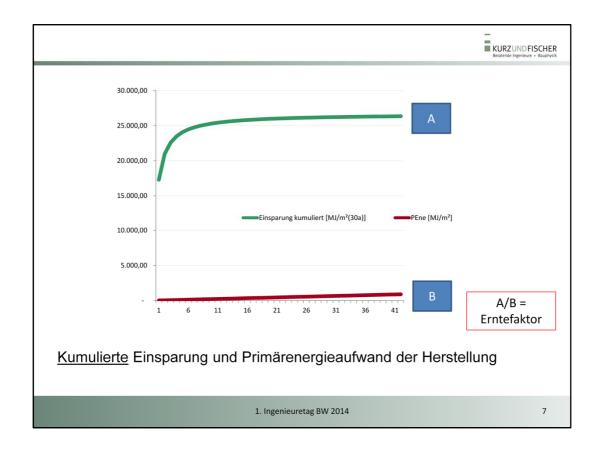
Die dickenabhängige kumulierte Energieeinsparung über die Nutzungsdauer ist stark degressiv. Oberhalb ca. 16 cm steigt die Einsparung kaum noch an.



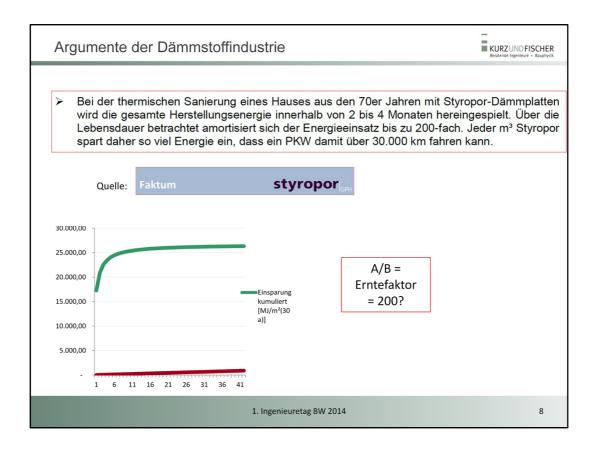
Es stellt sich die Frage nach dem Energieeinsatz bei der Dämmstoff-Herstellung

				Herstellung	senergie PEI			
Marktanteil (GDI 2005)	Dämmstoff	massebezogen	Rohdichte	volumen- bezogen	dicken- bezogen	Wärmeleit- fähigkeit	PEI bezogen auf Dämmfähigkeit je cm	Quelle
%		MJ/kg		MJ/m³	kWh/m²cm	W/(mK)	kWh/m³*W/(mK)	
54,6	Steinwolle (für WDVS, FD) Glasfaser (Mattenware)	13,8 28,7	90 30	1.239,9 861,0	3,44 2,39	0,040 0,032	13,78 7,65	Ökobau.dat 2.0
30,0	EPS 15 grau 032	119,0	15	1.785,0	4,96	0,032	15,87	Öbox Ökobau.dat 2.0
5,8	EPS 20 weiß 040 XPS	89,7 103,3	20 28	1.794,9 2.891,2	4,99 8,03	0,035 0,036	17,45 28.91	Ökobau.dat 2.0
4,9	PUR (Blockschaum)	76,1	40	3.044,3	8,46	0,030	23,68	Ökobau.dat 2.0
1,0	Schaumglas	12,7	120	1.524,7	4,24	0,042	17,79	Ökobau.dat 2.
< 1	Multipor	12,1	115	1.391,0	3,86	0,045	17,39	Ökobau.dat 2.
<1	Holzfaser (Nassverf)	13,3	190	2.521,9	7,01	0.045	31.52	Ökobau.dat 2.
<1	Flachsvlies	41,5	30	1.244,0	3,46	0,045	15,55	Ökobau.dat 2.:
<1	Celluloseflocken	4,1	55	228,2	0,63	0.040	2,54	Ökobau.dat 2.:

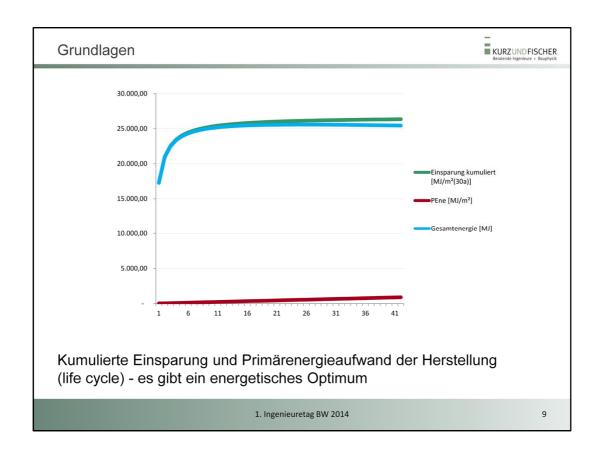
Der marktführende Dämmstoff Mineralwolle hat bei geringer Rohdichte einen mäßigen Energiebedarf in der Herstellung, die verbreiteten Hartschäume sind ungünstig. Die optimale Dämmschichtdicke kann nicht isoliert betrachtet werden sondern ist stets in Verbindung mit der Gesamtkonstruktion zu bewerten.



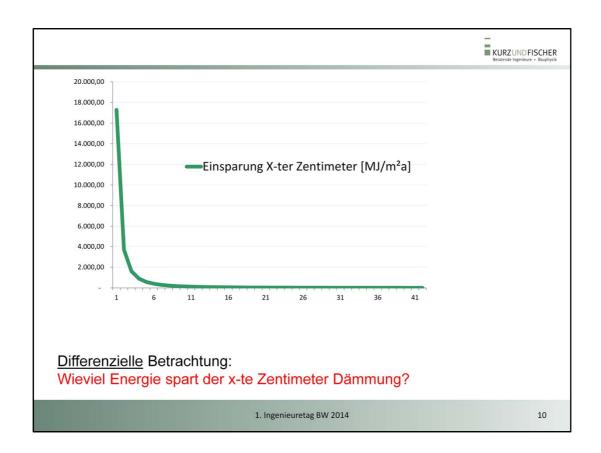
Bezogen auf das Gesamtpaket der Dämmung ist im Vergleich zum ungedämmten Zustand von einem sehr hohen Erntefaktor auszugehen.



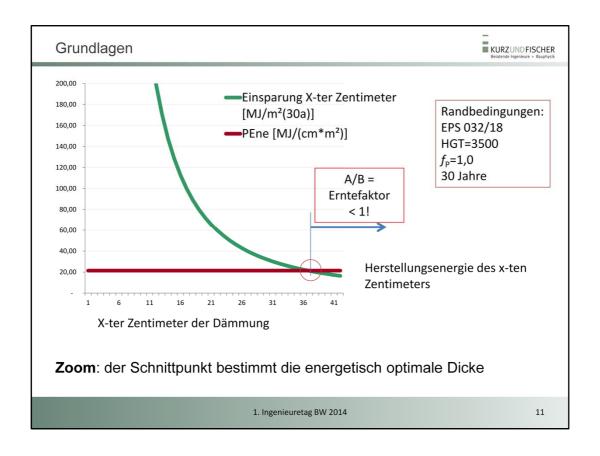
Das gilt aber vor allem für die ersten Zentimeter. Mit zunehmender Dicke wird der Erntefaktor kleiner.



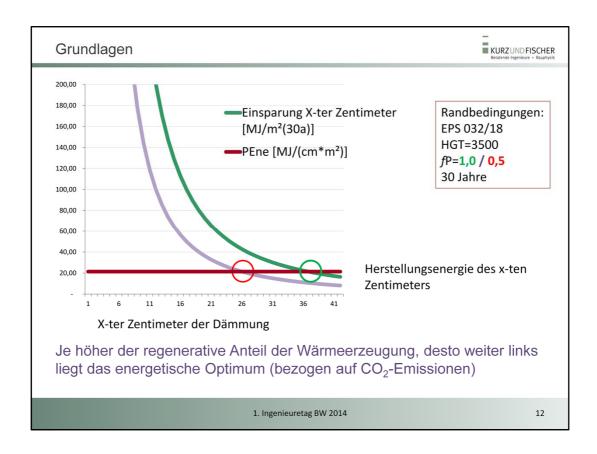
Dementsprechend ergibt sich bei Berücksichtigung der Herstellungsenergie ein Optimum der kumulierten Einsparung.



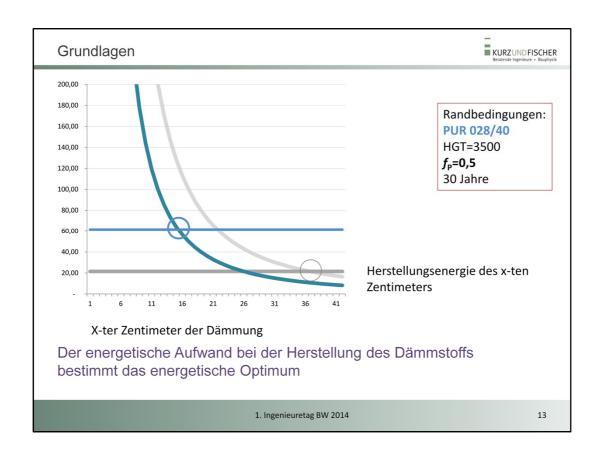
Wo ist die Nutzenschwelle? (break-even-Point)



Die Nullstelle der Gewinnfunktion liegt am Schnittpunkt der erzielbaren Einsparung des x-ten Zentimeters mit der Herstellungsenergie des x-ten Zentimeters.



Die verbesserte Güte der Wärmeerzeugung verschiebt die Gewinnschwelle nach links.



Die optimale Dicke ist dämmstoffabhängig. Einige hoch effiziente Dämmungen weisen ein Maximum bei geringeren Dämmdicken bzw. höheren U-Werten auf. Das verschiebt die Gewinnschwelle noch weiter nach links.

Kontrollfrage: Was ist von einem Flachdach einer Passivhaus-Sporthalle (U = 0,14) zu halten, dessen Nutzungsdauer auf 25 Jahre zu prognostizieren ist?

#### Grundlagen



### Zusammenfassung Teil 1:

Die energetisch optimale Dämmschichtdicke (zur CO<sub>2</sub>-Vermeidung) wird bestimmt durch:

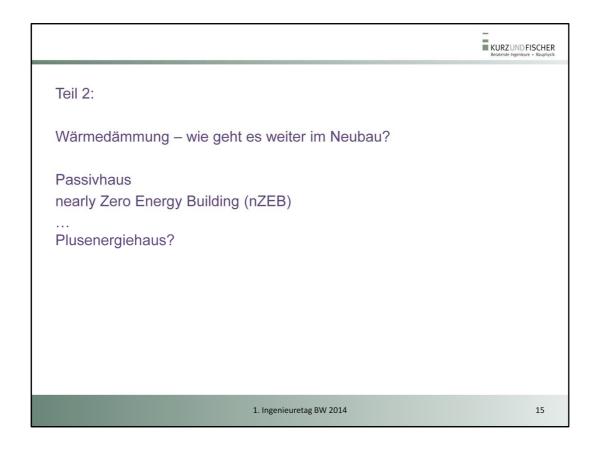
- die Jahresheizgradtagszahl (Temperaturniveau)
- · die Dämmfähigkeit
- · den Energiebedarf für Herstellung und Entsorgung des Dämmstoffs
- den primärenergetischen Bewertungsfaktor der Wärmequelle

1. Ingenieuretag BW 2014

14

Der Schnittpunkt ist von einer Reihe von Faktoren abhängig. Vorrangig sind

- 1. der primärenergetische Bewertungsfaktor der Wärmeerzeugung,
- 2. 2. die Heizgradtagszahl, 3.
- 3. der PEI bezogen auf die Dämmfähigkeit und
- 4. die Nutzungsdauer.



Was folgt aus den obigen Erkenntnissen? Sind wir auf dem richtigen Pfad?

Anforderung (Beispiele)	1977 ( <i>k<sub>m, max</sub></i> ) [W/(m²K)]	1984 ( <i>k<sub>m, max</sub></i> ) [W/(m²K)]	1995 ( <i>k<sub>max</sub></i> ) [W/(m²K)]	2002 (2004) ( <i>U<sub>max</sub></i> ) [W/(m <sup>2</sup> K)]	2007 ( <i>U<sub>max</sub></i> ) [W/(m <sup>2</sup> K)]	2009 ( <i>U<sub>max</sub></i> ) [W/(m <sup>2</sup> K)]	2014 (ab 2016) ( <i>U<sub>max</sub></i> ) [W/(m <sup>2</sup> K)]	Passivhaus
Wände	1,40 - 0,77 (A/V-abhängig)	1,20 – 0,60 (A/V-abhängig)	0,50 (kleine Wohngebäude)	0,35 – 0,45 (kleine Anbauten)	0,35 - 0,45 (Anlage 3)	0,28 (Referenz) 0,35 – 0,45 (Anlage 3)	0,28 (Referenz) 0,35 – 0,45 (Anlage 3)	0,150,10 (siehe Beispiel)
Wand plus Fenster	1,75 – 1,45 (A/V-abhängig)	1,50 — 1,20 (A/V-abhängig)	<del></del>		0,45 - 0,98 (Tabelle 2) <i>H</i> ′ <sub>T</sub>	0,40 (0,50) (Tabelle 2) $H'_{\scriptscriptstyle T}$	0,40 (0,50) (Tabelle 2) $H'_{\tau}$	
Fenster		3,1	0,7 k <sub>mF,eq</sub>	1,7	1,7 (Tabelle 1)	1,3	1,3	
Flachdach	0,45	0,30	0,22	0,25	0,25 (Tabelle 1)	0,20	0,20	
Wärme- brücken				0,10 (0,05) W/(mK)	0,10 (0,05) W/(mK)	<del>(0,10)</del> 0,05 W/(mK)	<del>(0,10)</del> 0,05 W/(mK)	< 0,01
Entwick von Au	klung der A ßenbauteil	Anforderun en (z. B. k	gen an die leinere Wo	e Dämmun ohngebäud	g le, FFA < 3	30 %)	Q <sub>p</sub> minus 25 % ab 1.1.2016	
			1. ln	genieuretag BW	2014			16

Vor dem Hintergrund mittlerweile verbesserter Bauteile (wie Fenster) und verfeinerter Verfahren ist eine gewisse Anhebung der Anforderungen beim Neubau in Ordnung. Ab 2016 ist keine weitere Anhebung der Dämmstandards im Referenzgebäude mehr vorgesehen, aber eine 25-prozentige Verschärfung der Anforderungen an  $Q_p$ .

Der Blick auf die historische Entwicklung zeigt, dass wir uns den Grenzen des sinnvollen Dämmens annähern. KfW-40 und KfW-55 Effizienzhäuser erfordern Dämmungen mit U-Werten unter 0,2 W/(m²K).

Ambitionierte Energiesparziele	KURZ UND FISCHER Beratende Ingenieure + Bauphysik
Warum muss die Effizienzsteigerung über den Passivhaus- Dämmstandard führen?	
1. Ingenieurtag 2014	17

Es gilt als feststehend, dass der Weg zum energiesparenden Bauen zunächst über eine Minimierung der Wärmeverluste erfolgt und danach eine Optimierung der Anlagentechnik erfolgt.

Der zweite Abschnitt des Vortrags befasst sich mit der Frage, wo die Grenze des Sinnvollen ist, denn die letzten Zentimeter sind die unwirtschaftlichsten und binden Ressourcen, die auf der Anlagenseite höhere Erträge erbringen könnten.

#### Historische und zukünftige Entwicklung



### Beispiel aus einem Forschungsbericht \*):

	Wärmed	durchgangsko	effizient U-We	rt [W/m²K]
Bauteil	EnEV 2007	EnEV 2009	KfW 40	Passivhaus
Außenwand	0,35	0,24	0,20	0,15
Fenster	1,70	1,30	0,80	0,80
Tür	2,90	2,90	1,30	0,80
Dach/ oberste Geschoßdecke	0,30	0,24	0,15	0,15
Bodenplatte	0,40	0,30	0,18	0,15

Tabelle 1: U-Werte der Bauteile verschiedener Dämmstandards

"Bei der Außenwanddämmung ist gut zu erkennen, das die Mehrkosten für eine größere Dämmstärke sich nur geringfügig auf die Kosten auswirkt. Die Dämmwirkung zwischen der Variante EnEV und Passivhaus wird um 75% verbessert, während sich die Kosten nur um 22% erhöhen."

1. Ingenieuretag BW 2014

18

Die Herstellung sehr dicker Dämmungen wird mit vergleichsweise geringen Mehrkosten gegenüber dem EnEV-Standard begründet.

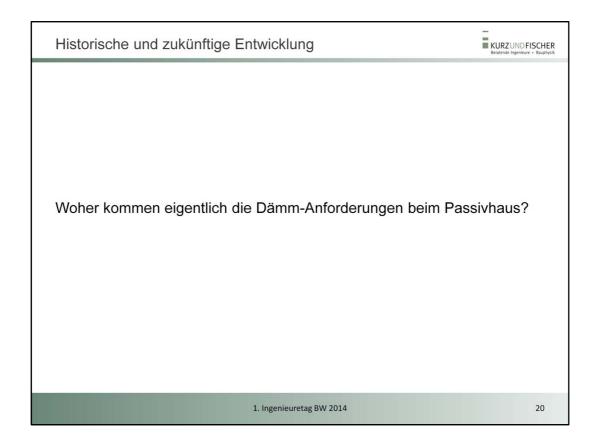
<sup>\*)</sup> Forschungsvorhaben Untersuchung verschiedener Wärmedämmstandards des Neubaus der heilpädagogischen Einrichtung mit den Wärmeerzeugungsvarianten Pelletheizung und Sole-Wasser Wärmepumpe der Kreuznacher Diakonie, Bad Sobernheim: Umwelt Campus Birkenfeld, Institut für angewandtes Stoffstrommanagement

#### KURZUNDFISCHER Historische und zukünftige Entwicklung Beispiel aus einem Forschungsbericht\*) Für die Innenwände gilt das Selbe wie für das Dach und die Außenwand. Es ist mit einem geringen Mehrkostenaufwand eine wesentliche Verbesserung der Dämmeigenschaft des Bauteils zu erreichen. U-Wert Preis Preis Variante Bauteilbeschreibung $[W/(m^2K)]$ [m<sup>2</sup>] gesamt EnEV 2007 Innenwand 6.625,00 € 0,37 53,00€ 5 cm Dämmung WLG 040 EnEV 2009 Innenwand 0,27 56,00€ 7.000,00 € 10 cm Dämmung WLG 040 KfW 40 Haus 8.250,00 € Innenwand 0,16 66,00€ 20 cm Dämmung WLG 040 **Passivhaus** Innenwand 73,00€ 9.125,00 € 0,11 30cm Dämmung WLG 040 Tabelle 7: Innenwand, Bauteilkosten verschiedener Dämmstärken \*) Forschungsvorhaben Untersuchung verschiedener Wärmedämmstandards des Neubaus der heilpädagogischen Einrichtung mit den Wärmeerzeugungsvarianten Pelletheizung und Sole-Wasser Wärmepumpe der Kreuznacher Diakonie, Bad Sobernheim: Umwelt Campus Birkenfeld, Institut für angewandtes Stoffstrommanagement

1. Ingenieuretag BW 2014

Dabei wird der U-Wert einzelner Bauteile oft isoliert betrachtet.

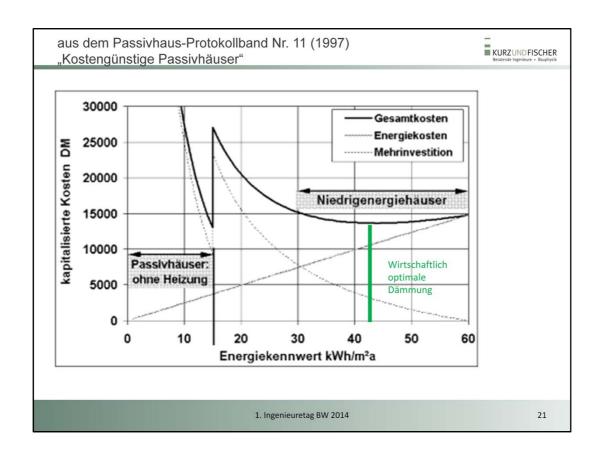
19



Seitdem wird ungeachtet der alten Erkenntnis der Dämmstandard mit jeder EneV-Novelle weiter nach oben geschoben. (Folie 1.: Anlage 3 aus EnEV, verschiedene Jahrgänge, steigende Anforderungen bis 2007)

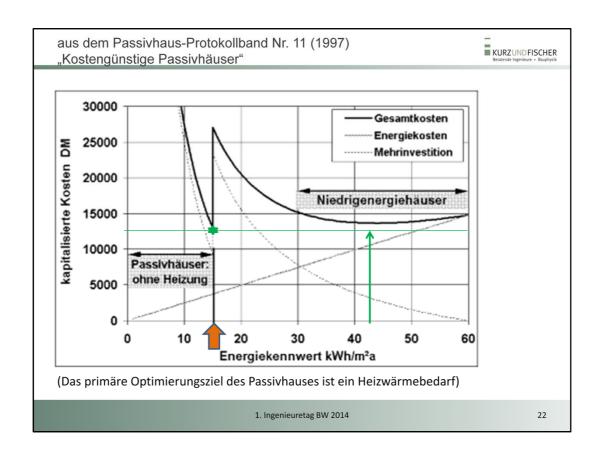
Dann war Ende, denn man nahm zur Kenntnis, dass die hohen Anforderungen zum Modernisierungshemmnis wurden. (Nicht-dämmen ist EnEV-konform, Dicke reduzieren nicht)

Vor dem Hintergrund mittlerweile verbesserter Bauteile (wie Fenster) und verfeinerter Verfahren ist eine gewisse Anhebung der Anforderungen beim Neubau in Ordnung. Ab 2016 ist keine weitere Anhebung der Dämmstandards im Referenzgebäude mehr vorgesehen, aber eine 25-prozentige Verschärfung der Anforderungen an  $Q_P$ .

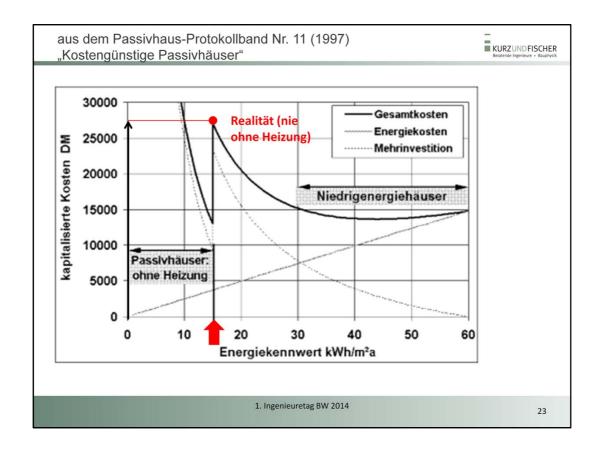


Woher kommen eigentlich die Dämm-Anforderungen beim Passivhaus?

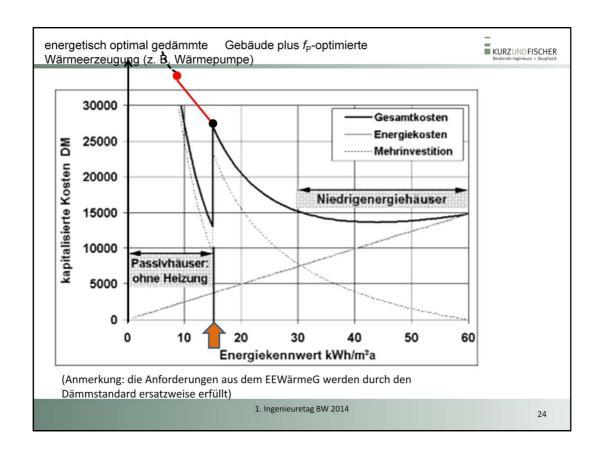
Die Vorstellung war, die unwirtschaftliche Dämmung mit einem Verzicht auf eine konventionelle Heizungsanlage zu begründen.



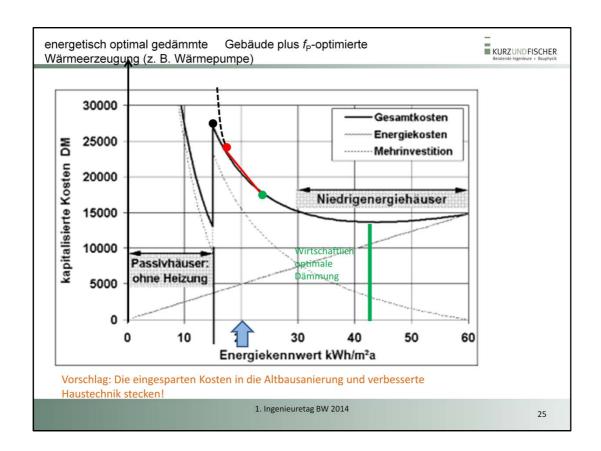
Dieser Punkt war bei kleinen Einfamilien- und Reihenhäusern bei einem Heizwärmebedarf von etwa 15 kWh/m²a rechnerisch erreicht.



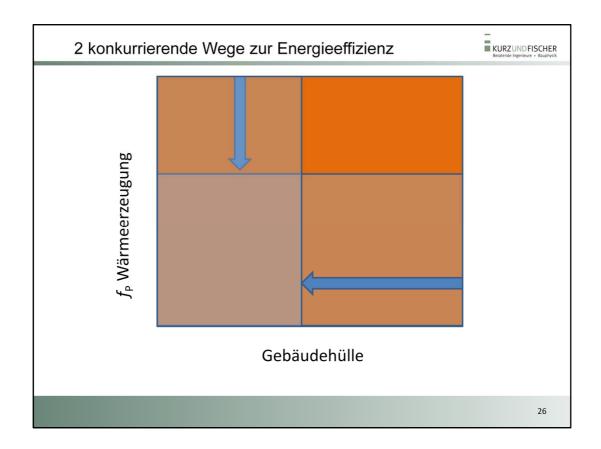
Freilich ist der gewünschte Effekt nicht eingetreten. Passivhäuser haben Heizungen.



Kombiniert man den Passivhaus-Dämmstandard mit einer aufwändigen Energieerzeugung, verschiebt sich die Kosten-Nutzen-Relation in der Regel zum Ungünstigen.

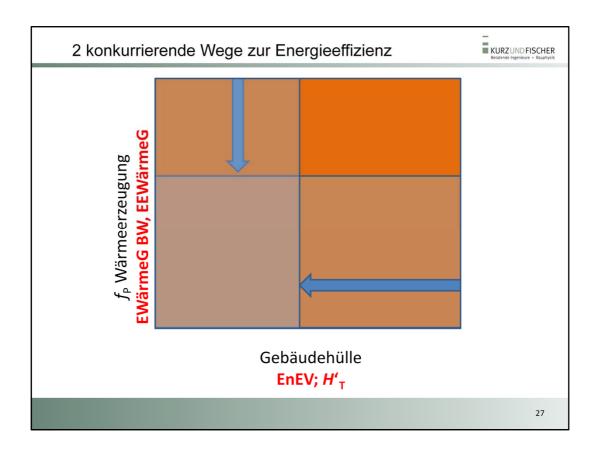


Die Forderung nach einer Minimierung des Heizwärmebedarfs auf 15 kWh/m²a ist vor diesem Hintergrund zu relativieren. Die Verschiebung des Übergangspunkts nach rechts setzt Ressourcen frei, die der verbesserten Anlagentechnik zu Gute kommen.

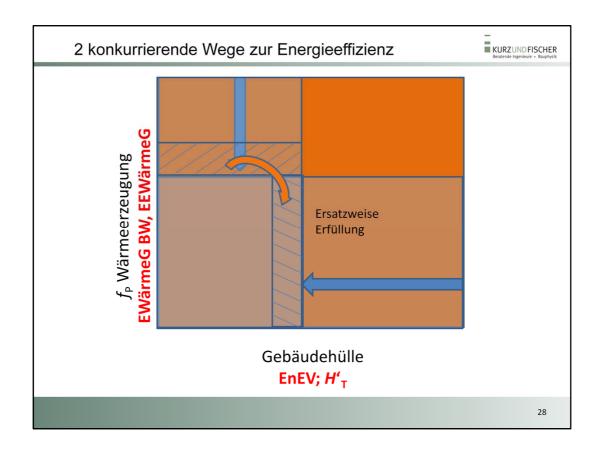


Eine alte Ausgabe der EnEV drückte den Wärmebedarf als Produkt aus Heizwärmebedarf und Aufwandszahl der Heizungsanlage aus.

Das Diagramm interpretiert dieses Produkt als Fläche. Zur Minimierung der Fläche stehen zwei Strategien zur Verfügung, die in Konkurrenz zueinander stehen.



Die Konkurrenzsituation wird durch die Parallelität von EEWärmeG und EnEV ablesbar.



Die Konkurrenzsituation wird durch die Parallelität von EEWärmeG und EnEV ablesbar. Dass EEWärmeG eröffnet Möglichkeiten der ersatzweisen Erfüllung.



Die Erkenntnis, dass einseitige hohe Anforderungen Mittel für sinnvollere Anschaffungen und Technologien binden, führte ab 2002 zur Einführung der 1. Energieeinsparverordnung, die eine Mitbewertung der Anlagentechnik im Energiesparnachweis ermöglichte.

Beispiel Hofstättenweg: Hier das Beispiel aus 1995: Die ersten Gebäude wurden mit LAKRA-Fördermittel der Landes mit 20 cm Fassadendämmung errichtet. Die Umstellung beim 2. BA auf thermische Solaranlage **bei Halbierung der Fassadendämmung** führte zu 14 % Energieeinsparung in der Bilanz. Die gesamten Mehrkosten für die Solaranlage konnten über den Gewinn an vermietbarer Fläche (Umfang 120 m, 4 Geschosse = 48 m² Wohnfläche) kompensiert werden

## Zukünftige Entwicklung



Die höhere Anforderung an  $Q_P$  führt je nach Wärmeerzeuger dazu, die Dämmung noch weiter zu erhöhen, besonders bei Standards, die weit über EnEV hinausgehen (KfW-55, KfW-40...).

Schwächen einzelner Bauteile müssen ggf. durch extreme Anforderungen an andere Bauteile kompensiert werden.

1. Ingenieuretag BW 2014

30

Bauteil	Max. zulässiger U-Wert [W/(m²*K)]	Max. zulässige Wärmeleitfähigkeit [W/(m*K)]	Mindestdicke [cm]
Opake Außenwand WDVS	0,14	0,035	24
Opake Außenwand Vorsatzschale	0,17	0,035	20
Opake Paneel PR-Fassade	0,28	0,035	12
Opake Paneel PR-Fassade	0,23	0,028	12
Flachdach (mit Gefälledämmung)	0,14	0,025	22/12*
Flachdach (mit Gefälledämmung)	0,14	0,040	30/20*
Boden gegen Erdreich	0,21	0,040	18
Tore/Sektionaltore	1,50		
/orgaben an den baulichen Wa Gebäudehülle für neu zu errich Passivhausqualität Vermögen und Bau Baden-Würt	ntende Verwaltung:	sgebäude in	

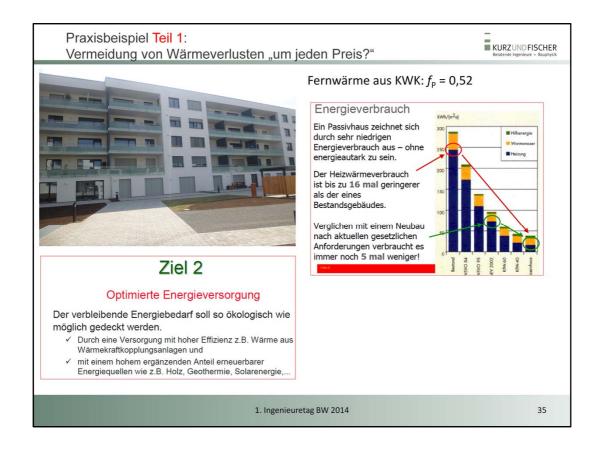
Das Beispiel zeigt, dass die Anforderungen die Grenzen der energetischen Amortisierbarkeit erreicht haben.





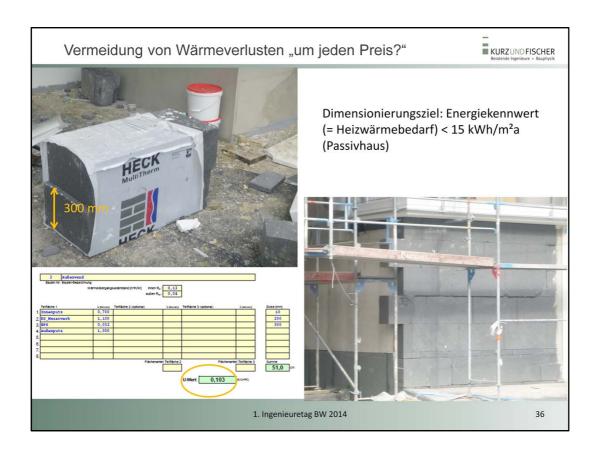


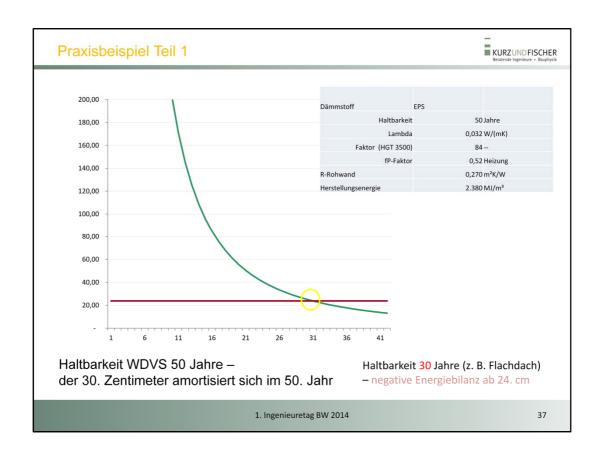
Vermeidung von Wärmeverlusten "um jeden Preis?"



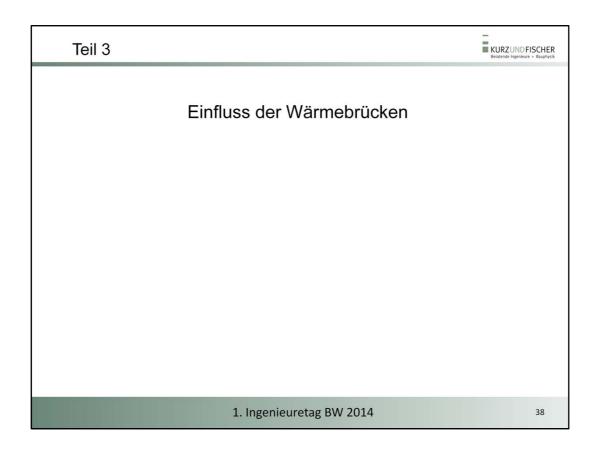
Die Planungsvorgabe Passivhaus wird mit dem sehr geringen Heizwärmeverbrauch begründet.

Der Optimierungsweg ist vorgegeben: Vorrangige Betrachtung der Verluste, zweitrangig die Wärmeversorgung.

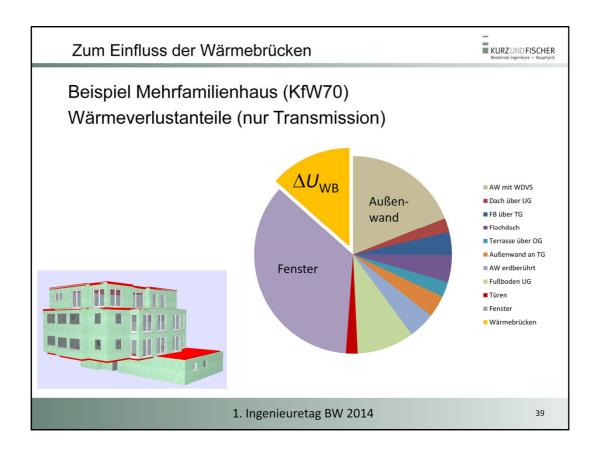




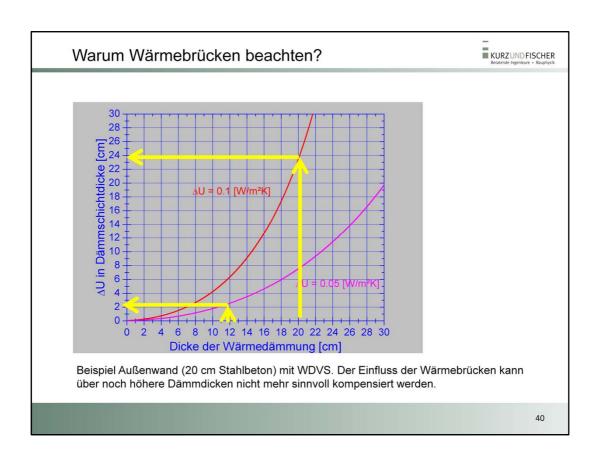
Durch die starre Anforderungen an den Heizwärmebedarf von 15, kWh/m²a ergeben sich Dämmschichtdicken, deren äußere Zentimeter sich – wenn überhaupt – gegen Ende der Nutzungsdauer energetisch amortisieren.



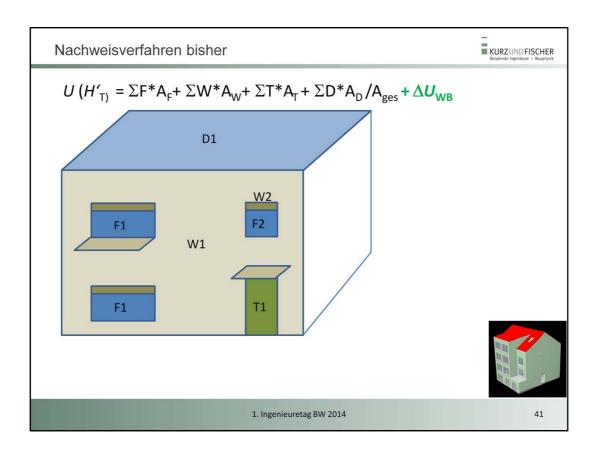
Teil 3 Umgang mit Wärmebrücken



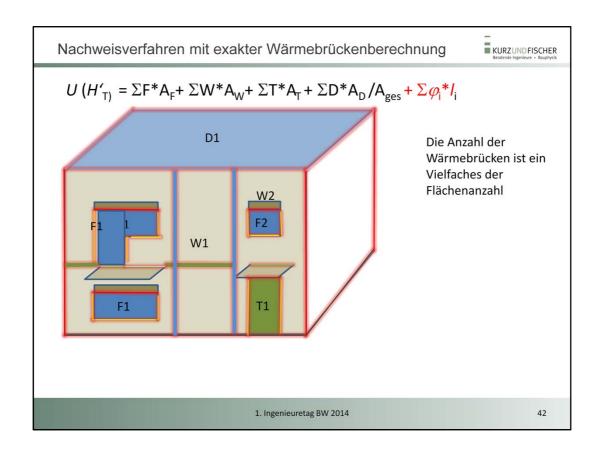
Transmissionswärmeverluste über Wärmebrücken nehmen bei einem gut gedämmten Gebäude einen beachtenswerten Anteil ein. Sie sind daher möglichst zu minimieren.



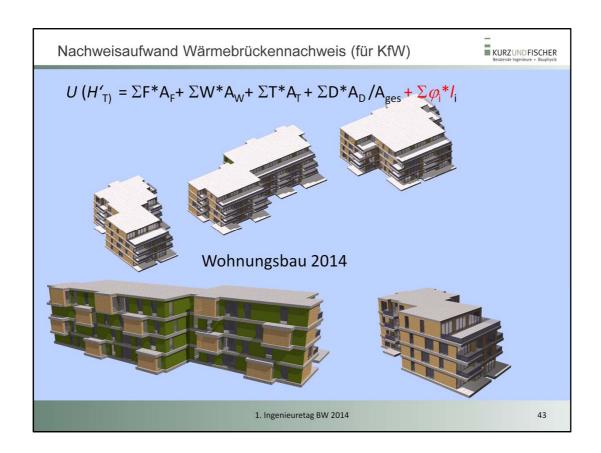
Der Einfluss der Wärmebrücken kann über noch höhere Dämmdicken nicht mehr sinnvoll kompensiert werden.



Im EnEV-Nachweis waren die Wärmebrücken bisher über einen pauschalen Zuschlag berücksichtigt.



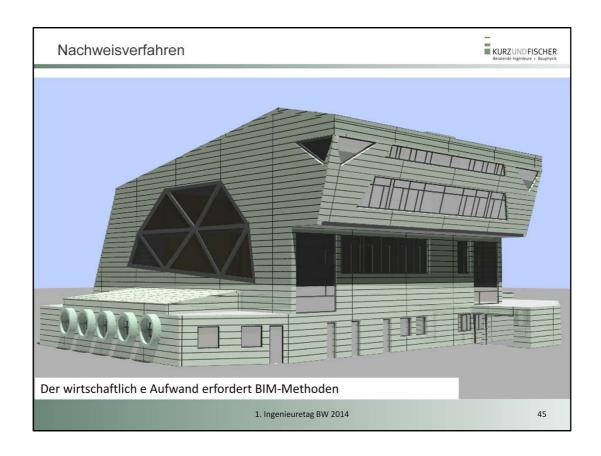
Der Aufwand zum Nachweis von Wärmebrücken übersteigt den Nachweis der Verluste über die Flächen um ein Vielfaches.



Außer bei einfachsten Wohnformen führt die Abbildung der Wärmebrücken im Nachweis zu erheblichem Aufwand.



Das gilt besonders für komplexe Bauformen.



Die automatisierte Berechnung der Wärmebrücken ist noch nicht gängige Praxis.

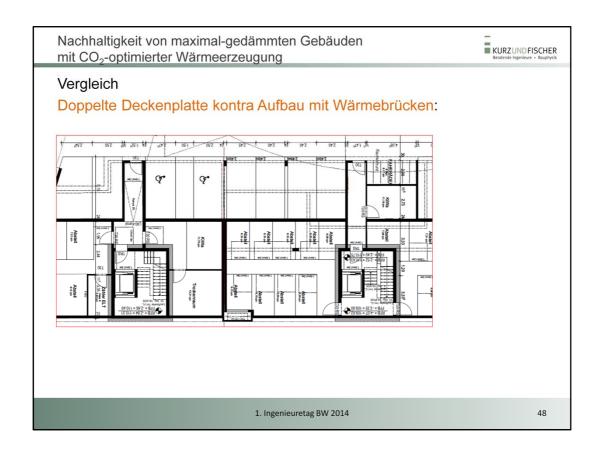
Modelle, die zumindest das Messen der Kanten ermöglichen, sind in Arbeit.

Dazu bedarf es normierter Schnittstellen, die es bisher nicht gibt.

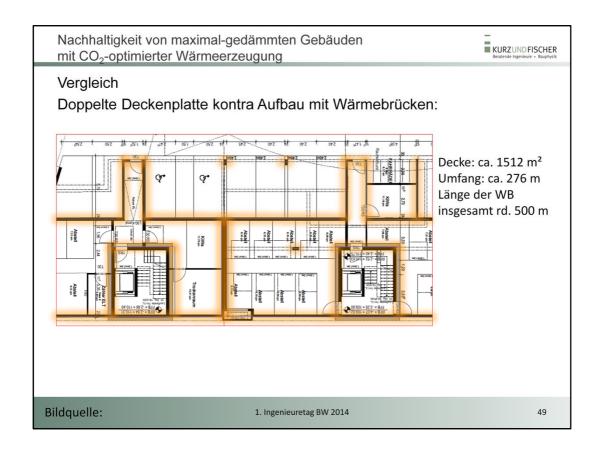




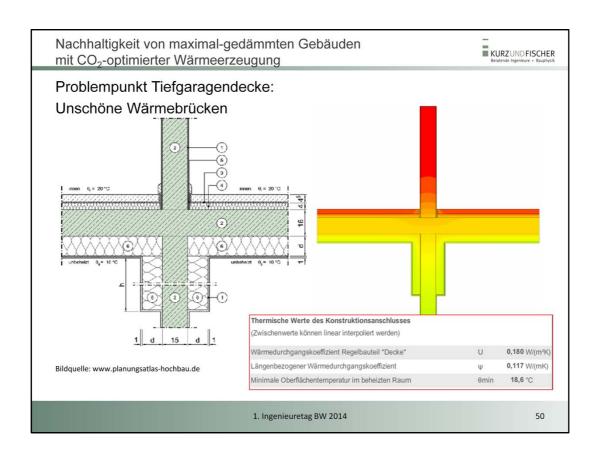
Was bedeutet die konsequente Vermeidung von Wärmebrücken in der Praxis?

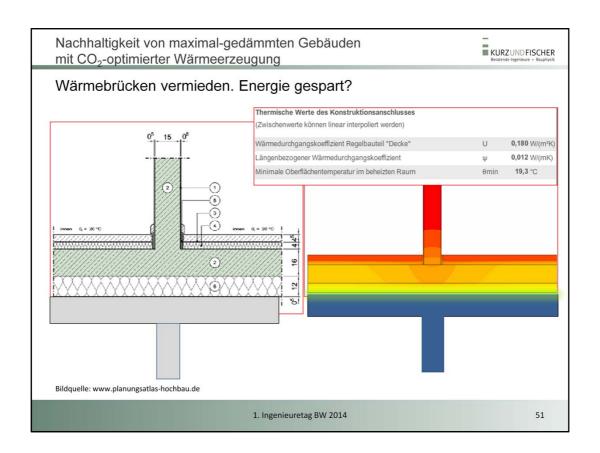


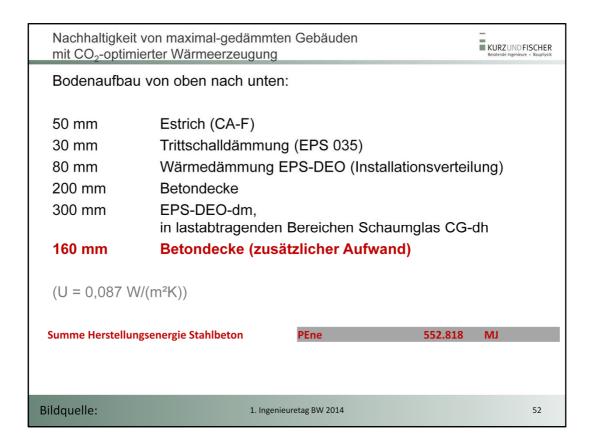
Mehrfamilien-Wohnanlagen haben heute stets Tiefgaragen.



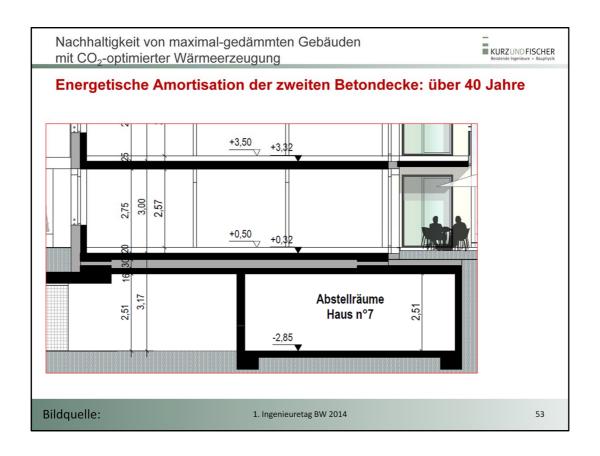
Die Aufstandspunkte des Gebäudes stellen Wärmebrücken dar. Die linearen Wärmebrücken ergeben zusammengefasst große Lauflängen.

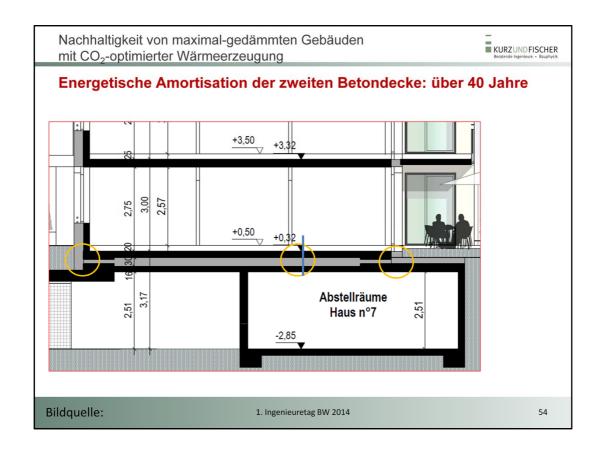






Nicht berechnet wurde hier die monetäre Amortisationsdauer.





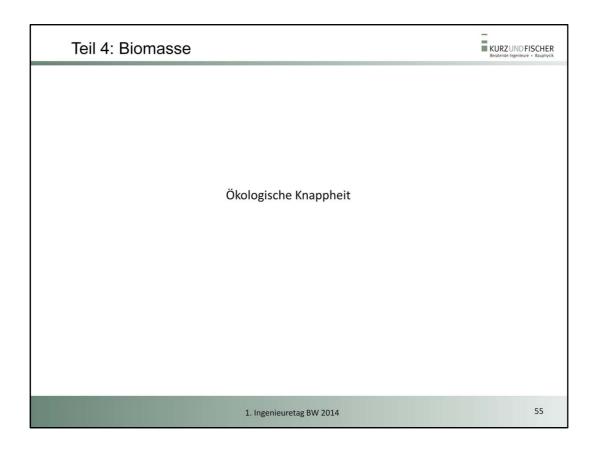
## Schlussfolgerungen:

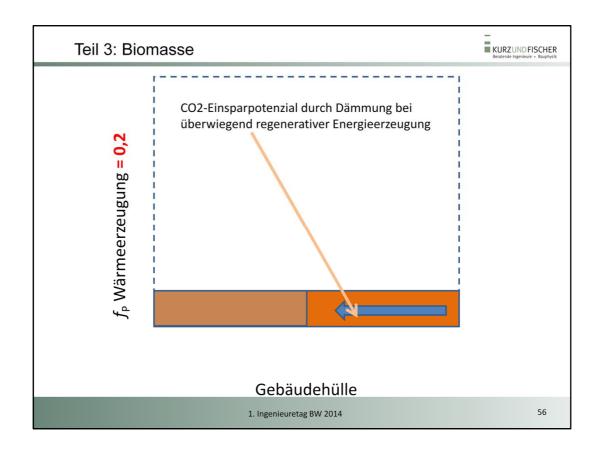
Investitionen mit sehr langen Rücklaufzeiten benötigen besonders dauerhafte, sichere und leicht in Stand zu haltende Konstruktionen.

Sanierbarkeit einzelner Komponenten nach möglichen Schäden im Auge behalten (Brand, Wasser, Tiere).

Die Ergebnisse bei einem solchen Bauvorhaben (5 Geschosse) sind auf kleine Einheiten nicht übertragbar.

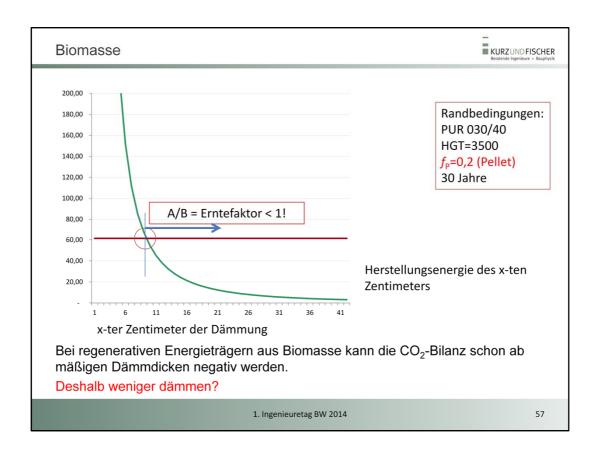
Gegenüber einem 14 cm dick gedämmten Gebäude gleicher Größe beträgt der Verlust an Wohnfläche fast 200 m², d. h. man hätte 2-3 Wohnungen mehr bauen können.





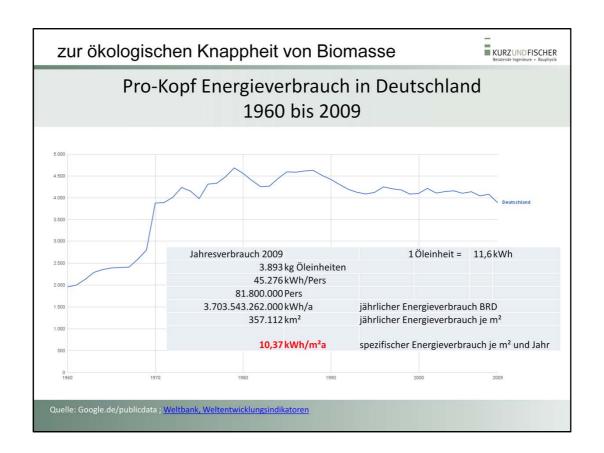
Der niedrige primärenergetische Bewertungsfaktor des Holzes führt in dieser Darstellung zu sehr niedrigen Einsparpotenzialen der Dämmung.

Da das DGNB-System der Nachhaltigkeitsbewertung die EnEV-Berechnungen als Grundlage übernimmt, übernimmt es auch dessen Nachteile. Vordergründig ist bei niedrigem primärenergetischem Bewertungsfaktor von Biomasse eine sehr günstige Ausgangssituation gegeben.



Bei regenerativen Energieträgern aus Biomasse kann die  ${\rm CO_2}$ -Bilanz schon ab mäßigen Dämmdicken negativ werden.

Deshalb weniger dämmen?



Anstieg des Energiebedarfs in der Bundesrepublik seit 1960. Dieser sinkt seit 1980 schon wieder leicht, aber nicht in dem gewünschten Umfang.

Rechnet man den Gesamt-Energieverbrauch Deutschlands zusammen und teilt ihn durch die gesamte Staatsfläche, so ergibt sich ein spezifischer Verbrauch von über 10 kWh/m²a, gemessen über die gesamte Staatsfläche inklusive bebautem Gebiet und Wasserflächen.

Energieträger	flächenspezifischer Ertrag (Basis Einstrahlung 1000 kWh/m²a)	
Rapsöl/Biodiesel	1,1	kWh/m²a
Wald (Deutschland)	<b>1,5</b> *)	kWh/m²a
Biogas	4,6	kWh/m²a
Bioethanol	1,8	kWh/m²a
BTI-Diesel, Ft-Diesel	2,3	kWh/m²a
PV - monokristallin	80	kWh/m²a
PV - Dünnschicht	40	kWh/m²a
Thermische Sonnenkollektoren	500	kWh/m²a
Oberflächennahe Geothermie *	100	kWh/m²a
Windkraft onshore	50	kWh/m²a

Der Flächenbedarf zur Energiegewinnung ist bei **biologischen** Energieträgern (Photosynthese) ist hoch.

Wir würden etwa die **10-fache Bruttofläche unseres Landes** benötigen, um unseren Energiehunger allein mit **Biomasse** zu stillen. Von den flächenspezifischen Erträgen ist noch der Energiebedarf der Prozesskette abzuziehen.

Ein Energiemix ist sinnvoll. Die Anforderungen dürfen nicht zu einer Abkehr von der nachhaltigen Boden- und Waldbewirtschaftung führen.

Biomasseheizung ach dem Prinzip der öko	KURZUNDEIGO							
(Standort Deutschland)								
70.000.000	Festmeter							
38,5 Mio	Tonnen							
166.833	GWh/a							
357.112.000.000	m²							
110.704.720.000	m²							
0,47	$kWh/m^2a = 4,5 \%$							
10,37	kWh/m²a							
	70.000.000 38,5 Mio 166.833 357.112.000.000 110.704.720.000							

Der Flächenbedarf zur Energiegewinnung ist bei **biologischen** Energieträgern erwartungsgemäß deutlich größer als bei high-tech Komponenten. Dafür sind die flächenspezifischen **Kosten** geringer. Erschreckend ist aber die Erkenntnis, dass wir etwa die **10-fache Bruttofläche unseres Landes** benötigen würden, um unseren Energiehunger mit **Biomasse** zu stillen. Von den flächenspezifischen Erträgen ist noch der Energiebedarf der Prozesskette abzuziehen.

# Im Jahr 2008 wurden mit 54,7 Mio. Festmetern Holz rund 42 % des Holzaufkommens in Deutschland energetisch genutzt. [1] "Dem rechnerischen einheimischen Pro-Kopf-Verbrauch von jährlich rund 1,5 Kubikmeter Holz steht mindestens ein nachwachsender Kubikmeter gegenüber. Zusammen mit den großen Mengen importierter Zellstoffe deckt dies prinzipiell den Bedarf der holzverarbeitenden Industrie". [2] Abschied vom Nachhaltigkeitsprinzip des Carl von Carlowitz? [1] Bioenergie Basisdaten Deutschland, Fachagentur Nachwachssende Rohstoffe e. V. und Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Pelletheizungen, Marktübersicht 2010 [2] Sperrhotz-Spezial 2008: Fraunhofer-Institut für Holzforschung Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI) und Verband der Deutschen 1. Ingenieuretag BW 2014 1. Ingenieuretag BW 2014

Die Zitate belegen, dass wir uns von der Nachhaltigen Waldwirtschaft entfernt haben, da der Brennholzbedarf steigt und mit dem Nutzholzbedarf konkurriert.

### Schlussfolgerungen.



Nicht nur fossile Brennstoffe sind knapp, sondern auch Biobrennstoffe aus Photosynthese.

Daher ist ein hoher Dämmstandard auch oder gerade bei Biomasseheizung notwendig.

Gutes Holz ist viel zu kostbar zum verheizen, sehr oft wird die Pelletheizung als wirtschaftliche Alternative zur Erfüllung der Anforderungen angepriesen.

Eine ungebremster Verbrauch von Biobrennstoffen verstößt aber ebenso gegen Prinzipien der Nachhaltigkeit wie der Abbau der fossilen Brennstoffe

Die Ausweitung von Flächen für Energiepflanzen vernichtet Lebensräume und mindert die Biodiversität

Die Erhöhung des regenerativen Anteils sollte deshalb vorrangig nicht über photosynthetische Prozesse erfolgen. Genau das wird durch den geringen primärenergetischen Bewertungsfaktor des Holzes von  $f_{\rm P}=0.2$  gefördert.

Änderung des primärenergetischen Bewertungsfaktors für Holz

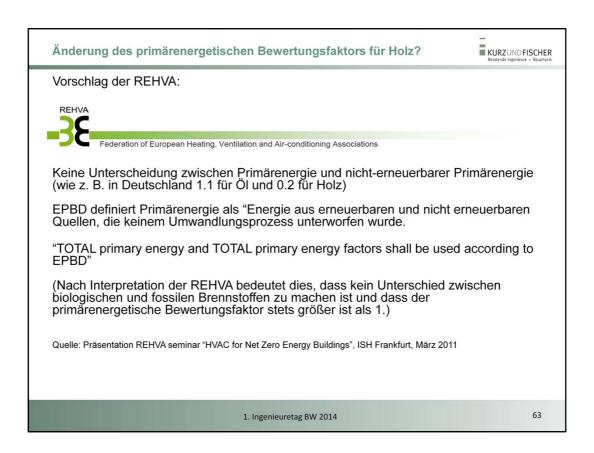
1. Ingenieuretag BW 2014

6

Nicht nur fossile Brennstoffe sind knapp, sondern auch Biobrennstoffe aus Photosynthese. Daher ist ein hoher Dämmstandard auch oder gerade bei Biomasseheizung notwendig.

Gutes Holz ist viel zu kostbar zum verheizen. Eine ungebremster Verbrauch von Biobrennstoffen verstößt ebenso gegen Prinzipien der Nachhaltigkeit wie der Abbau der fossilen Brennstoffe

Die Ausweitung von Flächen für Energiepflanzen vernichtet Lebensräume und mindert die Biodiversität. Die Erhöhung des regenerativen Anteils sollte deshalb vorrangig nicht über photosynthetische Prozesse erfolgen. Genau das wird durch den geringen primärenergetischen Bewertungsfaktor des Holzes von fP = 0,2 gefördert. Zu wünschen is daher eine Änderung des primärenergetischen Bewertungsfaktors für Holz, um dem verordneten Raubbau Einhalt zu gebieten.



Aus internationaler Sicht wird der niedrige Primärfaktor der Biomasse als Sonderweg betrachtet. Er ist vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklung weg von der Nachhaltigkeit zu überdenken.

### Teil 5: Die Ökobilanz von



"nearly Zero Energy Buildings" (nZEB) und Passivhäusern

Ergebnisse	2
der Ökobilanz	7

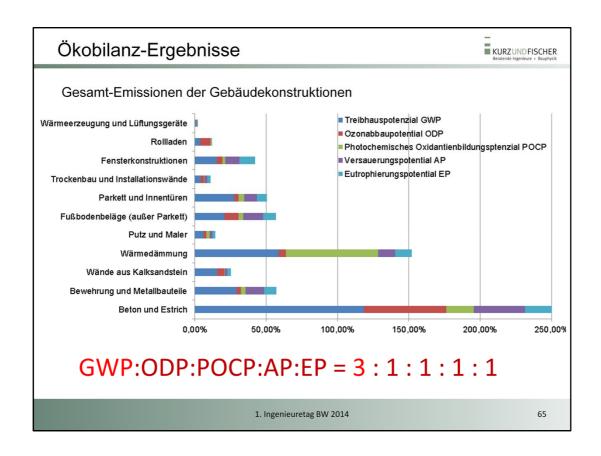
Ökobilanzergebnisse für 0,1m³ XPS	Einheit	Produktion	EoL (90 % thermische Verwertung)	Total (90 % thermische Verwertung)	EoL (50% thermische Verwertung)	Total (50 % thermische Verwertung)
Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar)	MJ	343,752	-102,533	241,219	-55,260	288,492
Primärenergiebedarf (erneuerbar)	MJ	2,358	-1,316	1,042	-0,712	1,646
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP total)	kg Sb-Äquiv.	0,156	-0,044	0,112	-0,024	0,132
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP Elemente)	kg Sb-Äquiv.	2,51E-06	-5,03E-07	2,00E-06	-2,76E-07	2,23E-06
Treibhauspotential (GWP)	kg CO <sub>2</sub> -Äquiv.	15,475	4,670	20,145	2,729	18,204
Ozonschicht Abbaupotential (ODP)	kg R11-Äquiv.	4,69E-07	-2,78E-07	1,91E-07	-1,54E-07	3,15E-07
Versauerungspotential (AP)	kg SO <sub>2</sub> -Äquiv.	0,049	-0,005	0,044	-0,002	0,047
Eutrophierungspotential (EP)	kg PO <sub>4</sub> 3-Äquiv.	0,004	-3,12E-04	0,004	-5,20E-05	0,004
Photochemisches Oxidantien Bildungspotential (POCP)	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -Äquiv.	0,051	-4,70E-04	0,050	-1,88E-04	0,051

 $\mathrm{CO}_2$  ist nicht der einzige zu beachtende Ökoparameter. Eine Nachhaltigkeitsbewertung umfasst auch Auswirkungen

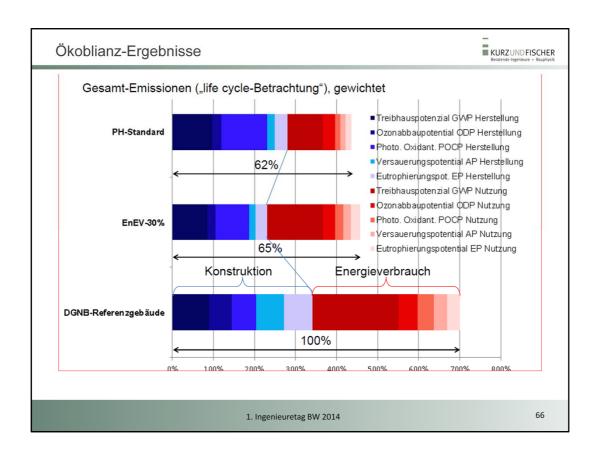
- auf die lokale Umwelt (z. B: EP, POCP)
- und weitere globale Wirkparameter (z. B. ODP)

1. Ingenieuretag BW 2014

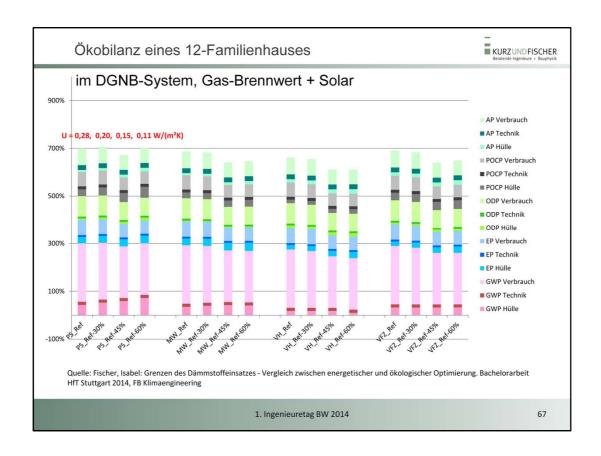
04



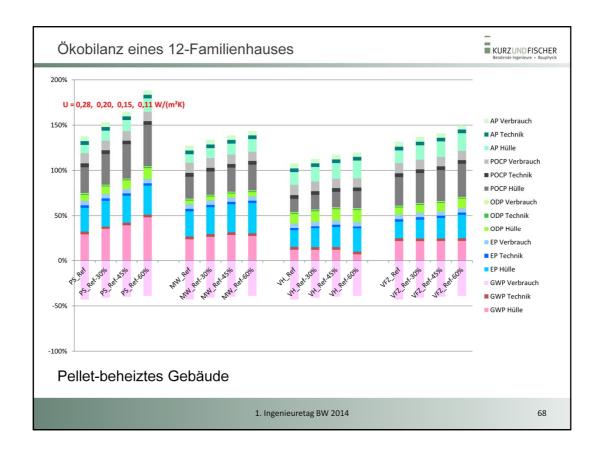
Im DGNB-System werden die Wirkungen der diversen Ökoparameter sehr einfach gewichtet: Alle Ökofaktoren werden gleichrangig behandelt, nur GWP wird dreifach gewichtet.



Beim Passivhaus verschiebt sich die Gesamtemission von der Nutzungsphase in die Herstellungsphase



Der höhere Dämmstandard führt in der Ökobilanz nicht mehr in jedem Fall zu signifikanten Verbesserungen



Das Pellet-beheizte Gebäude hat mit steigender Dämmung eine ungünstige Ökobilanz, wenn Holz mit  $f_P$  = 0,2 bewertet wird.

# Schlussfolgerungen



Eine Erweiterung der Bilanzierungsgrenzen (wie von WSVO auf EnEV) zum Nachweis der Energieeffizienz unter Berücksichtigung

- -- der Herstellungsenergie
- -- weiterer Ökoparameter

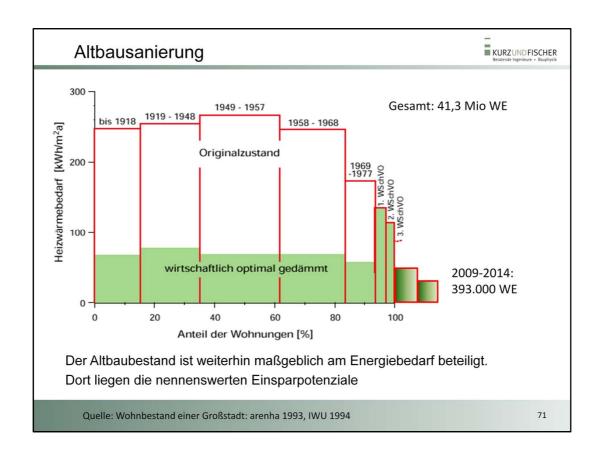
...ist vor dem Hintergrund weiter steigender Anforderungen notwendig, um Fehlentwicklungen zu vermeiden.

1. Ingenieuretag BW 2014



Der Altbaubestand ist weiterhin maßgeblich am Energiebedarf beteiligt.

Dort liegen die nennenswerten Einsparpotenziale



Laut Zensus 2013 beträgt der Bestand an Wohngebäuden derzeit 19 Mio Gebäude mit 41,3 Mio. Wohnungen.

Von 2009 bis 2013 wurden 236.000 Gebäude mit 393.000 Wohnungen gebaut.

# Förderpolitik

KURZUND FISCHER
Beratende Ingenieure - Bauphysik

KfW-40 heißt:

 $Q_P = 60 \%$  unter der EnEV-Anforderung,

 $H_T$  = 45 % unter EnEV-Anforderung

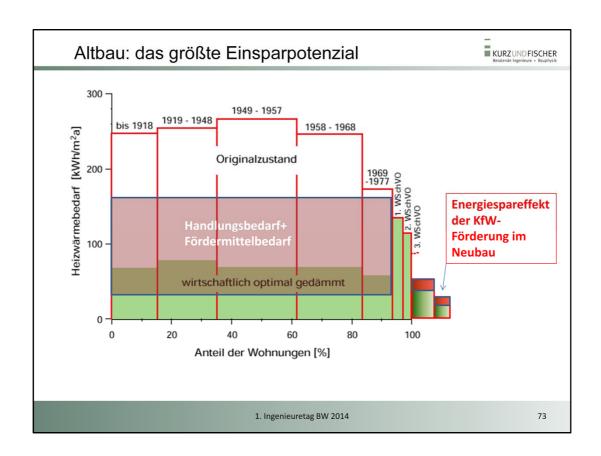
Nur erreichbar mit höchstem Dämmaufwand und gleichzeitig aufwändiger Heizung

= kleine Effekte bei hohem Aufwand.

1. Ingenieuretag BW 2014

Die derzeitige Förderpolitik stützt sich m. E. zu stark

- a) Auf den Neubau, der kaum noch Bedarfsrelevant ist
- b) Auf die Förderung guter Heizungen in bestens gedämmten Gebäuden. Um Wirkung zu erzielen, müssten die besten Heizungen in den schlecht gedämmten und schlecht dämmbaren Gebäuden installiert werden.



Das weitaus größte Energieeinsparpotenzial liegt im Altbau. Die eingesetzte Dämmung spart dort ein Mehrfaches wie bei einem Neubau.

Die Wirkung hoch effizienter Wärmeversorgungsanlagen ist im Altbau viel höher als im maximalgedämmten Neubau

# Hemmnisse Altbaumodernisierung

KURZUND FISCHER
Beratende Ingenieure • Bauphysik

- Der Umgang mit
  Bestandsbauten erfordert
  bauphysikalisches und
  heizungstechnisches
  Fachwissen
- Altbaumodernisierung ist viel Kleinarbeit, Ingenieurleistungen sind nicht zum Nulltarif erhältlich



# Vorschläge

KURZUND FISCHER
Beratende Ingenieure • Bauphysik

- Verstärkte Förderung der Altbaumodernisierung (Gebäudehülle), auch Innendämmung
- Verstärkte Förderung besonders energieeffizienter
   Heizsysteme in Gebäuden, die schwer zu dämmen sind
- Einbezug von Ingenieurleistungen in die Förderung der Altbaumodernisierung
- Abbau bürokratischer Hemmnisse (BHKW)



# Wunschliste



- Kraft-Wärme-Erzeugung mit Elektromobilität koppeln? Entwicklung von Rechts- und Wirtschaftsmodellen
- Investition in regenerative Energiegewinnung und Speicherung
- Energiepreise nicht subventionieren
- Günstige
   Abschreibungsbedingungen schaffen (auch bei Mietermodernisierungen)
- Mietpreisbremsen sind Investitionshemmnisse
- Berechenbarkeit der Förderpolitik







# Zusammenfassung:



### Aufgaben:

Vorrangige Förderung bester Heizsysteme in bestgedämmten Gebäuden überdenken Energetisches Optimum der Dämmung im Auge behalten Suffizienzkriterien beachten: Ökobilanz als notwendige Erweiterung der Bilanzierung Primärenergiefaktor der Biomasse (speziell Holz) überdenken Altbausanierung und Effizienz der Energieversorgungsseite fördern

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

1. Ingenieuretag BW 2014

13