



**EBZ Business
School**

University of Applied Sciences

PROMHOUSE 2020

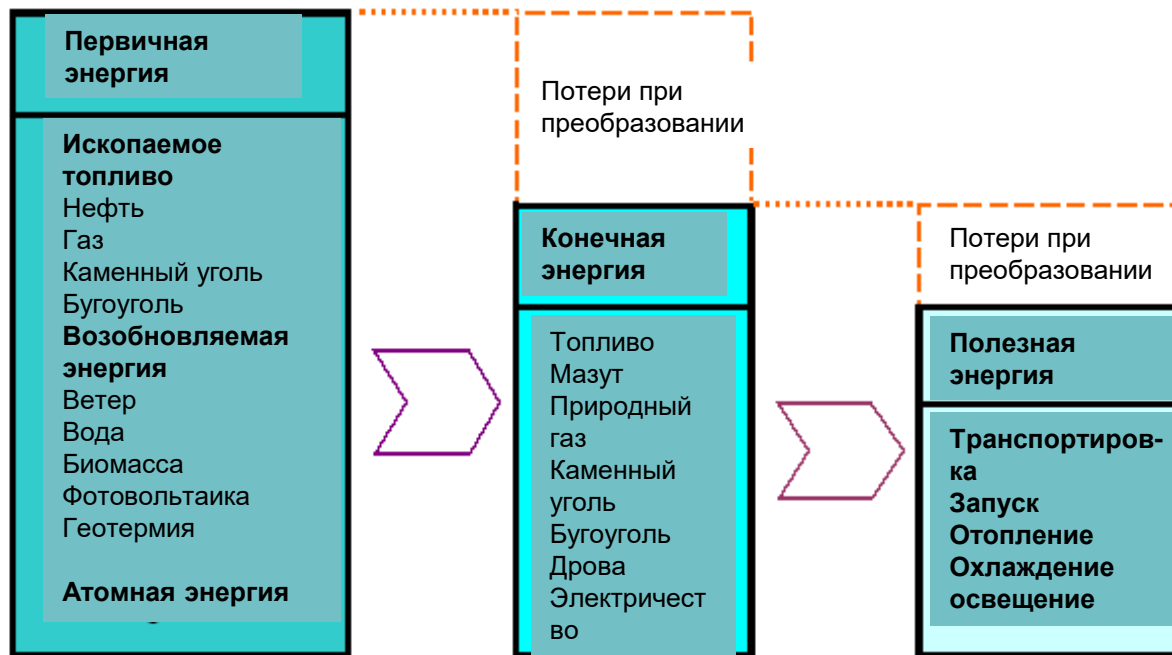
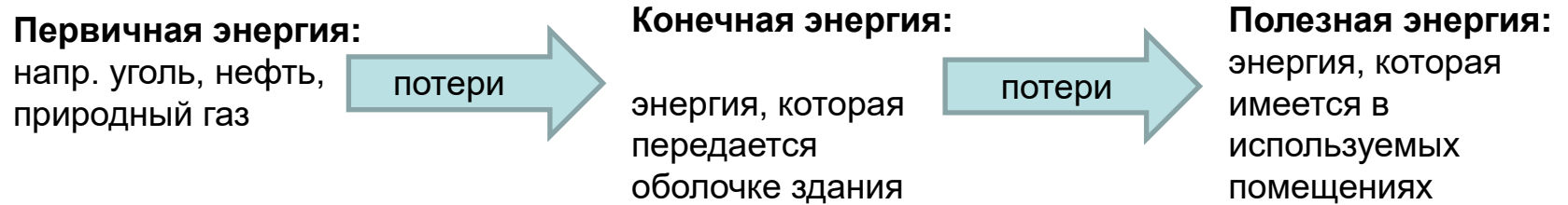
Фасады / окна

Проф. др. Армин Юст

Webinar 7

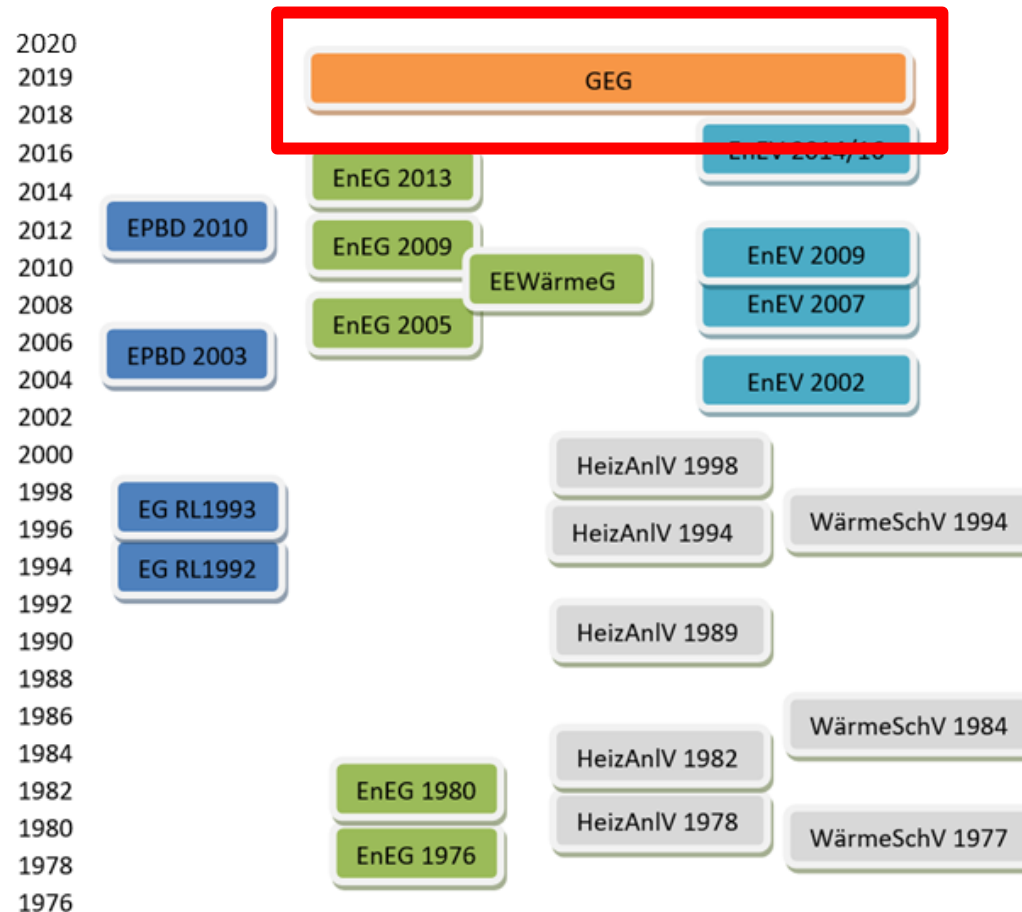
www.ebz-business-school.de © 2020

- Основы комфорта
- Основы теплового баланса в зданиях
- Наружные стены - характеристики, задачи, слабые места
- Окна - свойства, задачи, слабые места
- Мероприятия по санации - затраты и потенциал
- Обсуждение с участниками

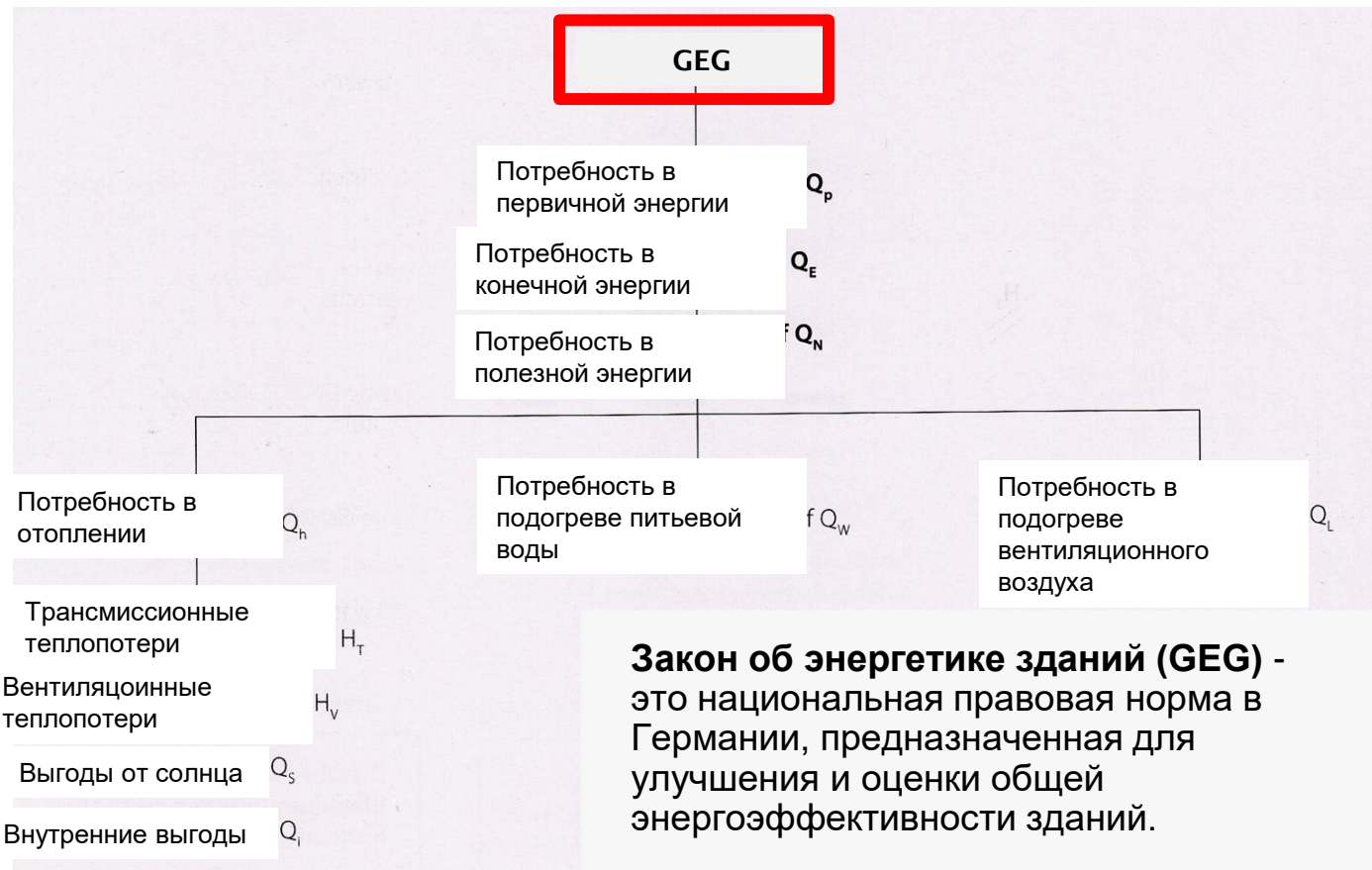


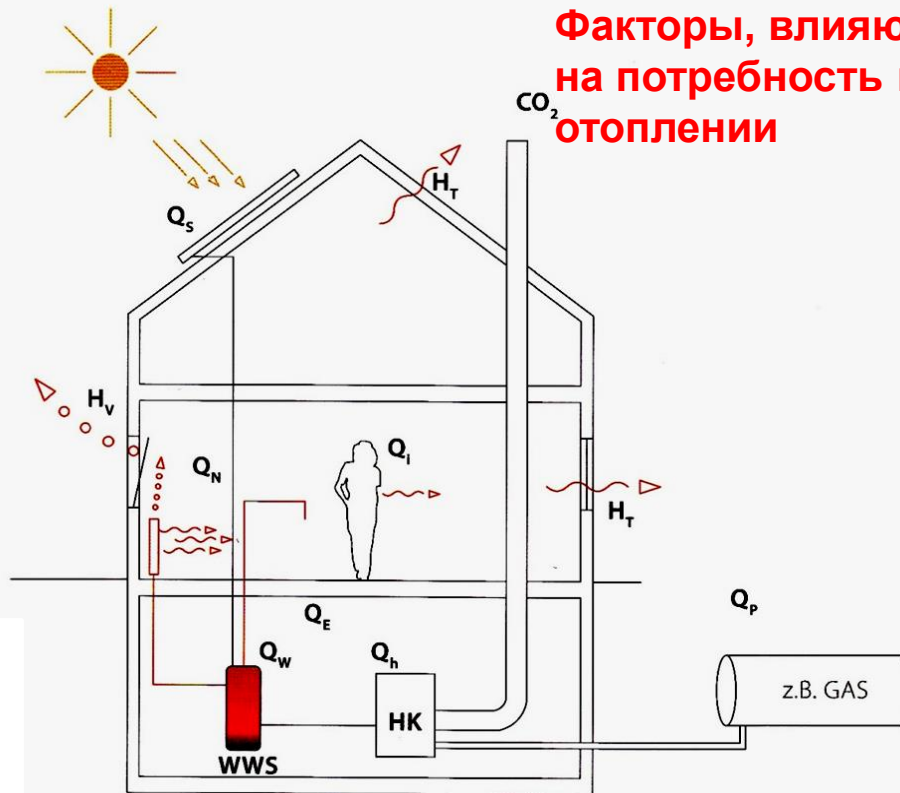
Источник:
wikipedia.de

Обзор правил энергосбережения в Германии с 1976



Основы теплозащиты





Energiebilanz eines Gebäudes

Q_h

Heizwärmebedarf

H_v

spezifischer Lüftungswärmeverlust

H_T

spezifischer
Transmissionswärmeverlust

Q_i

interne Gewinne (Personen, elektrische
Geräte)

Q_s

solare Gewinne (aktive und passive)

Q_w

Trinkwasserwärmebedarf

Q_p

Primärenergie(bedarf)

Q_E

Endenergie(bedarf)

Q_N

Nutzenergie(bedarf)

WWS

Warmwasserspeicher

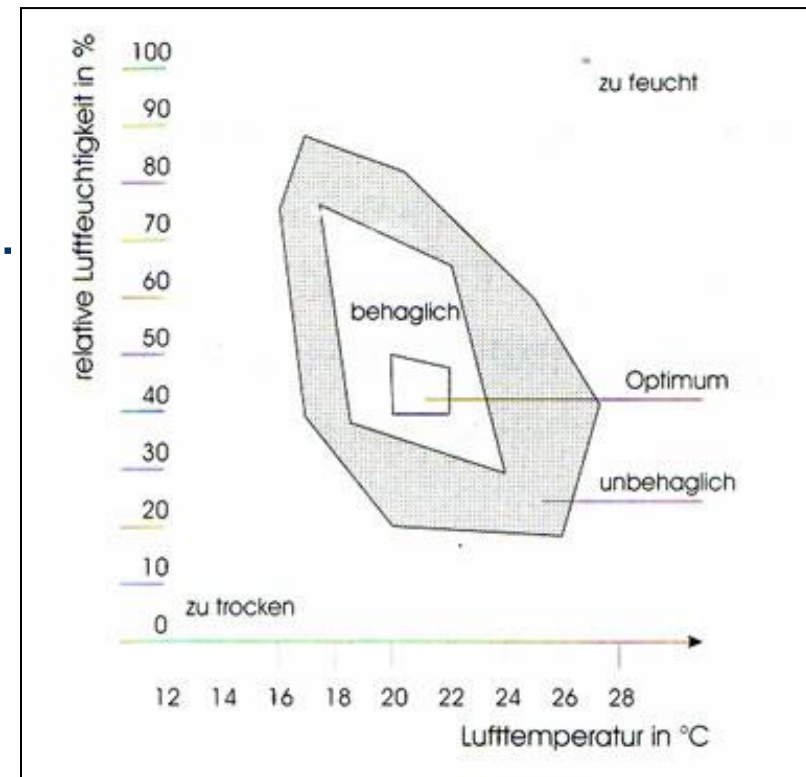
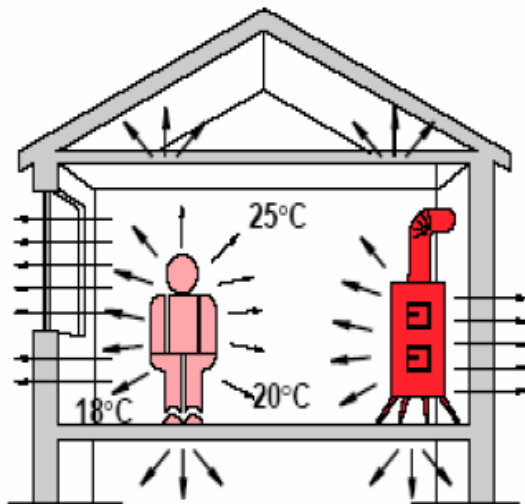
HK

Heizkessel

Quelle: Hayner, M:
Faustformel Gebäudetechnik

Влияние переменных на комфорт

- Температура воздуха
- Влажность
- Тепловое излучение
- Поток воздуха
- Различное распределение тепла ...





Теплозащита достигается за счет:

- Уменьшение площади охлаждающей поверхности
- Снижение теплопроводности ограждающей конструкции

Теплопроводность λ [W/mK] (Свойство строительного материала)

Своеобразное свойство вещества указывает на **тепловой поток**, который **при разнице температур 1 K** проходит через слой вещества толщиной 1m^2

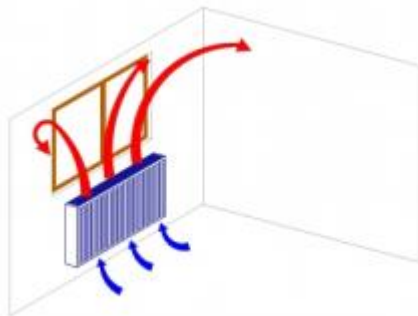
Коэффициент теплопроводности U [W/m²K] (Свойство строительного материала)

Значение U определяет **количество тепла**, которое проходит через **1m^2 компонента**, когда **разница температур** между двумя соседними слоями воздуха составляет **1K**.

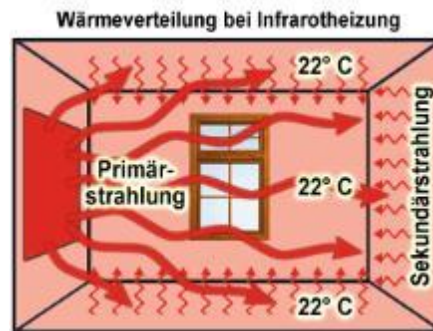
Различные уровни температуры стремятся уравнивать друг друга
Энергия перетекает из более теплого в более холодное место.

Передача энергии происходит через

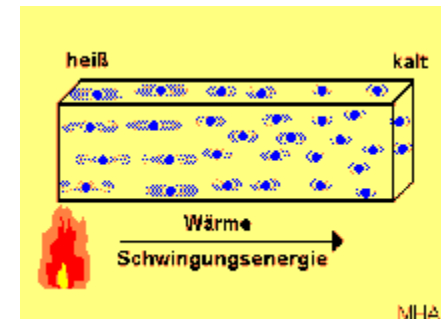
- Конвекция
- Тепловое излучение
- Теплопроводность



Конвекция



Тепловое излучение



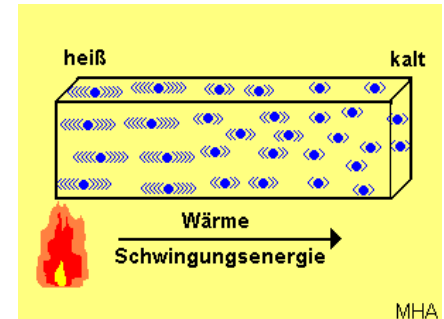
Теплопроводность

Значение теплоизоляции компонента обычно указывается как коэффициент теплопроводности.

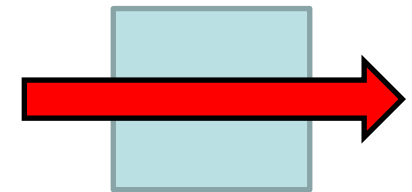
$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{se} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + R_{si}}$$

mit

- U : коэффициент теплопроводности Вт/К*м²
- R_T : сопротивление теплопроводности (К*м²)/Вт
- R_{se} : внешнее сопротивление теплоотдаче (К*м²)/Вт
- d_i : толщина слоя номер i в м
- λ_i : специфическая теплопроводность этого слоя в Вт/К*м
- $\frac{1}{\lambda}$: специфическое теплосоппротивление слоя i (К*м)/Вт
- $\frac{d}{\lambda}$: термическое теплосоппротивление этого слоя (К*м²)/Вт
- R_{si} : внутреннее сопротивление теплопроводности (К*м²)/Вт






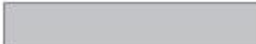
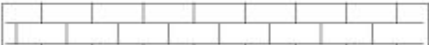



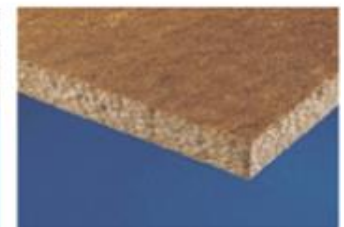
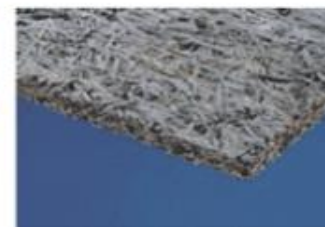
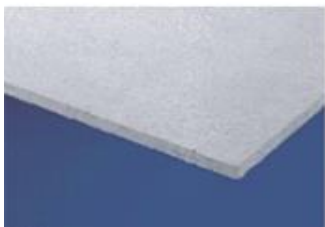
$$R_T = R_{Si} + \frac{d}{\lambda} + R_{Se}$$



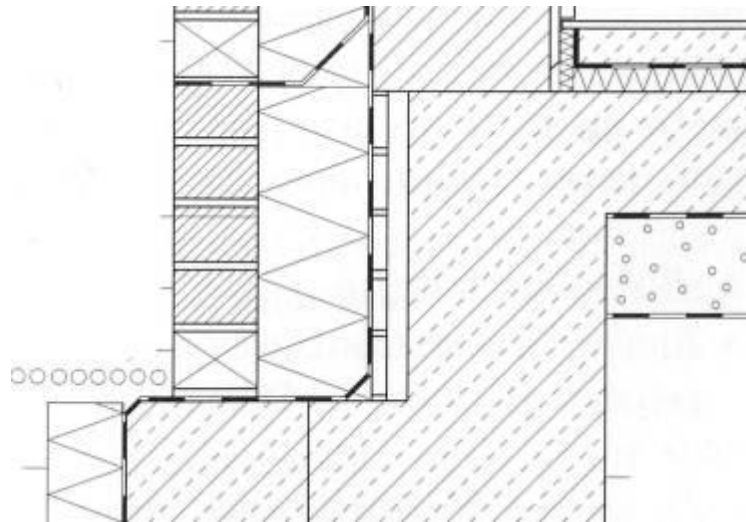
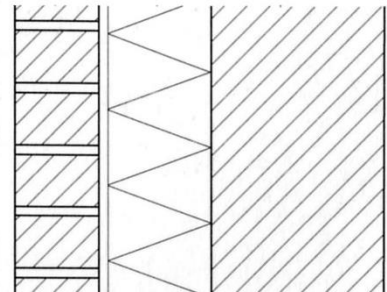
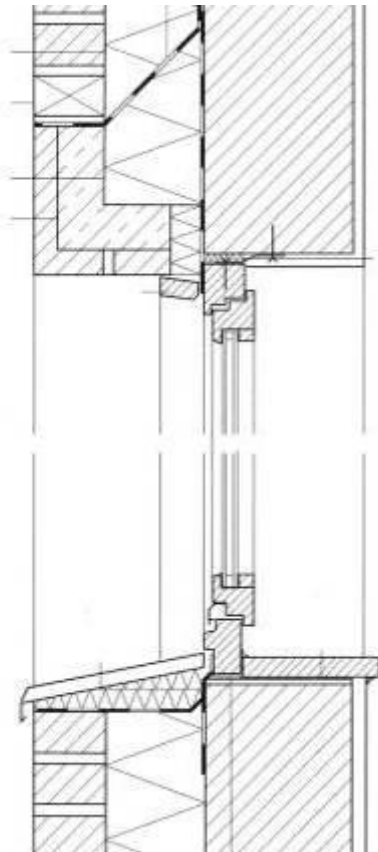
Чем меньше значение U, тем лучше теплоизоляция компонента!!!

Источник: Prof. Dr. N. Raschper

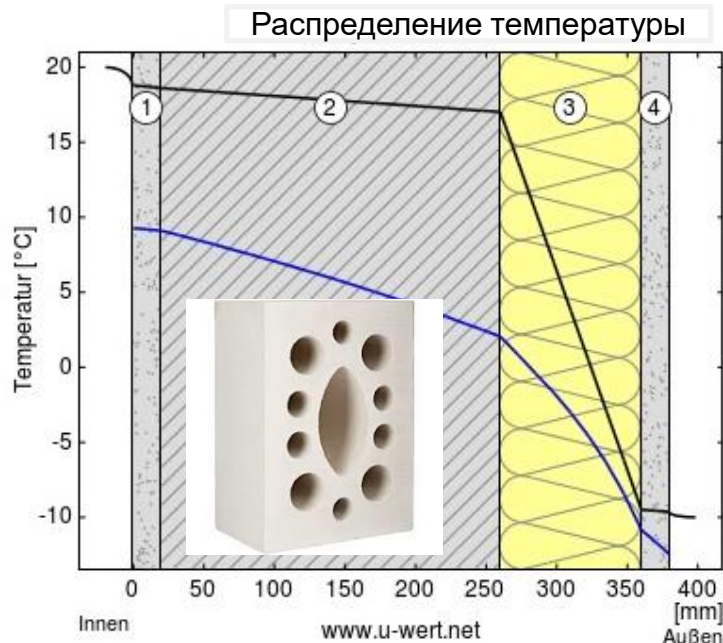
Толщина		λ
1 cm	 Твердая пена	0,025
1,6 cm	 Стекло-, каменная вата	0,040
2,2 cm	 Древесноволокнистая плита	0,090
6 cm	 Хвойная древесина, дощатые штапельные элементы	0,150
8 cm	 Пенобетонные блоки	0,200
14 cm	 Облегченный пустотелый кирпич	0,350
60 cm	 Цельный/ силикатный кирпич	1,000
84 cm	 Стальной бетон	2,100



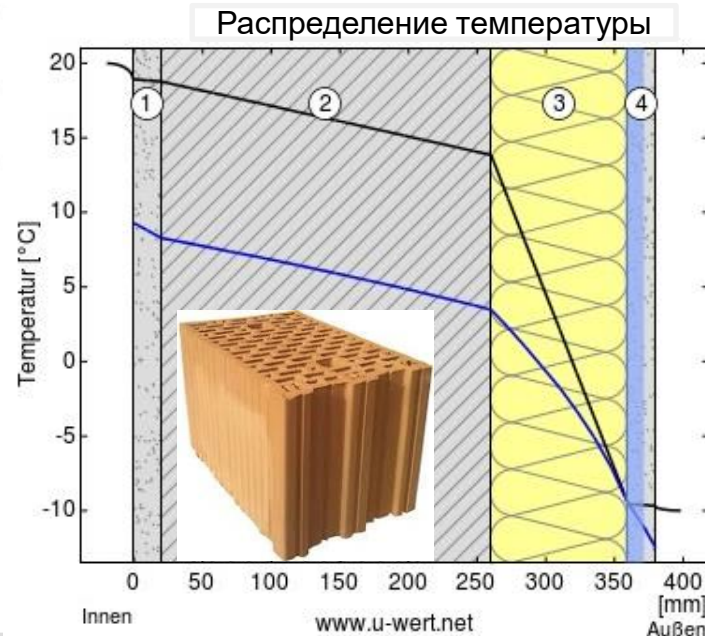
Двухслойная кладка с теплоизоляцией



Одностенные конструкции с внешней теплоизоляцией



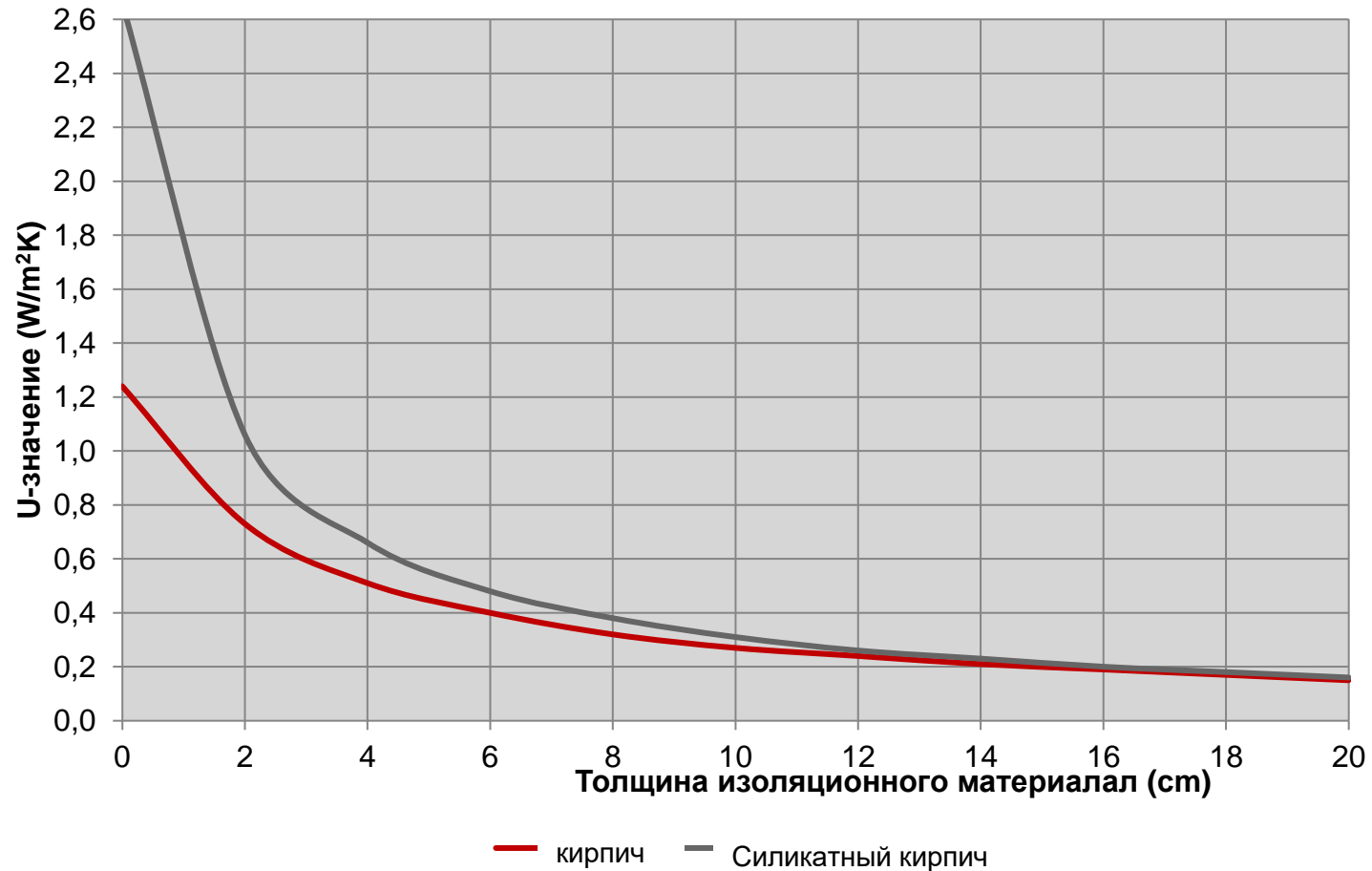
- Температура
- Точка росы
- ① Известково-цементная штукатурка (20мм)
- ② Известняк (240мм)
- ③ Твердая пена, EPS 035 (100 мм)
- ④ Цементная штукатурка (20 мм)



- Температура
- Точка росы
- Конденсат
- ① Известково-цементная штукатурка (20мм)
- ② Многopустотный кирпич до 1976 (240мм)
- ③ Твердая пена, EPS 035 (100 мм)
- ④ Цементная штукатурка (20 мм)

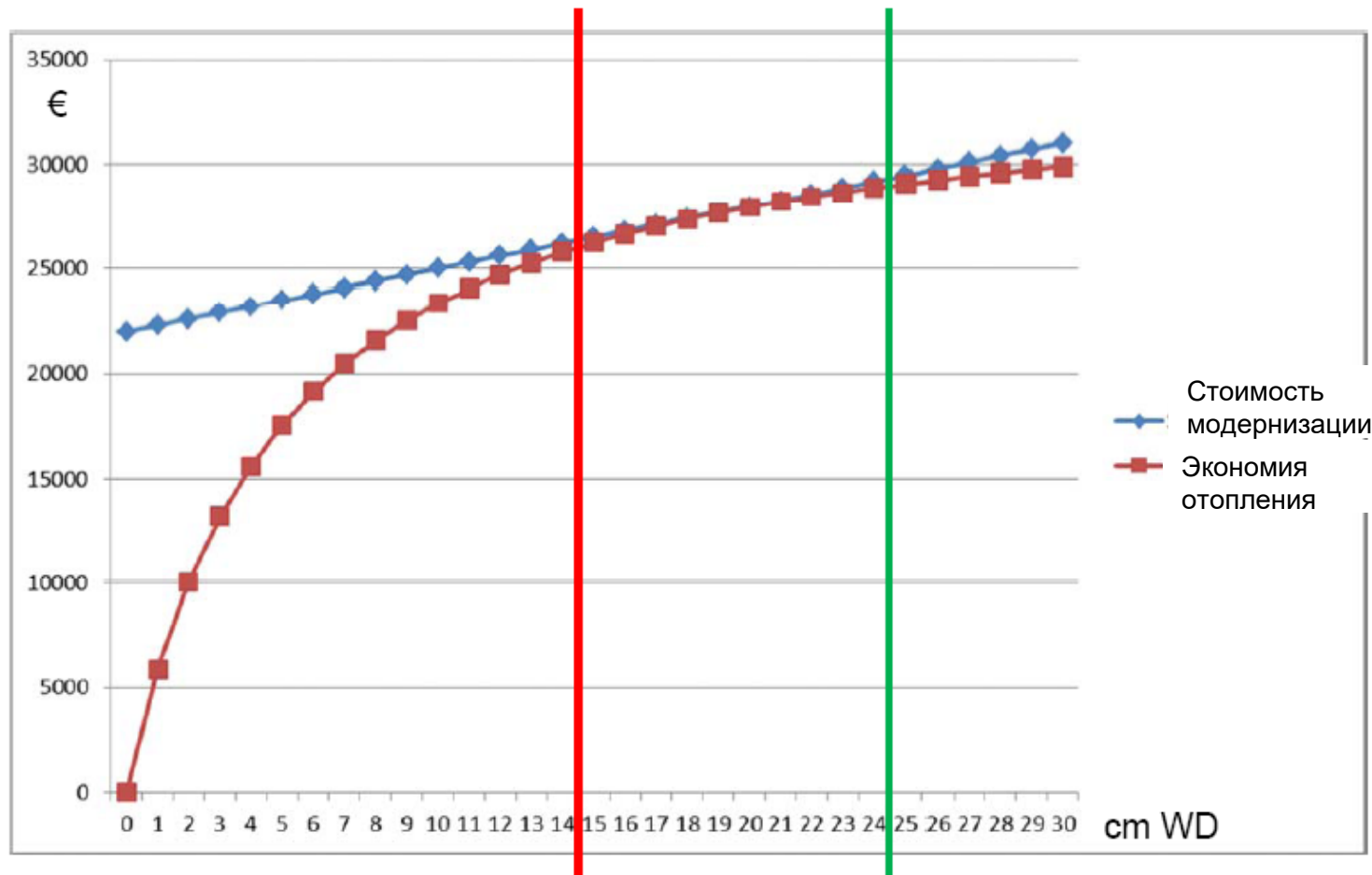
Рисунки: www.u-wert.net

Значение U в зависимости от толщины изоляционного материала



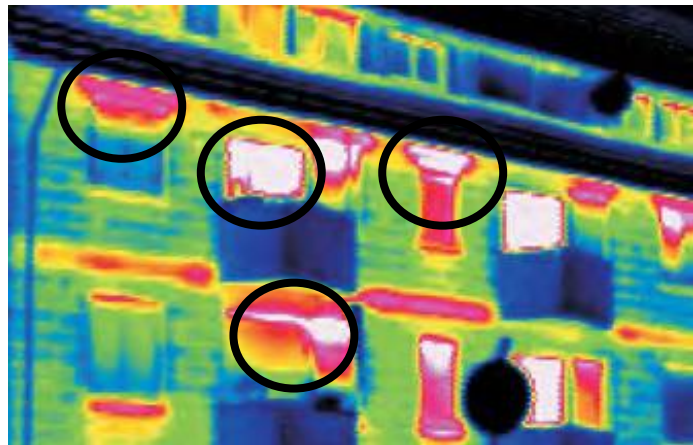
Работы по модернизации - теплоизоляция

„идеальная“ толщина изоляционного материала



Quelle: Prof. Zeitler, HS Coburg

Определение



Определение согласно DIN EN ISO 10211:

«Часть ограждающей конструкции здания, где однородное тепловое сопротивление значительно изменяется [....]»

На практике это означает следующее:

Здание теряет тепловую энергию на мостике холода, а это значит, что эта поверхность остывает изнутри.

Снаружи, в свою очередь, обогревается поверхность стены.

Источник: dena:
Wärmebrücken in der
Bestandssanierung

Влияние мостиков холода

Повышенное потребление энергии

Повышенное тепловыделение наблюдается на мостиках холода, что приводит к увеличению расхода тепловой энергии. В зданиях с качественной изоляцией мостики холода могут вызвать дополнительные тепловые потери, превышающие 30 процентов потребности в энергии зимой.

Нарушение комфорта

Зимой мостики холода вызывают очень низкие температуры поверхности из-за повышенного рассеивания тепла внутри компонентов. Холодные поверхности воспринимаются как неудобные из-за более низкого уровня теплоты излучения. Жильцов это беспокоит.

Влияние мостиков холода

Недостаточная домашняя гигиена

В области мостиков холода может образоваться конденсат из-за низких температур внутренней поверхности. Как только теплый влажный воздух встречает холодную поверхность и охлаждается ниже так называемой точки росы, образуется конденсат.

На влажных поверхностях компонентов скапливается пыль.

Клей для обоев и краска являются идеальной средой для размножения плесени, некоторые из ее виды вредны для здоровья.

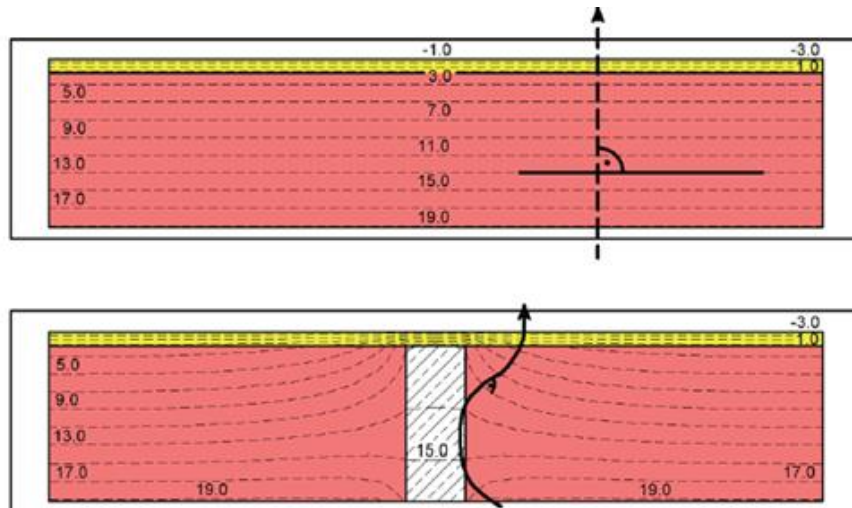
Риск для строительного материала

Помимо образования плесени, потеря конденсата в области мостиков холода может привести к необратимому проникновению влаги в компонент и к повреждению конструкции.

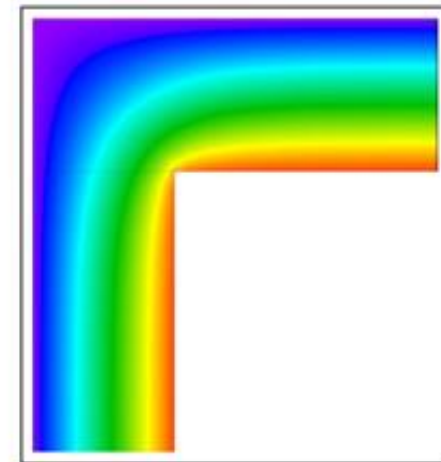
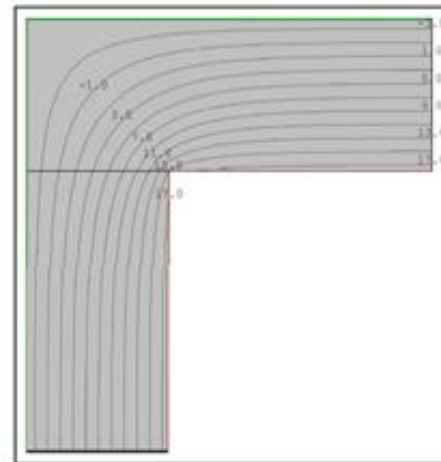
Quelle: dena: Wärmebrücken
in der Bestandssanierung

Наиболее распространенные типы

Материал мостика холода

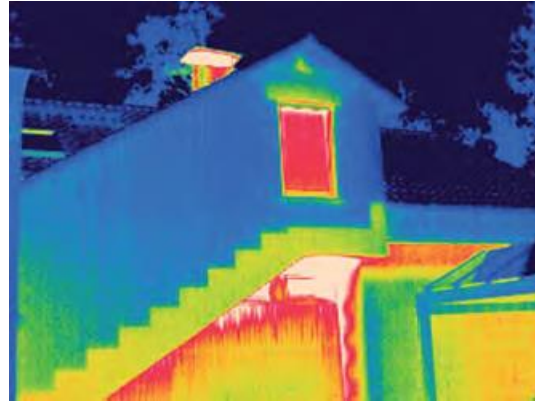


Геометрический мостик холода



Источник: Prof. Willems

Примеры



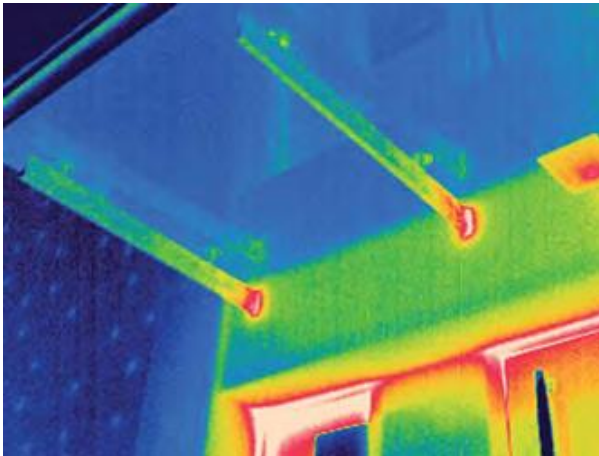
Повышенный тепловой поток
в зоне перемычки, видимый с
помощью термографии



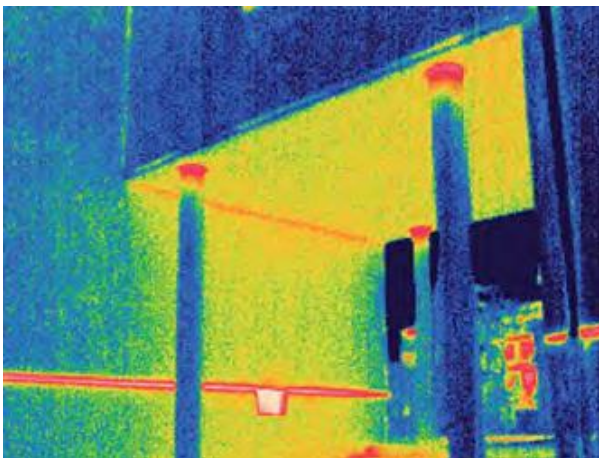
Фото и термографическая
запись отапливаемой лестницы
как пример мостика холода,
связанного со строительным
материалом

Quelle: dena: Wärmebrücken
in der Bestandssanierung

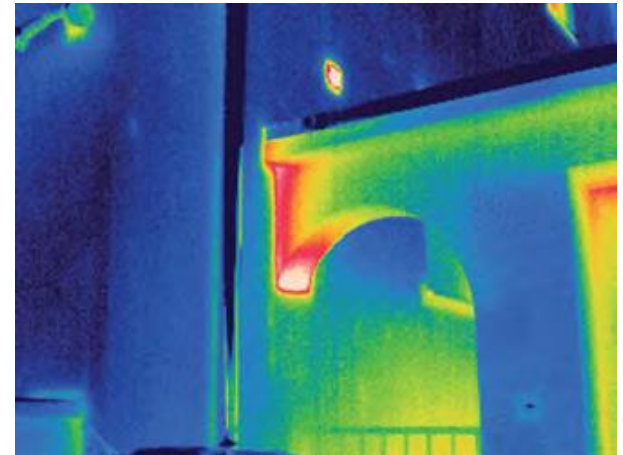
Примеры - селективные мостики холода



Консоль навеса



Опоры, пробивающие
изоляцию



Перемычки дворового перехода

Источник: dena:
Wärmebrücken in der
Bestandssanierung

Мостики холода создают более низкие температуры внутри компонентов

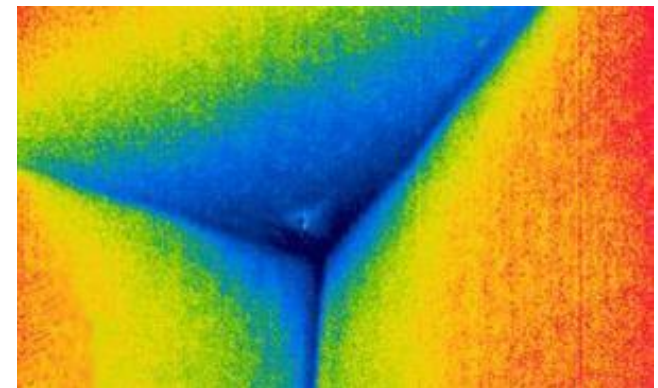
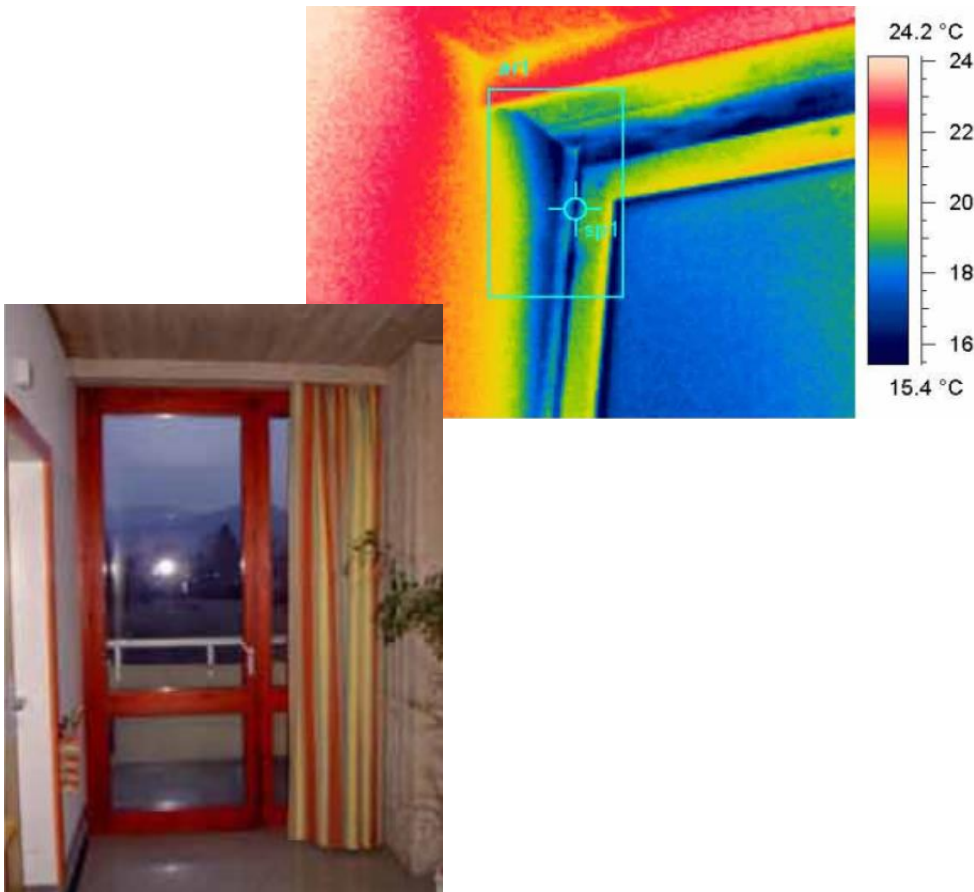
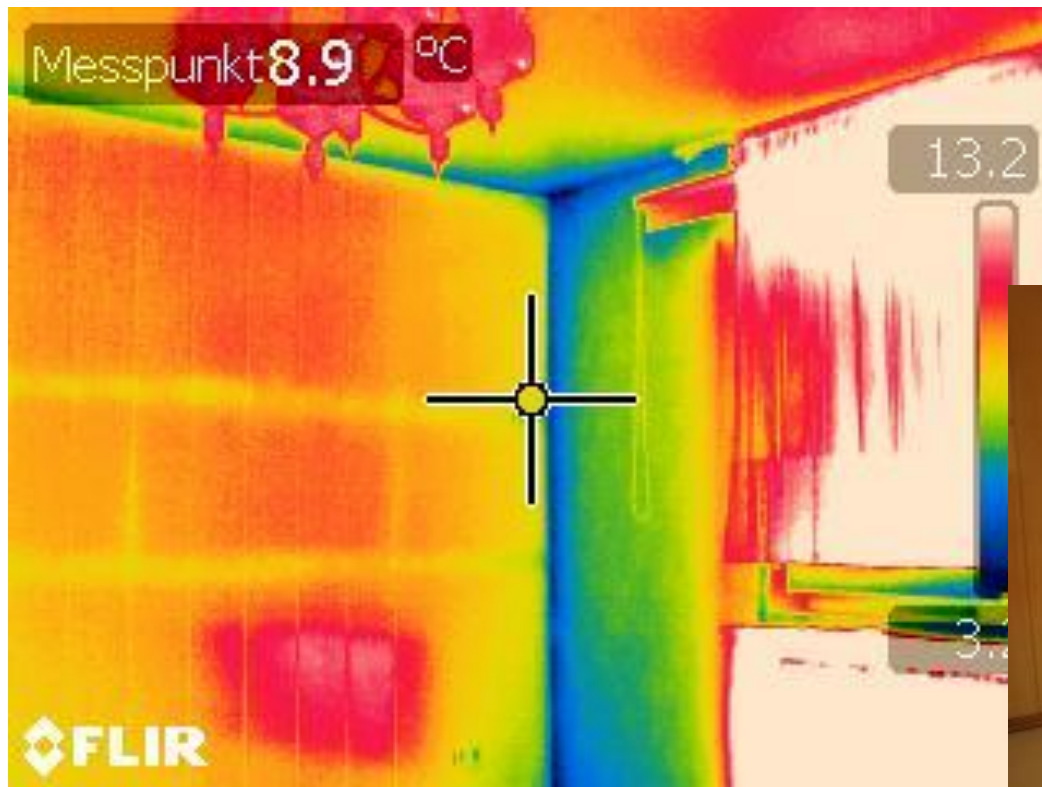


График: www.waermebrueckenportal.de

Мостики холода создают более низкие температуры внутри компонентов



Источник: Prof. Dr. N. Raschper

Последующая внешняя изоляция



Последующая внешняя изоляция

Плохо выполненная внешняя
изоляция



Влияния мостиков холода

- возможное нарушение комфорта
- дополнительные тепловые потери
- низкие температуры поверхности помещения:

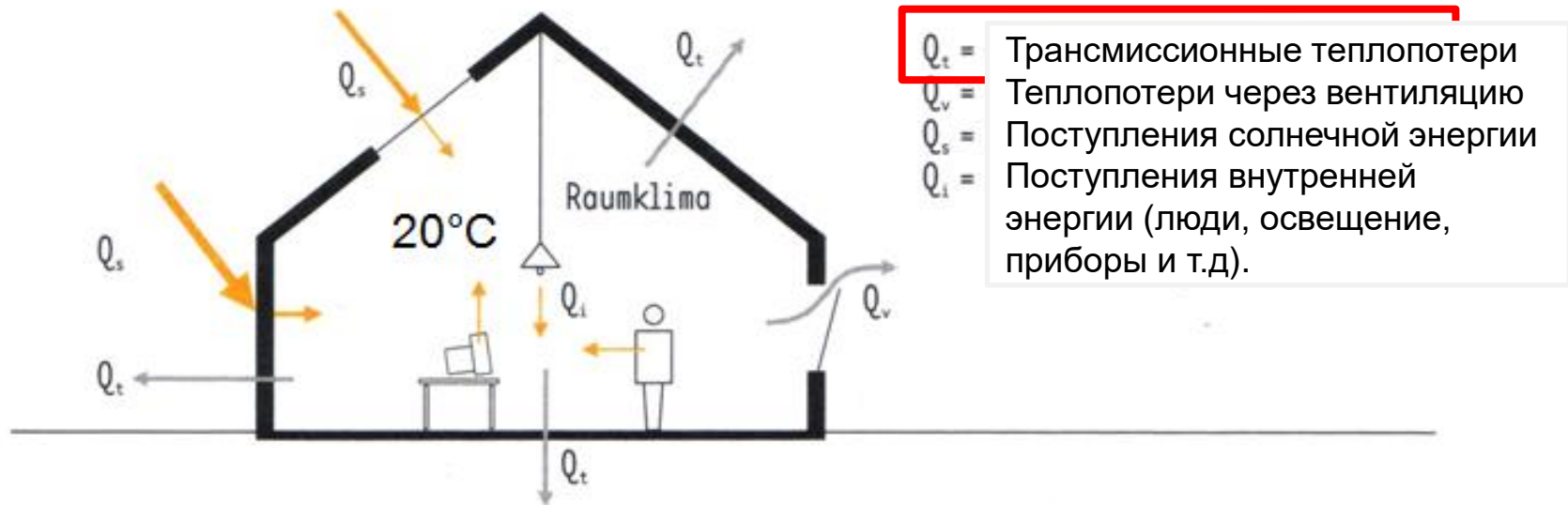
→ Опасность образования конденсата →

Опасность плесени →

Опасность для строительного материала

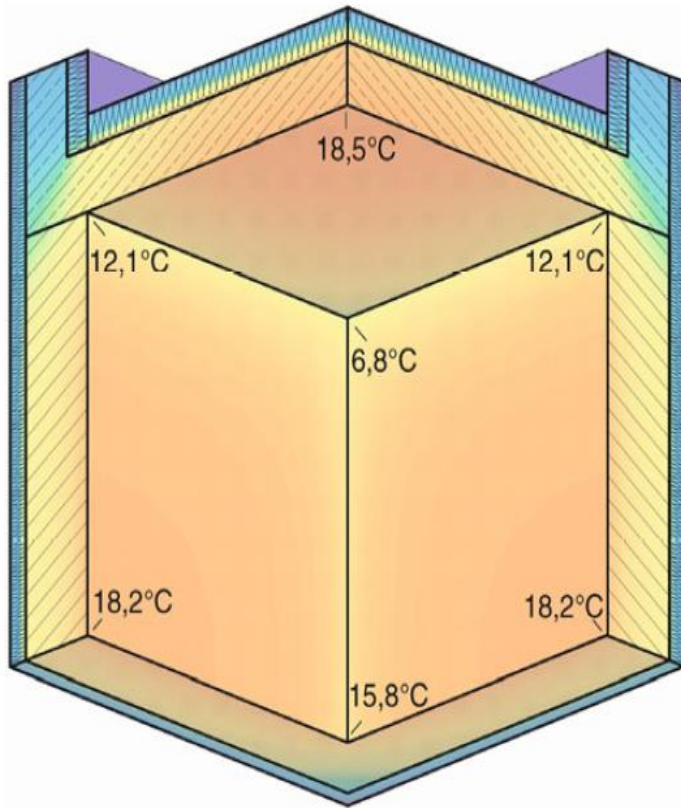
Последствия мостиков холода на энергетический баланс здания

Тепловой баланс (упрощенный)














































Источник: O. Klein, Basics
Raumkonditionierung

Пониженная температура на внутренних поверхностях



Baualtersklassen

Gebäudetypen*	Baualtersklassen											Summe	An- teil
	Vor 1918	Vor 1918	Vor 1918	1919– 1948	1949– 1957	1958– 1968	1969– 1978	1979– 1983	1984– 1994	1995– 2001	2002– 2006		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J			
EFH	EFH_A 	EFH_B 	EFH_C 	EFH_D 	EFH_E 	EFH_F 	EFH_G 	EFH_H 	EFH_I 	EFH_J 			
Wohnfläche in Tsd. m²	81.503	148.776	168.937	174.251	235.409	223.135	112.631	236.441	255.280	103.208		1.739.571	52 %
Anz. Wohneinh. in Tsd.	916	1.707	2.010	1.915	2.274	1.867	936	2.055	1.994	671		16.345	42 %
RH		RH_B 	RH_C 	RH_D 	RH_E 	RH_F 	RH_G 	RH_H 	RH_I 	RH_J 			
Wohnfläche in Tsd. m²		14.543	31.450	21.993	35.996	61.478	24.503	32.951	33.366	11.675		267.955	8 %
Anz. Wohneinh. in Tsd.		145	326	231	348	517	202	281	285	83		2.418	6 %
MFH	MFH_A 	MFH_B 	MFH_C 	MFH_D 	MFH_E 	MFH_F 	MFH_G 	MFH_H 	MFH_I 	MFH_J 			
Wohnfläche in Tsd. m²	31.974	109.337	135.827	117.051	149.881	122.930	61.044	118.019	154.740	24.267		1.025.070	31 %
Anz. Wohneinh. in Tsd.	462	1.501	2.024	1.813	2.310	1.677	821	1.712	2.240	296		14.865	38 %
GMH		GMH_B 	GMH_C 	GMH_D 	GMH_E 	GMH_F 							
Wohnfläche in Tsd. m²		31.549	10.160	38.936	47.501	46.124						174.270	5 %
Anz. Wohneinh. in Tsd.		448	169	703	784	697						2.801	7 %
HH					HH_E 	HH_F 							
Wohnfläche in Tsd. m²					12.617	12.988						25.605	1 %
Anz. Wohneinh. in Tsd.					108	108						396	1 %
MFH NBL				NBL MFH_D 	NBL MFH_E 								
Wohnfläche in Tsd. m²				14.324	24.418							38.742	1 %
Anz. Wohneinh. in Tsd.				329	405							737	2 %
GMH NBL						NBL GMH_F 	NBL GMH_G 	NBL GMH_H 					
Wohnfläche in Tsd. m²						22.976	19.899	17.977				60.852	2 %
Anz. Wohneinh. in Tsd.						390	336	305				1.031	3 %
HH NBL						NBL HH_F 	NBL HH_G 						
Wohnfläche in Tsd. m²						16.823	4.230					21.053	1 %
Anz. Wohneinh. in Tsd.						310	67					377	1 %
Wohnfläche in Tsd. m²	113.477	304.205	346.374	366.555	505.822	506.454	222.307	405.388	443.386	139.150		3.353.118	
Anteil	3 %	9 %	10 %	11 %	15 %	15 %	7 %	12 %	13 %	4 %			
Anz. Wohneinh. in Tsd.	1.378	3.801	4.539	5.090	6.222	5.656	2.362	4.353	4.519	1.050		38.970	
Anteil	4 %	10 %	12 %	13 %	16 %	15 %	6 %	11 %	12 %	3 %			

*EFH = Einfamilienhaus, RH = Reihenhäuser, MFH = Mehrfamilienhaus, GMH = großes Mehrfamilienhaus, HH = Hochhaus, NBL = neue Bundesländer
 Quelle: Querschnittsbericht „Energieeffizienz im Wohnungsbau“ vom 22. November 2007 ISBN 9-783932-074998
 Quelle: Bilden. Institut Wohnen und Umwelt GmbH



**EBZ Business
School**
University of Applied Sciences

Немецкая
типология зданий -
частота появления
типов зданий
разного возраста

Потенциал (работы по модернизации: стены, окна, отопление)

Возрастной класс строительства 1919 - 1948



63% энергосбережения

потребление

до: 239 kWh/(m²a)

после: 89 kWh/(m²a)



70% энергосбережения

потребление

до: 290 kWh/(m²a)

после: 86 kWh/(m²a)

Потенциал (работы по модернизации: стены, окна, отопление)

Возрастной класс строительства 1970 - 1977



56% энергосбережения

потребление

до: 146 kWh/(m²a)

после: 64 kWh/(m²a)



45% энергосбережения

потребление

до: 165 kWh/(m²a)

после: 91 kWh/(m²a)

Потенциал (работы по модернизации: стены, окна, отопление)

Многоэтажный дом / плоская крыша



57% энергосбережения

потребление

до: 143 kWh/(m²a)

после: 62 kWh/(m²a)



52% энергосбережения

потребление

до: 110 kWh/(m²a)

после: 53 kWh/(m²a)

Стоимость утепления фасада сильно зависит от материала здания. Геометрия здания и детали соединения (окна, ставни, балконы) играют решающую роль.

Средние затраты наружной теплоизоляционной системы: **80 – 120 €/m² жилой площади.**

Потенциал экономии зависит от материала здания (чем хуже материал, тем выше потенциал экономии) и выбранных решений.

Энергосбережение между **20 и 40 %.**

Вопрос: При каких условиях наружные теплоизоляционные системы экономичны?

Рассмотрены следующие сценарии: наружная теплоизоляционная система.

Размер дома:	150 m ²
Потребность в отоплении фактическое состояние:	300 / 250 / 200 / 150 kWh/m ² a
Энергосбережение:	30% (für 300 und 250 kWh/m ² a) 25 % (für 200 und 150 kWh/m ² a)
Затраты каждый m ² жил. пл:	100 €/m ²
Стоимость энергии:	0,085 €/kWh (5 % увеличения цены в год)

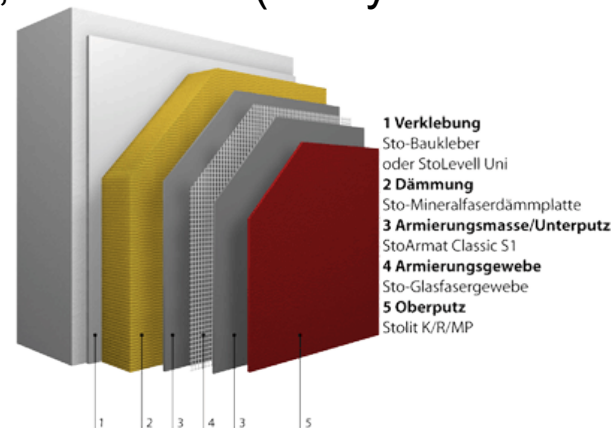
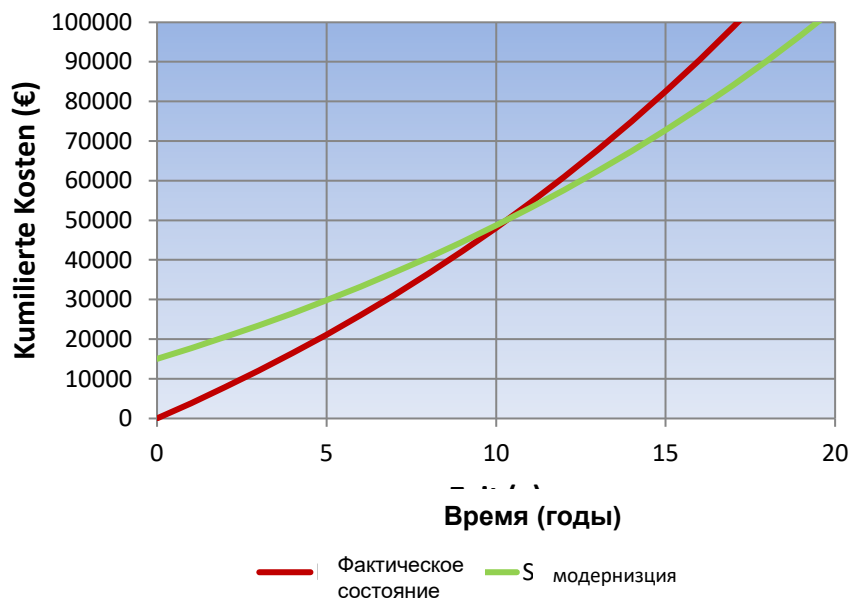


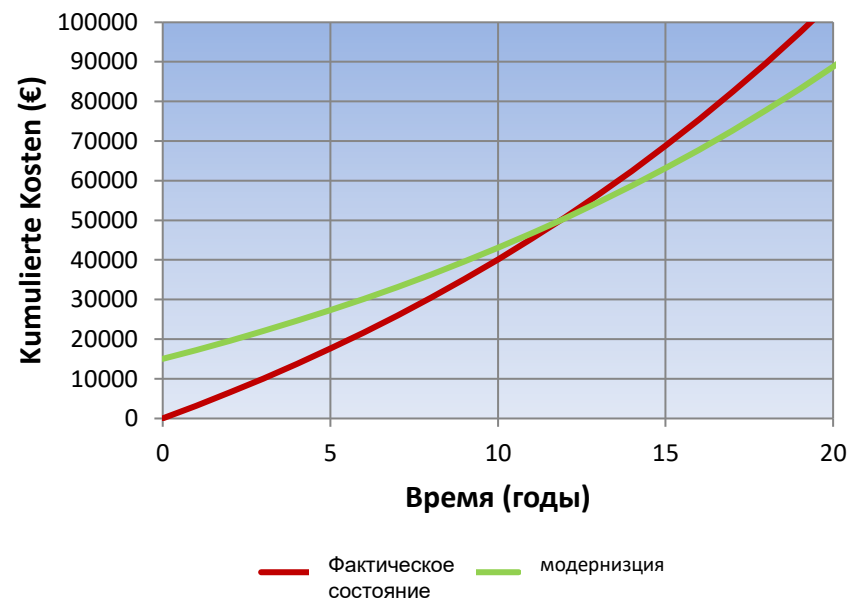
Фото: STO AG

Сравнение различных исходных ситуаций

300 kWh/m²a

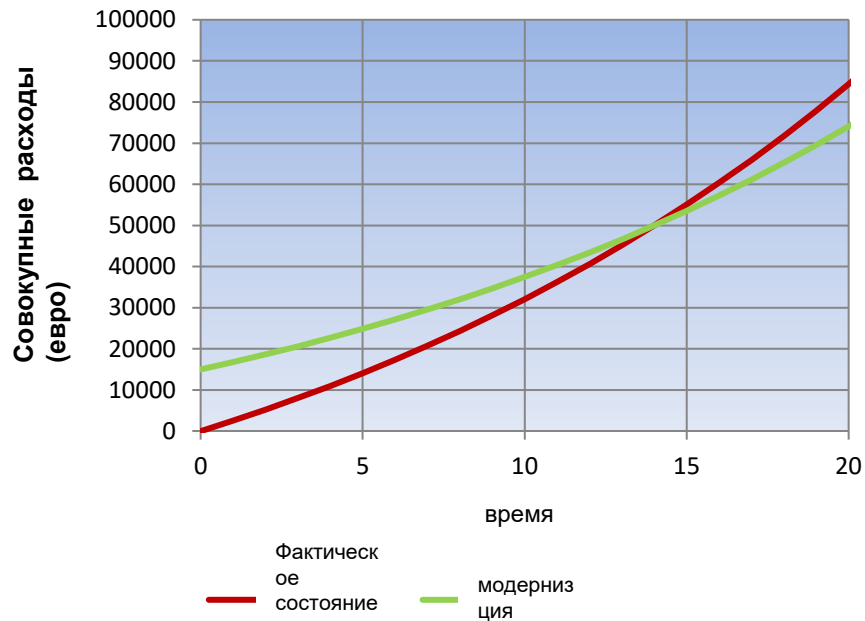


250 kWh/m²a

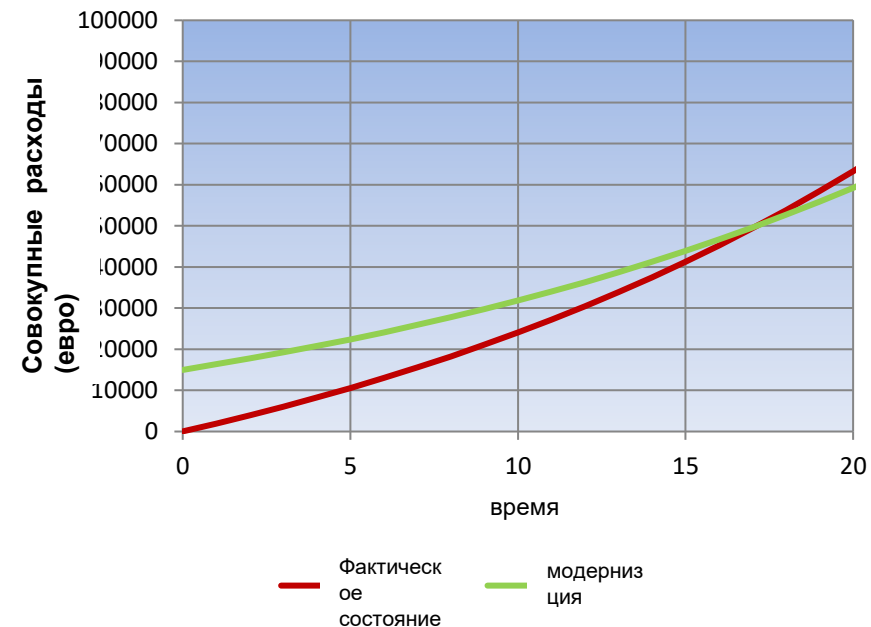


Сравнение различных исходных ситуаций

200 kWh/m²a



150 kWh/m²a



Низко-инвестиционные мероприятия

Герметизация окон и дверей

С резиновыми уплотнителями из строительного магазина каждый домовладелец и квартиросъемщик может быстро сам сэкономить электроэнергию. Также они значительно уменьшают воздухообмен через стыки с существующими окнами или входными дверями дома. Герметизация строительных швов, включая соединения стен и крыши или проходы для труб, имеет два положительных побочных эффекта:

- Вы избегаете потерь энергии и сокращаете свои затраты на электроэнергию.
- Исключаются шумы с улицы.



Источник: dena-
expertenservice.de; selbst.de

Сколько может стоить энергетическая модернизация, чтобы экономия на энергозатратах соответствовала этому мероприятию?

Подход:

- Наблюдается энергосбережение **10 kWh/m²a**
- Это соответствует энергозатратам около **0,80 €/m²a** (ископаемое топливо нефть/газ)
- рост цен на энергозатраты составляет **5 %** в год
- Процент на капитал **3%**

Случай 1: Период наблюдения **10 лет**

Случай 2: Период наблюдения **20 лет**

Эмпирическое правило рентабельности энергетической модернизации

Экономия энергии **10 kWh/m²a**:

Случай 1: Период наблюдения 10 лет

Суммарное сбережение : $E_n = r \times \frac{q^n - 1}{q - 1} = 0,80 \times \frac{1,05^{10} - 1}{0,05} = 10,06 \frac{\text{€}}{\text{m}^2}$

Фактическая стоимость

$$K_0 = \frac{K_n}{q^n} = \frac{10,06}{1,03^{10}} = 7,49 \frac{\text{€}}{\text{m}^2}$$

Fall 2: Период наблюдения 20 лет

Суммарное сбережение : $E_n = r \times \frac{q^n - 1}{q - 1} = 0,80 \times \frac{1,05^{20} - 1}{0,05} = 26,45 \frac{\text{€}}{\text{m}^2}$

Фактическая стоимость

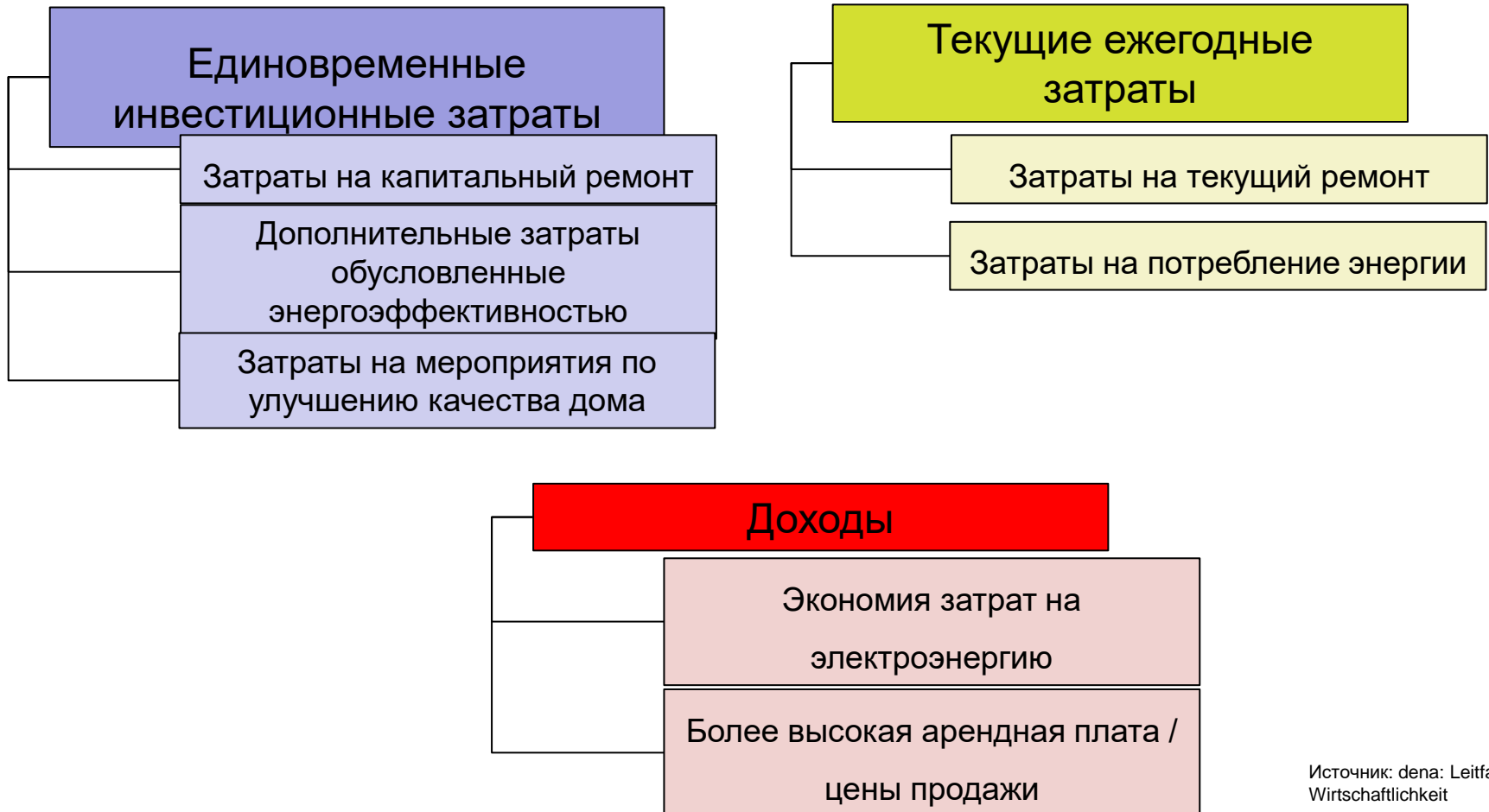
$$K_0 = \frac{K_n}{q^n} = \frac{26,45}{1,03^{20}} = 14,64 \frac{\text{€}}{\text{m}^2}$$

Исходная ситуация

Чтобы рассчитать рентабельность энергосберегающих мероприятий, сначала необходимо определить основы и определить граничные условия. Эти параметры по-разному влияют на результаты анализа рентабельности.



Затраты и доходы от модернизации зданий



Источник: dena: Leitfaden
Wirtschaftlichkeit

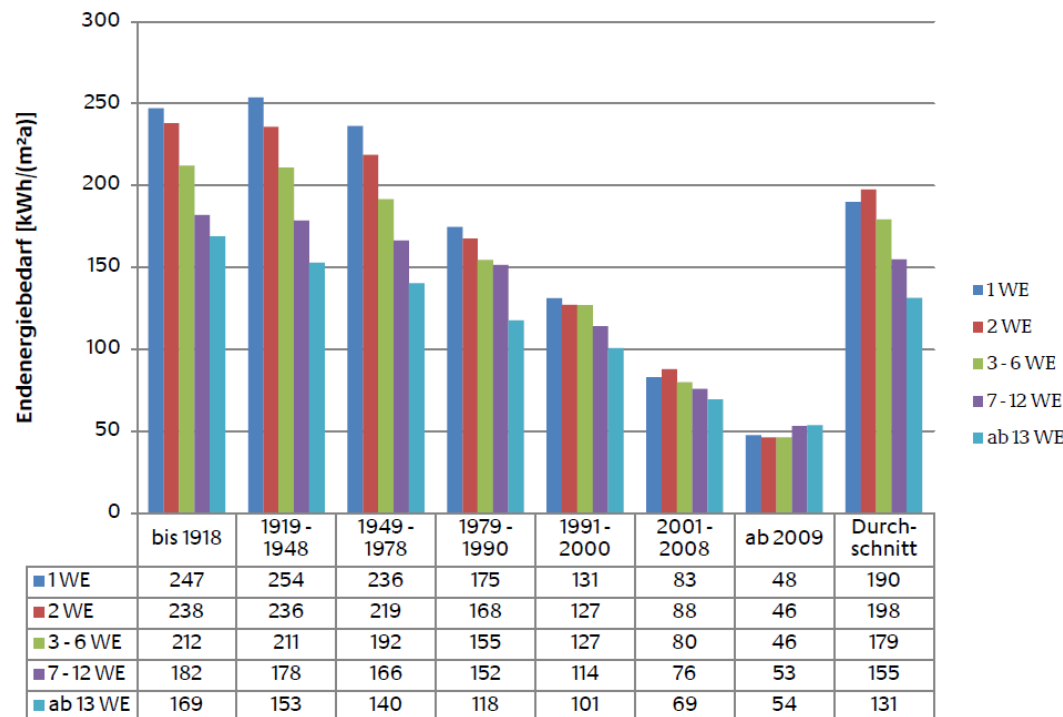
Неудобная правда

Нет общего утверждения о рентабельности энергетической модернизации!!!

Каждое решение о модернизации принимается в индивидуальном порядке. Различия в сфере недвижимости в отношении затрат на отдельные мероприятия и потенциала энергосбережения в результате этого мероприятия сильно зависят от геометрии здания и энергетического состояния до модернизации.

Кроме того, существуют критерии (увеличение стоимости, возможность увеличения арендной платы и т. д.), обусловленные местоположением недвижимости.

Средние параметры энергопотребления квартир в зависимости от года постройки и размера здания



Основные правила:

- Чем выше энергетическая потребность здания, тем благоприятнее экономические рамочные условия для энергетической санации.
- Чем выше энергетическая потребность здания, тем выше потенциал энергосбережения мероприятий по санации.

WE: жилая единица

Источник: dena: Gebäudereport 2016

Стоимость типовых работ по модернизации в Германии

Параметры стоимости (по компоненту)

Утепление фасада:	80 – 120 €/m ² площадь фасада
Замена окон:	400 – 500 €/m ² площадь окна
Утепление потолка верхнего этажа:	50 – 80 €/m ² площадь межэтажного перекрытия
Утепление потолка подвала:	40 – 60 €/m ² площадь перекрытия подвала
Установка балконов:	4.000 – 7.000 € за балкон

Стоимость типовых работ по модернизации в Германии

В сфере недвижимости необходимо пересчитать стоимостные параметры в арендуемую площадь, чтобы оценить рентабельность. Доход генерируется с квадратного метра жилой площади и является эталонной величиной для всех расчетов с недвижимостью.

Параметры затрат (из расчета квадратных метров полезной площади)

Утепление фасада:	70 – 100 €/m ²	жил. пл.
Замена окон:	90 – 130 €/m ²	жил. пл.
Утепление потолка верхнего этажа:	15 – 40 €/m ²	жил. пл.
Утепление потолка подвала:	10 – 30 €/m ²	жил. пл.
Установка балконов:	50 – 90 €/m ²	жил. пл.

Определение собственных эталонных значений / ориентиров

Чем больше экономия энергии на каждый вложенный евро, тем короче срок окупаемости. Чем короче срок окупаемости, тем ниже предпринимательский риск в отношении рассматриваемой инвестиции.

Мероприятия	Затраты €/m ² Nutzfläche	Энергосбережение		Инвестицион- ные затраты €/kWh
		%	kWh/m ² a	
Утепление фасада	70 - 100	15 - 30	30 – 80	0,90 – 3,00
Замена окон	90 – 130	12 - 25	20 – 60	1,50 – 5,50
Утепление перекрытий верхнего этажа	15 – 40	10 - 15	18 – 38	0,40 – 1,80
Утепление перекрытий подвала	10 – 30	8 - 12	15 – 30	0,35 – 1,60

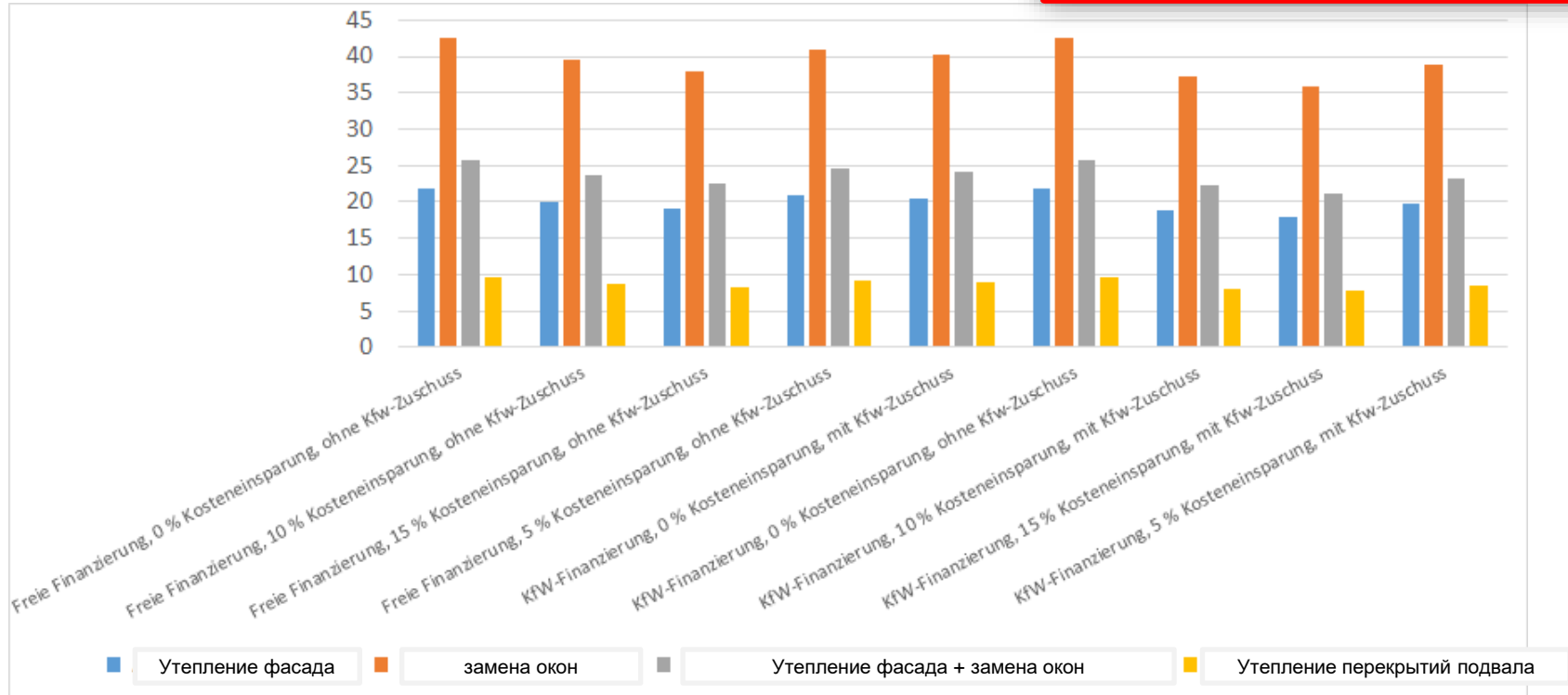
kWh/m²a: киловатт-час на квадратный метр и год

Пример микрорайона „Flüssesiedlung“ Бохум

Результаты анализа

Динамический срок окупаемости (лет)

Пример здания



Источник: Eigene
Abbildung



Дискуссия с участниками