



Nachhaltige Lösungen für ökologisches
und CO₂-reduziertes Bauen

Ökologische Estriche in Neubau und Sanierung

- Was bedeutet Nachhaltigkeit?
- Welche Rolle spielen Ökobilanzen?
- Wie läuft eine Gebäudezertifizierung nach QNG?
- Wie können wir nachhaltig(er) bauen?
- Wie können wir Gebäude nachhaltig(er) nutzen?
- Welchen Einfluss haben dabei Bodenkonstruktionen?
- Welche Lösungen gibt es in der Zukunft?

Was bedeutet der Begriff Nachhaltigkeit?

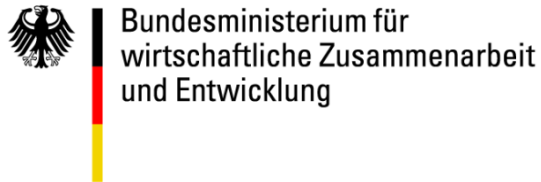


Nachhaltigkeit ist ein Handlungsprinzip bei der Nutzung von Ressourcen. Hierbei soll eine dauerhafte Bedürfnisbefriedigung gewährleistet werden, indem die natürliche Regenerationsfähigkeit der beteiligten Systeme bewahrt wird, vor allem von Lebewesen und Ökosystemen. Das Handlungsprinzip der Nachhaltigkeit ist ein Zielkonflikt, ein veränderlicher bestmöglicher Zustand, in dem es nicht möglich ist, die Ziel-Eigenschaft Ressourcennutzung zu verbessern, ohne zugleich die andere Eigenschaft des Ressourcen-Erhalts verschlechtern zu müssen.

Im entsprechenden englischen Wort *sustainable* ist dieses Prinzip wörtlich erkennbar: *to sustain* im Sinne von „aushalten“ bzw. „ertragen“. Mit anderen Worten: Die beteiligten Systeme können ein bestimmtes Maß an Ressourcennutzung „dauerhaft aushalten“, ohne Schaden zu nehmen. Das Prinzip wurde zuerst in der Forstwirtschaft angewendet: Im Wald ist nur so viel Holz zu schlagen wie permanent nachwächst. Als in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts erkannt wurde, dass alle Rohstoffe und Energievorräte auf der Welt auszugehen drohen, ging sein Gebrauch auf den Umgang mit allen Ressourcen über.

In seiner ersten und älteren Bedeutung weist „nachhaltig“ als Adjektiv oder bei adverbialem Gebrauch darauf hin, dass eine Handlung längere Zeit anhaltend wirkt. Beispiel: Die (ungeregelte) Ressourcennutzung führt über längere Zeit zum Verlust der Ressourcen. Da das oben genannte Handlungsprinzip das Gegenteil, nämlich die Ressourcenerhaltung trotz Nutzung zum Ziel hat, ist darauf zu achten, dass die erste und die hinzugekommene Bedeutung zueinander nicht widerspruchsfrei sind.

Was bedeutet der Begriff Nachhaltigkeit?



Nachhaltigkeit (nachhaltige Entwicklung)

Nachhaltigkeit oder nachhaltige Entwicklung bedeutet, die Bedürfnisse der Gegenwart so zu befriedigen, dass die Möglichkeiten zukünftiger Generationen nicht eingeschränkt werden. Dabei ist es wichtig, die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – **wirtschaftlich effizient, sozial gerecht, ökologisch tragfähig** – gleichberechtigt zu betrachten. Um die globalen Ressourcen langfristig zu erhalten, sollte Nachhaltigkeit die Grundlage aller politischen Entscheidungen sein.

Seit der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung, die 1992 in Rio de Janeiro stattfand, ist die nachhaltige Entwicklung als globales Leitprinzip international akzeptiert. Konkrete Ansätze zu ihrer Umsetzung finden sich in der in Rio verabschiedeten Agenda 21

Welche Rolle spielen Ökobilanzen?



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

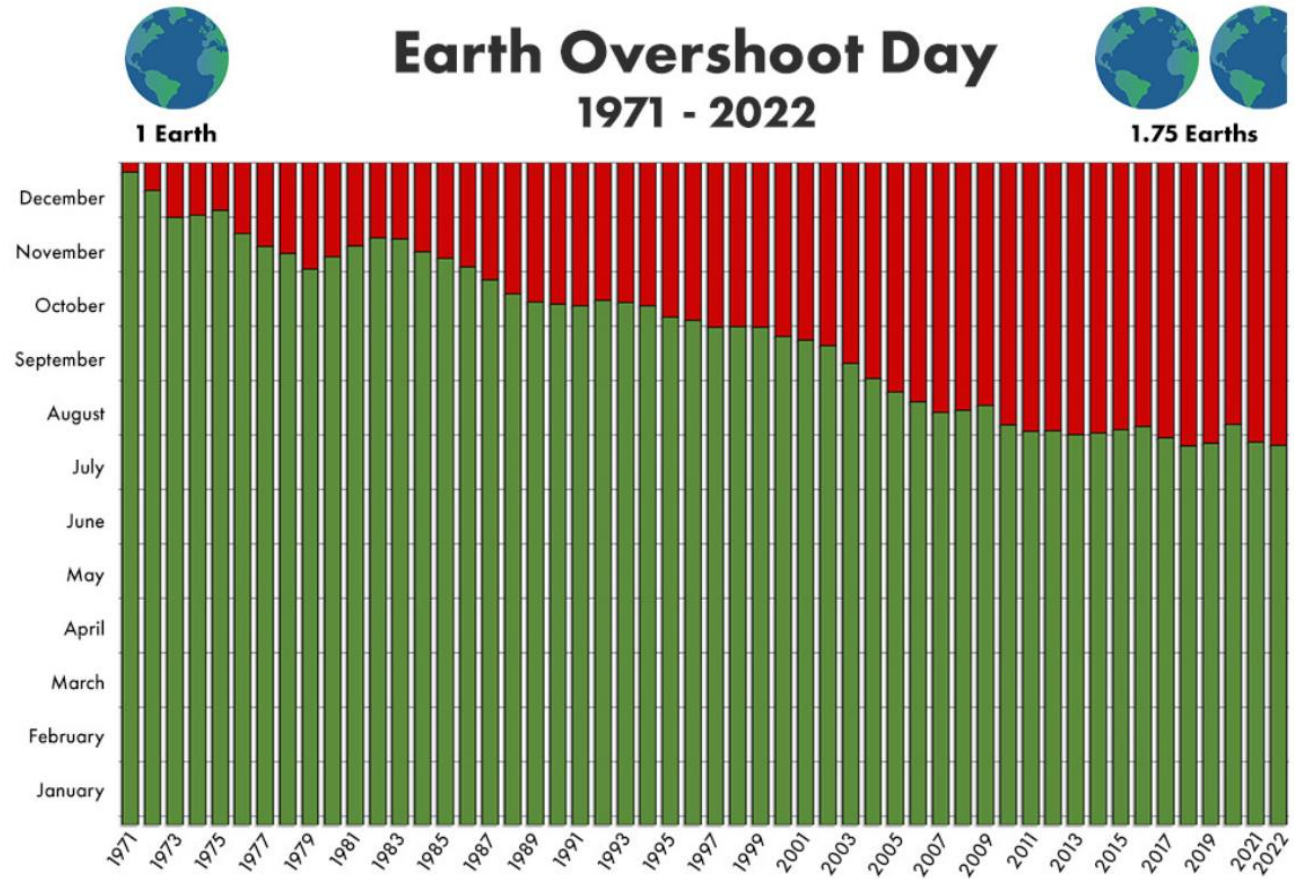
Bayerische
Architektenkammer



Aktuell ist in unserer Gesellschaft ein grundsätzliches Umdenken erkennbar, hin zu einem ökologischeren Umgang mit Ressourcen. Dieser Wandel ist geprägt von einem Weltbild, in dem sich der Mensch nicht mehr der Natur maßlos bedient, sondern im Einklang mit ihr lebt und sie für zukünftige Generationen schützt. Der eigene Konsum wird dabei oft mithilfe der normierten Methode der Ökobilanz bzw. der ökologischen Lebenszyklusanalyse (life cycle assessment = LCA) bewertet, die Ressourcenbedarf und Umweltauswirkungen von Produkten und Dienstleistungen über deren Lebenszyklus hinweg analysiert.

Nachhaltige Produkte und Dienstleistungen sind schon lange keine Randerscheinungen mehr, sondern stellen einen stetigen wachsenden Markt dar. Das Thema der Klimaneutralität steht im Kontext der Nachhaltigkeit oftmals an erster Stelle. Die Klimaneutralität eines Produkts oder einer Dienstleistung wird anhand deren Treibhausgasemissionen bewertet, das anhand des globalen Erwärmungspotential (GWP) gemessen wird (siehe Kapitel 2.1). Dabei haben nicht nur einzelne Produkte und Prozesse, sondern auch ganze Industriesparten, Städte und sogar Länder das Ziel der Klimaneutralität definiert. Egal auf welcher Ebene die Thematik betrachtet wird, die gesetzten Systemgrenzen und die verwendeten Datensätze spielen für die Berechnung der Klimaneutralität eine bedeutende Rolle.

Erdüberlastungstag



Source: National Footprint and Biocapacity Accounts 2022 Edition
data.footprintnetwork.org

Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie

- Schwerpunkt ist nachhaltiges Bauen
- ✓ Energieeffizienz / Klimaneutralität
- ✓ Ressourcenschonung / nachwachsende Rohstoffe
- ✓ Wohngesundheit / Komfort für Nutzer
- ✓ Kreislaufwirtschaft / urban mining
- ✓ Verfahren und Grenzwerte für Ökobilanzierung



LCA (Ökobilanzierung) - Berechnungsschema

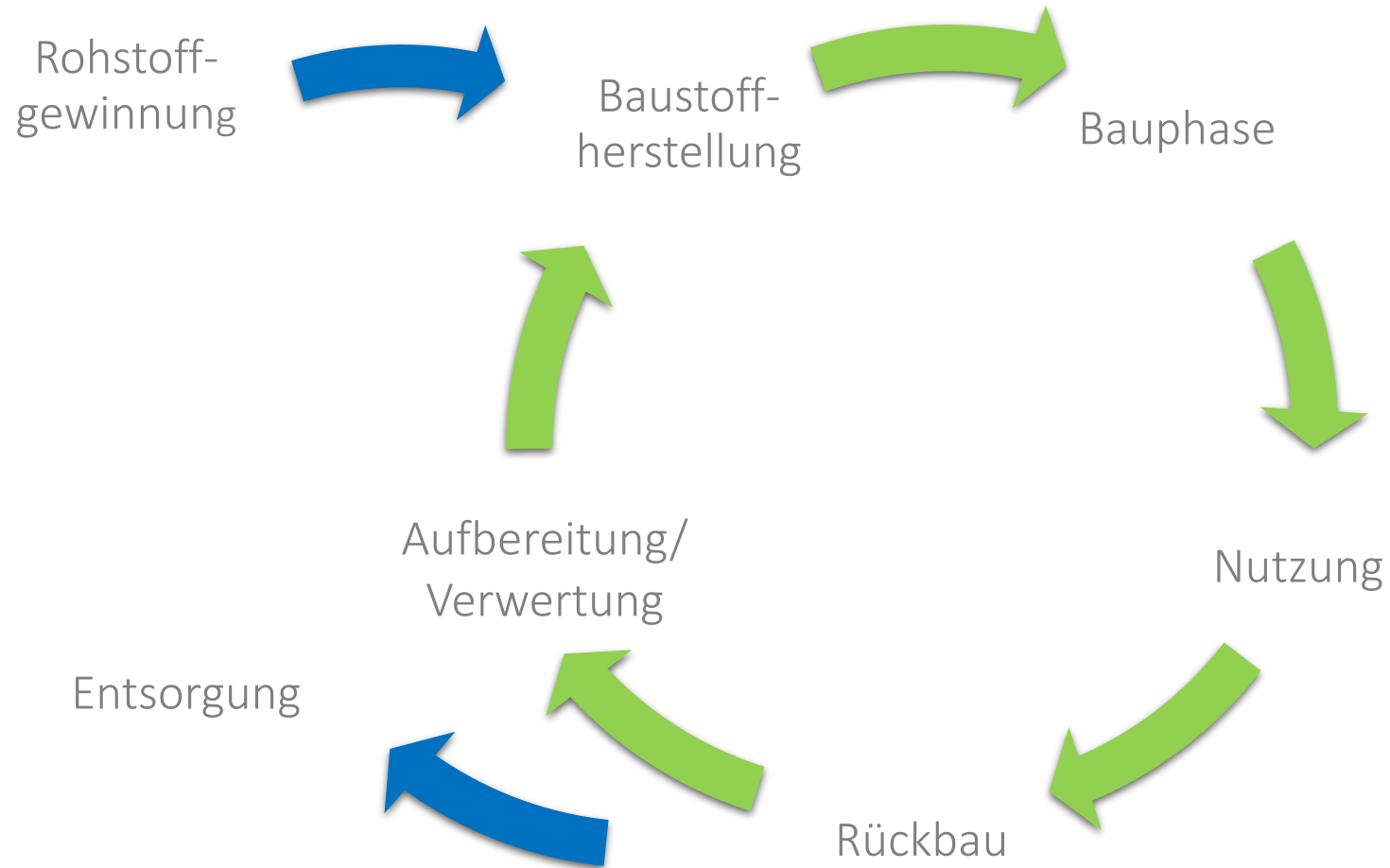
Lebenszyklusphasen eines Gebäudes nach DIN EN 15804

Modul A		Modul B	Modul C	Modul D
Herstellungsphase	Errichtungsphase	Nutzungsphase	Entsorgungsphase	Vorteile & Belastungen außerhalb der Systemgrenzen
A1 – A3	A4 – A5	B1 – B7	C1 – C4	D
A1 Rohstoffbereitstellung A2 Transport A3 Baustoffherstellung	A4 Transport A5 Bau / Einbau	B1 Nutzung B2 Instandhaltung B3 Reparatur B4 Ersatz B5 Umbau / Erneuerung	C1 Abbruch C2 Transport C3 Abfallbewirtschaftung C4 Deponierung	D Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs-, Recyclingpotenzial
		B6 Betrieblicher Energieeinsatz B7 Betrieblicher Wassereinsatz		

Betrachtung Treibhauspotenzial verschiedener Baustoffe

Material	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	Dichte [kg/m ³]	Primärenergiegehalt		GWP 100 Treibhauspotenzial		Quelle
			[MJ/kg]	[MJ/m ³]	kg CO ₂ -Äquivalent	m ³ CO ₂ -Äquivalent	
Gipskarton	0,210	850	4,340	3689	0,203	172,55	baubook.at
Glaswolle	0,039	25	49,800	1245	2,260	56,50	baubook.at
OSB	0,130	610	9,310	5679	-1,168	-712,48	baubook.at
Holzfaser	0,048	160	19,500	3120	-0,577	-92,32	baubook.at
Steinwolle	0,035	150	4,330	650	1,130	169,50	gesundes-haus.ch
Kalkputz	0,900	1400	1,990	2786	0,205	287,00	baubook.at
Kalkzementputz	0,800	1350	1,510	2039	0,198	267,30	baubook.at
EPS WLK 032	0,032	30	88,733	2662	2,897	86,91	baubook.at
Kalksandstein	0,990	1800	0,981	1766	0,119	214,20	baubook.at
Strohplatte	0,051	120	0,846	102	-1,250	-150,00	baubook.at

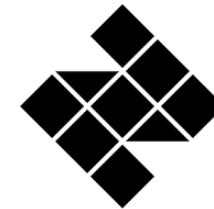
Lebenszyklus eines Gebäudes



QNG – Qualitätssiegel nachhaltiges Gebäude



- ist relevant für den Neubau oder die Modernisierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden
- Ziel ist Etablierung der Ziele und Prinzipien des nachhaltigen Planens, Bauens und Betreibens von Immobilien
- Zertifizierung mit einem registrierten Bewertungssystem



- Grundlage für die Vergabe von Fördermitteln



QNG – Kriterien

soziokulturelle und funktionale Qualität

- Anforderungen der Nutzenden wie Komfort, Sicherheit, Innenraumluft-hygiene, Barrierefreiheit

Ökonomische Qualität

- Kosten im Betrieb, Wertstabilität oder Anpassungs-möglichkeit

ökologische Qualität

- Umweltwirkung wie Treibhaus-potenzial, Ressourcen-verbrauch oder Schadstoffe

technische Qualität

- Qualität der Gebäudehülle, Rückbau- und Recycling-freundlichkeit der Baukonstruktion

Prozessqualität

- Anforderungen an Planung, Bau und Vorbereitungen

Standortmerkmale

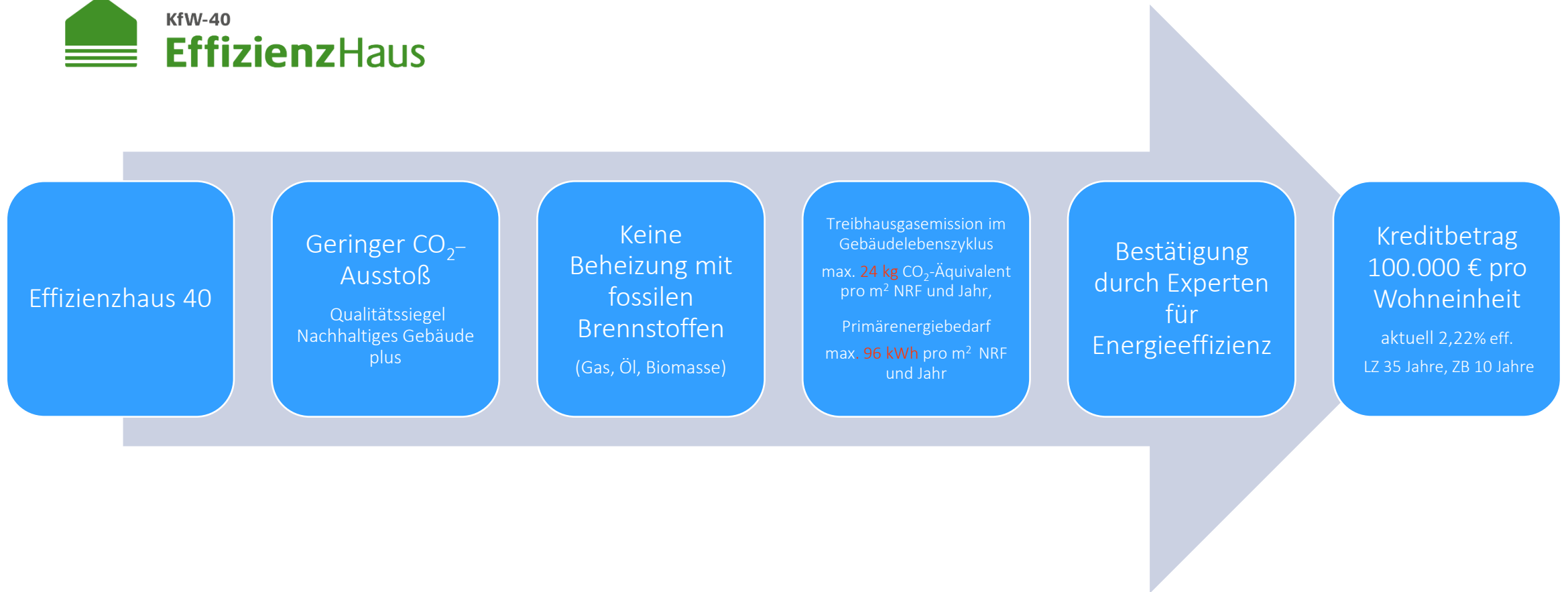
Analyse der Risiken für die langfristige Nutzung von Immobilien und Gefährdungen

Risiken sind zum Beispiel Wintersturm, Hochwasser, Hitze, Hagel, Radon

Risiken können mittels GIS-ImmoRisk bewertet werden



Förderung Klimafreundlicher Neubau



Klimafreundlicher Neubau mit QNG-Siegel



KfW-40

EffizienzHaus

+



Effizienzhaus 40

Nachhaltigkeits-
zertifikat

Qualitätssiegel Nachhaltiges
Gebäude plus (QNG-Plus)
oder Qualitätssiegel
Nachhaltiges Gebäude
(QNG-Premium)

Keine Beheizung
mit fossilen
Brennstoffen

(Gas, Öl, Biomasse)

Treibhausgasemission im
Gebäudelebenszyklus
max. **20 kg** CO₂-Äquivalent
pro m² NRF und Jahr,

Primärenergiebedarf
max. **64 kWh** pro m² NRF und
Jahr

Bestätigung durch
Experten für
Energieeffizienz

+

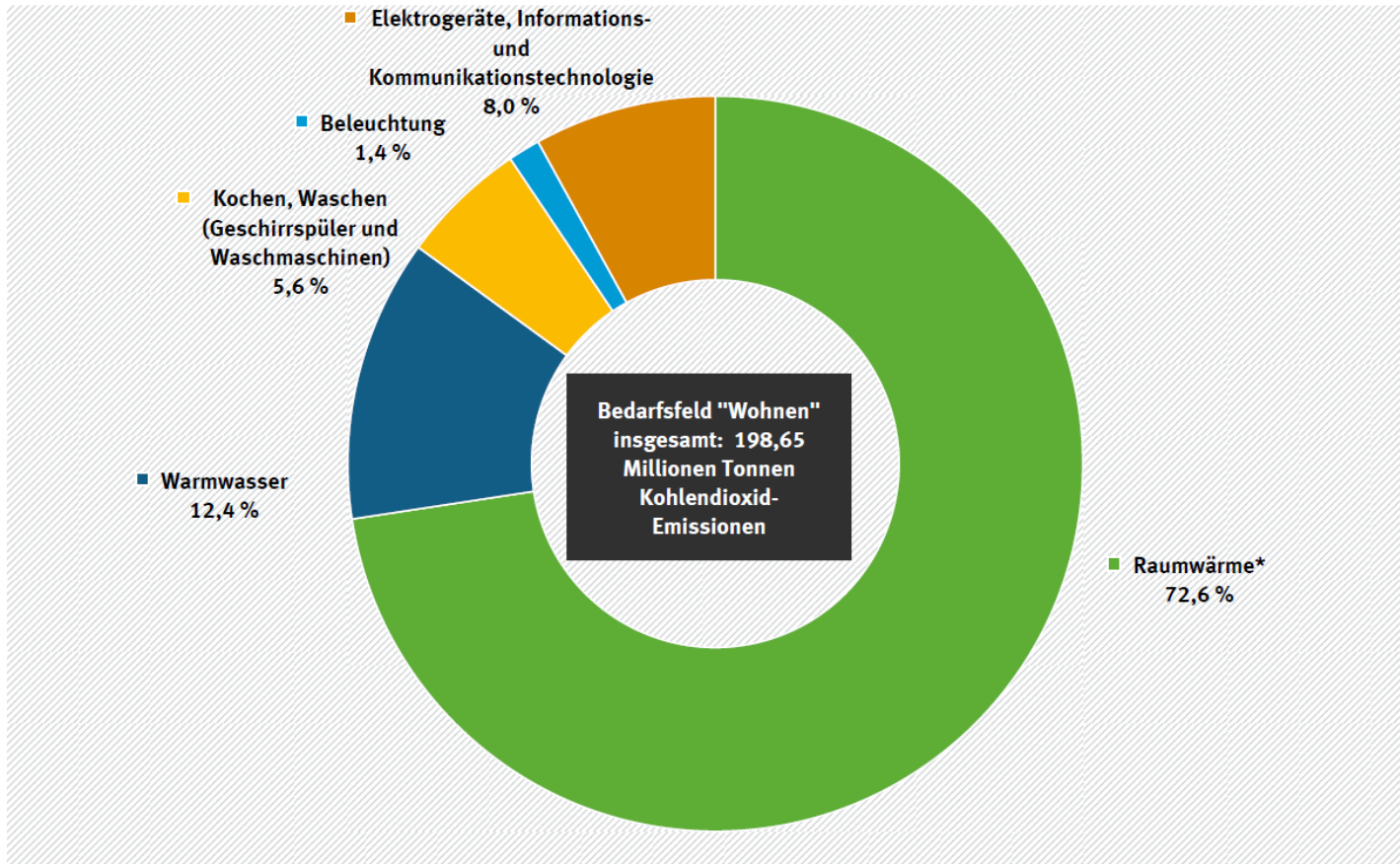
durch Berater für
Nachhaltigkeit

Kreditbetrag
150.000 € pro
Wohneinheit

aktuell 2,22% eff.
LZ 35 Jahre, ZB 10 Jahre

CO₂-Emissionen Wohnen

Kohlendioxid-Emissionen¹ nach Anwendungsbereichen im Bedarfsfeld "Wohnen" 2020



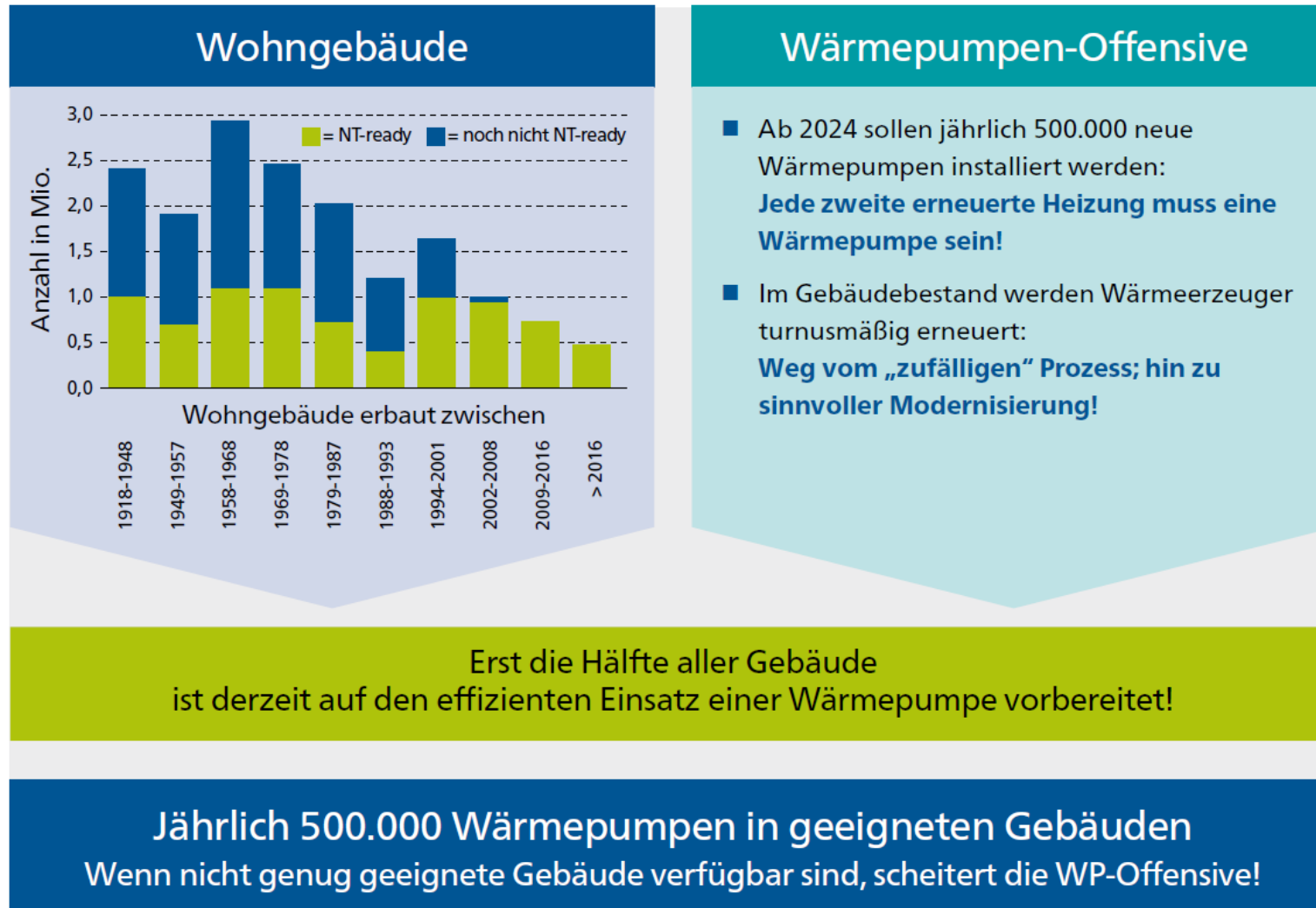
¹ einschließlich Emissionen aus der Verbrennung von Biomasse (Brennholz) und Biotreibstoffen
* temperaturbereinigt

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis) 2022, Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Private Haushalte und Umwelt, Berichtszeitraum 2000 - 2020

Dreiklang für klimafreundliche Gebäude

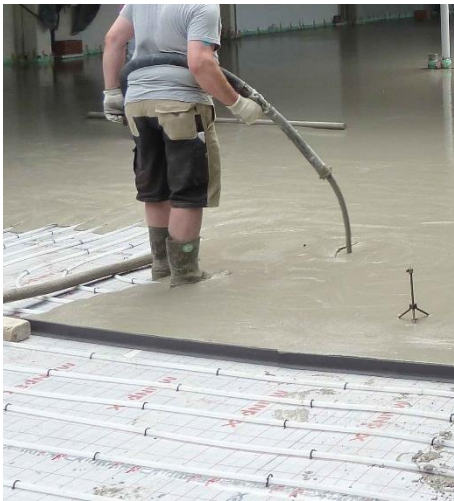


Wärmepumpenoffensive

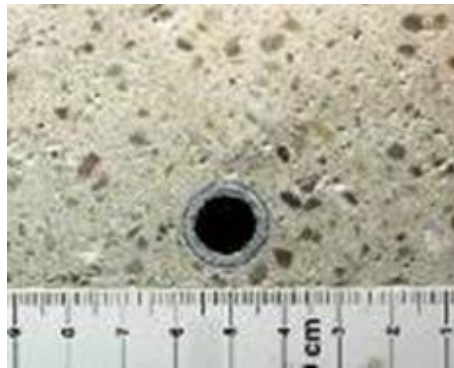


Ideal bei Wärmepumpe = Flächenheizung

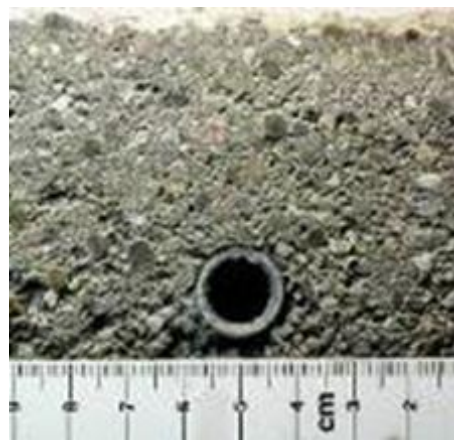
- im Wohnungsbau in der Regel schwimmende, beheizte und normkonforme Lösungen nach DIN 18560-2



Untersuchung zur Regelflexibilität



CAF



CT konventionell

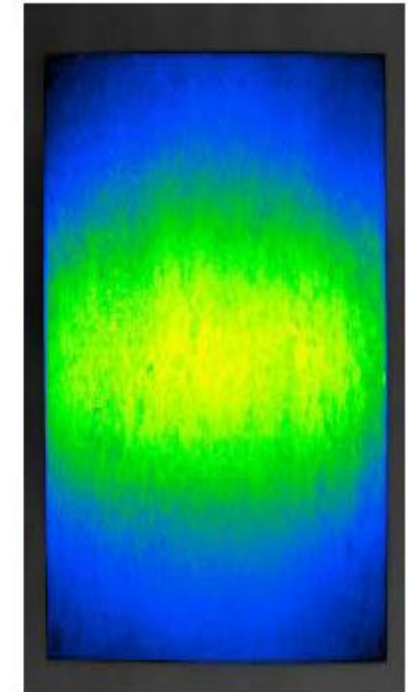
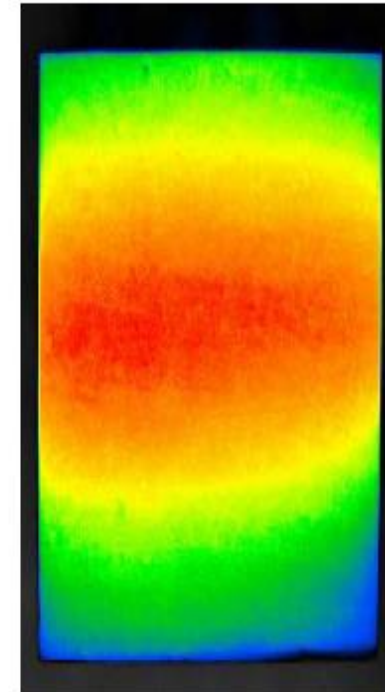
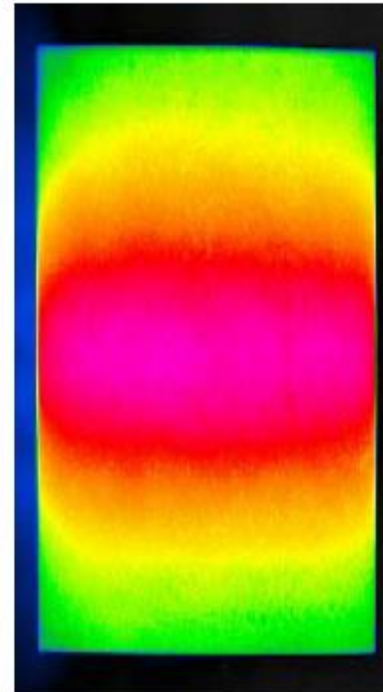


F34

F41

K42

3,5 Stunden nach Aufheizbeginn



Estriche im Wohnungsbau

DIN 18560-2, Tabelle 1 - Wohnungsbau Standard

Estrichart	Biegezugfestigkeitsklasse nach DIN EN 13813	Estrichnenndicken ^a in mm				Bestätigungsprüfung Biegezugfestigkeit σ_{BZ} N/mm ²	
		EL=Einzellasten ^d FL=Flächenlasten					
		bei einer Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht C					
≤ 5 mm ^c		≤ 3 mm		kleinster Einzelwert	Mittelwert		
EL ≤ 1 kN FL ≤ 2 kN/m ²	EL ≤ 2 kN FL ≤ 3 kN/m ²	EL ≤ 3 kN FL ≤ 4 kN/m ²	EL ≤ 4 kN FL ≤ 5 kN/m ²				
Calcium-sulfat-Fließ- estrich CAF	F4	≥ 35	≥ 50	≥ 60	≥ 65	$\geq 3,5$	$\geq 4,0$
	F5	≥ 35	≥ 45	≥ 50	≥ 55	$\geq 4,5$	$\geq 5,0$
	F7	≥ 35	≥ 40	≥ 45	≥ 50	$\geq 6,5$	$\geq 7,0$
Zement- estrich CT	F4	≥ 45	≥ 65	≥ 70	≥ 75	$\geq 2,0$	$\geq 2,5$
	F5	≥ 40	≥ 55	≥ 60	≥ 65	$\geq 2,5$	$\geq 3,5$

Wie können wir nachhaltig(er) bauen?

Konventioneller Bodenaufbau Bauart A, 60 mm Zementestrich

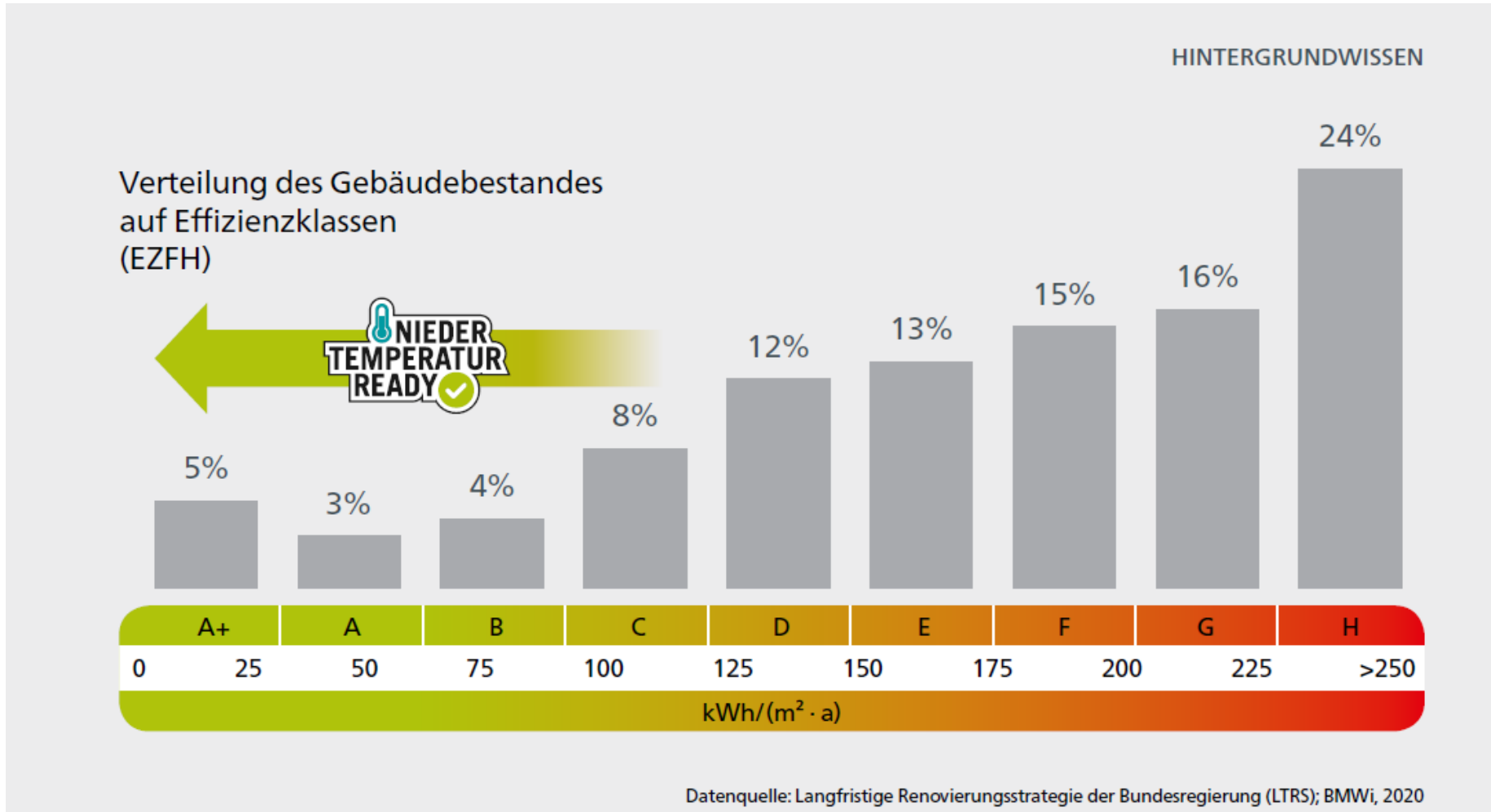
Schicht	Bezeichnung	Dicke (mm)	Bezugseinheit	CO ₂ -Potenzial (kg CO ₂ -Äquivalent)
1	Zementestrich	60	kg	28,592
2	Bauschutt-Deponierung	60	kg	0,383
3	PE-/PP-Vlies	1,26	qm	3,145
4	EPS Hartschaum	30	m ³	4,839
5	Heizungsrohr Standard	0	kg	16,614
				53,573

Wie können wir nachhaltig(er) bauen?

Bodenaufbau Bauart A, 55 mm Calciumsulfatestrich

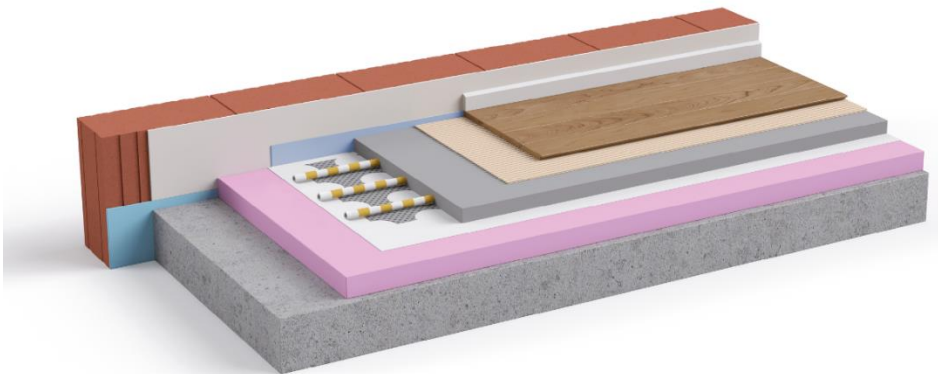
Schicht	Bezeichnung	Dicke (mm)	Bezugseinheit	CO ₂ -Potenzial (kg CO ₂ -Äquivalent)
1	Calciumsulfat-Fließestrich	55	kg	7,692
2	Bauschutt-Deponierung	55	kg	1,350
3	PE-/PP-Vlies	1,26	qm	3,145
4	EPS Hartschaum	30	m ³	4,839
5	Heizungsrohr Standard	0	kg	16,614
				33,64

Wohngebäude in Deutschland nach Effizienzklassen

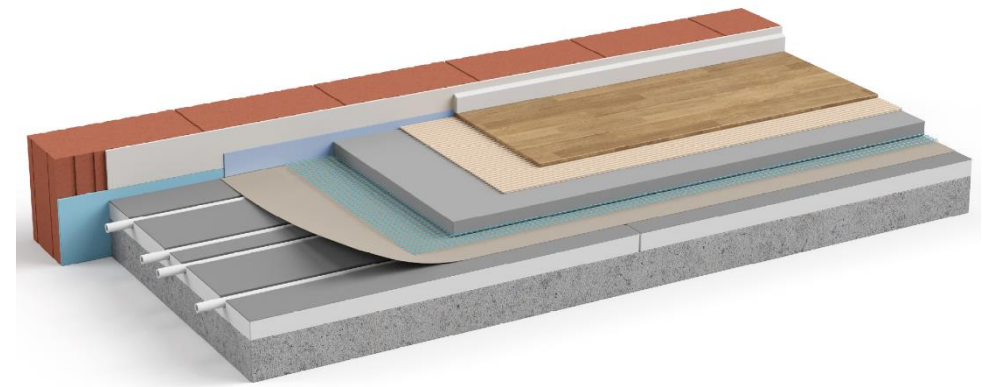


Nachrüstung Fußbodenheizung im Bestand

- Aufgrund fehlender Aufbauhöhe und/oder begrenzter Tragfähigkeit sind normkonforme Lösungen oft nicht möglich
- Lösung: Nachrüstung dünn-schichtiger Fußbodenheizungen
- geringe Aufbauhöhe



Bauart A



Bauart B

Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie

- Schwerpunkt ist nachhaltiges Bauen
- ✓ Energieeffizienz / Klimaneutralität
- ✓ Ressourcenschonung / nachwachsende Rohstoffe
- ✓ Wohngesundheit / Komfort für Nutzer
- ✓ Kreislaufwirtschaft / urban mining
- ✓ Verfahren und Grenzwerte für Ökobilanzierung



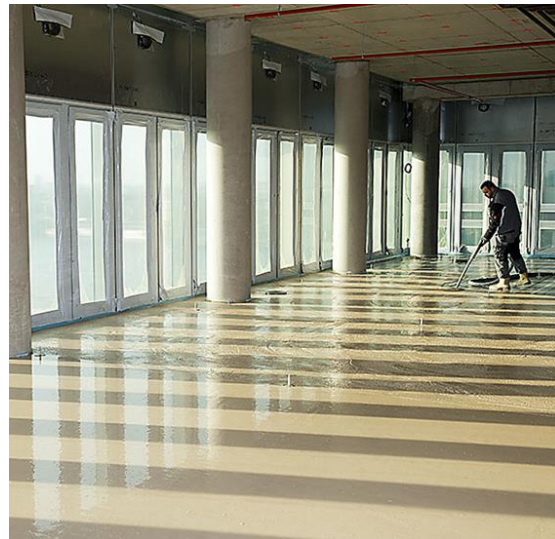
Was bedeutet das für die am Bau Beteiligten?

- intelligente Auswahl der Baustoffe im Hinblick auf
 - ✓ den Nutzen für den Bauherren
 - ✓ Wartungsintervalle
 - ✓ Dauerhaftigkeit
 - ✓ benötigte Massen
 - ✓ Bindemittel
 - ✓ Ergiebigkeit

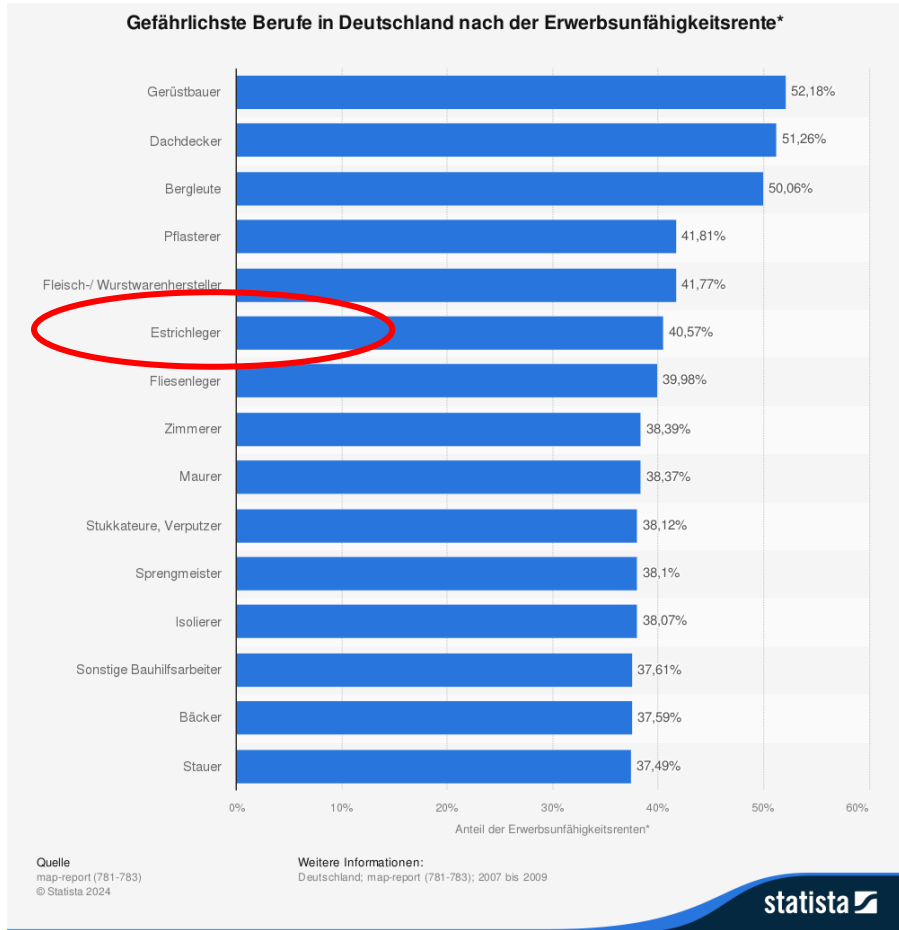


Was bedeutet das für die am Bau Beteiligten?

- respektvoller Umgang mit menschlichen Ressourcen und Rücksicht auf die Gesundheit des verarbeitenden Menschen



Gesundheitsgefährdung durch körperliche Belastung



Erfassung arbeitsbedingter Kniebelastungen an ausgewählten Arbeitsplätzen

Tätigkeitsmodul	n	Kniebelastung gesamt in min	Kniebelastung gesamt in %	Hocken in %	Fersensitz in %	Knie ohne Abstützung in %	Knie mit Abstützung in %	Kriechen in %	
4. Estrichleger									
01	Fließestrich: Dämmen	4	235 (± 35)	49,3 (± 7,3)	3,3 (± 3,8)	3,3 (± 2,9)	27,2 (± 12,4)	12,3 (± 8,4)	3,2 (± 2,6)
02	Fließestrich einbauen	5	35 (± 30)	7,3 (± 6,5)	3,3 (± 4,7)	0,4 (± 0,9)	3,2 (± 3,2)	0,4 (± 0,7)	0,0 (± 0,0)
03	Zementestrich einbauen (3-Mann)	3	250 (± 40)	52,2 (± 8,0)	0,4 (± 0,3)	2,1 (± 1,6)	14,0 (± 3,6)	35,4 (± 6,3)	0,2 (± 0,2)
04	Zementestrich glätten (3-Mann)	3	160 (± 65)	33,3 (± 13,6)	1,0 (± 0,9)	2,7 (± 1,9)	9,4 (± 6,7)	19,6 (± 11,8)	0,5 (± 0,4)
05	Zementestrich: anmischen (3-Mann)	2	0 (± 0)	0,4 (± 0,1)	0,0 (± 0,0)	0,0 (± 0,1)	0,3 (± 0,1)	0,0 (± 0,0)	0,0 (± 0,0)

Was benötigen wir außerdem?

- Augenmaß bei gesetzlichen Vorgaben und behördlichen Auflagen
- Vernünftige Standards und Regeln
- Fördermodelle, die dauerhaft und nachvollziehbar sind
- Lösungen, die
 - ✓ die wirtschaftlich sind (bezahlbarer Wohnraum)
 - ✓ die zeitsparendes Bauen ermöglichen
 - ✓ die mit einem geringeren Bedarf an Fachkräften umsetzbar sind

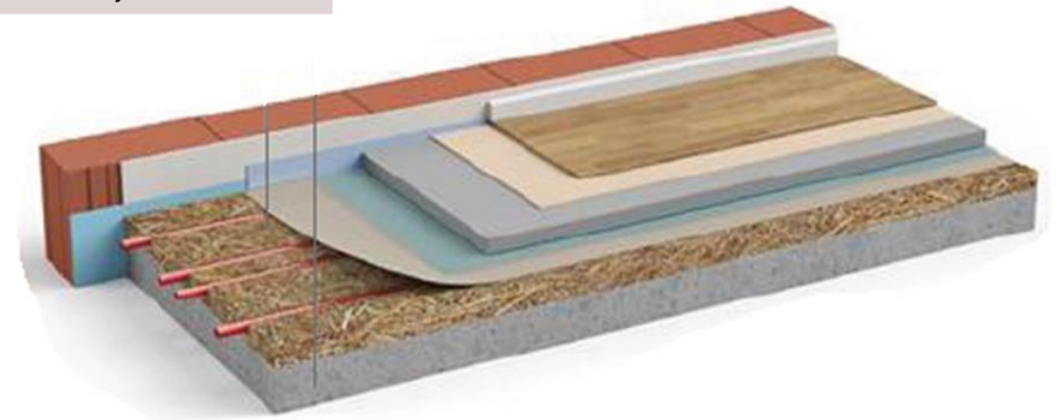
Ausblick – Stroh als Dämmstoff

- ✓ ca. 20% des in der Landwirtschaft anfallenden Strohs werden nicht benötigt
- ✓ Stroh ist besonders nachhaltig – jährlich nachwachsend, regional vorkommend
- ✓ keine Flächenkonkurrenz zum Anbau von Nahrungsmittelpflanzen
- ✓ recycling- und kompostierfähig
- ✓ 1 kg Stroh entlastet die Atmosphäre um ca. 1,5 kg CO₂



Ökologischer Bodenauf Bauart A, 55 mm Calciumsulfatestrich mit Strohpapel

Schicht	Bezeichnung	Dicke (mm)	Bezugseinheit	CO ₂ -Potenzial (kg CO ₂ -Äquivalent)
1	Calciumsulfat-Fließestrich	55	kg	7,692
2	Bauschutt-Deponierung	55	kg	1,350
3	Kraftpapier	0,1	qm	0,072
4	maxit Strohpapel EPD	30	m ³	0,282
5	Heizungsrohr Standard	0	kg	16,614
				26,011



Merkblattreihe des VDPM





Herzlichen Dank!