

UMSETZUNG DES NACHHALTIGEN BAUENS IM ÖFFENTLICHEN BEREICH

Seminar 1 | 17. April 2024

Einführung & Grundlagen Nachhaltige Bauweisen (BNB)

Nachhaltigkeit im Kontext von Fensterkonstruktionen

Teil I: Der Begriff Nachhaltigkeit im Kontext von Fensterkonstruktionen
und Grundsätze des Nachhaltigkeitsgedankens

Prof. Dipl.-Ing. – Kerstin Schweitzer, BA Sachsen, Staatliche Studienakademie Dresden

Inhalte

Teil I

Einführung

Der Begriff *Nachhaltigkeit* im Kontext von *Fensterkonstruktionen*

Grundsätze des Nachhaltigkeitsgedankens (Fensterkonstruktionen)

Teil II

Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten bei Fensterkonstruktionen

Ist-Situation

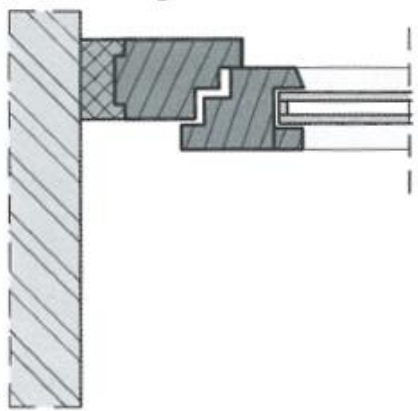
- Strategische Ansatzpunkte zur Durchsetzung der Nachhaltigkeit
- Klassische Vorgehensweise: Ausschreibungen

Betrachtungen zu ausgewählten Themen

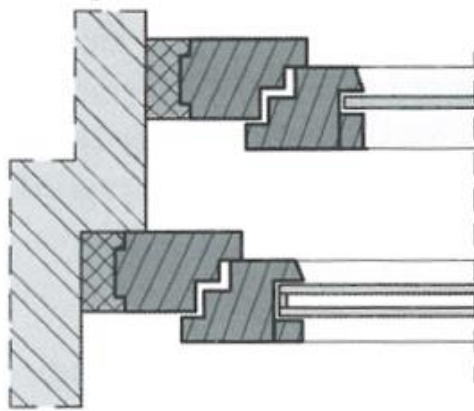
- Energetische und stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe
- Erhöhung der Energieeffizienz
- Schadstoffarmes Bauen: Bauanschluss; Schimmelpilzbildung & Tauwasserausfall
- Geringe Wartungs- und Pflegeaufwände: Oberflächenbeschichtung

Bauelement Fenster

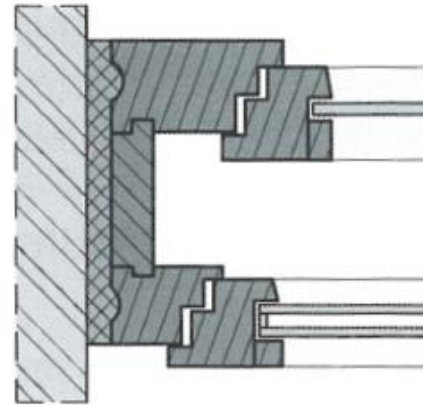
Unterscheidung nach Blendrahmen- und Flügelrahmenausbildung sowie nach der Anzahl der Verglasungsebenen



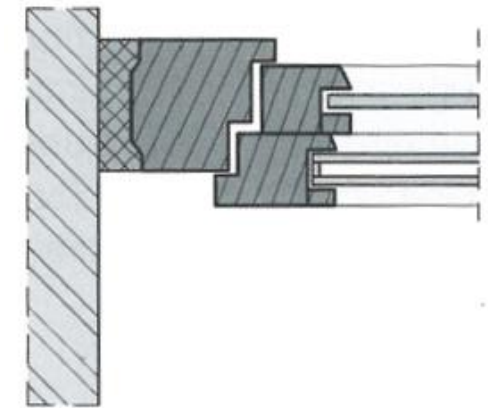
Einfachfenster



Doppelfenster



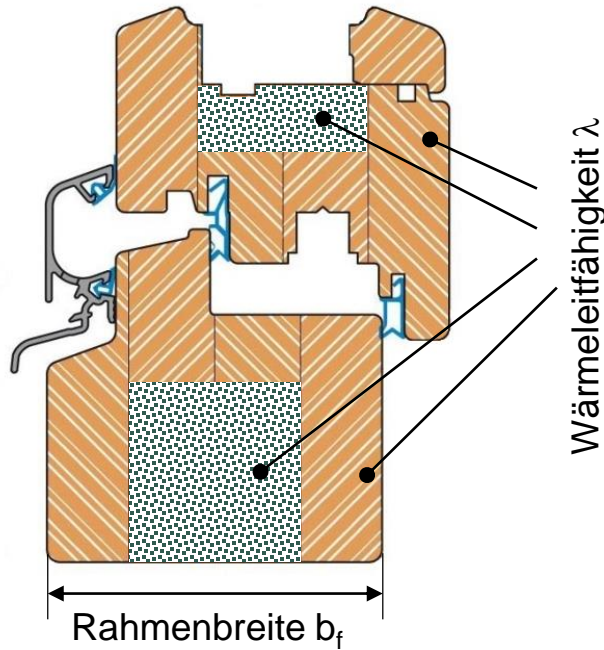
Kastenfenster



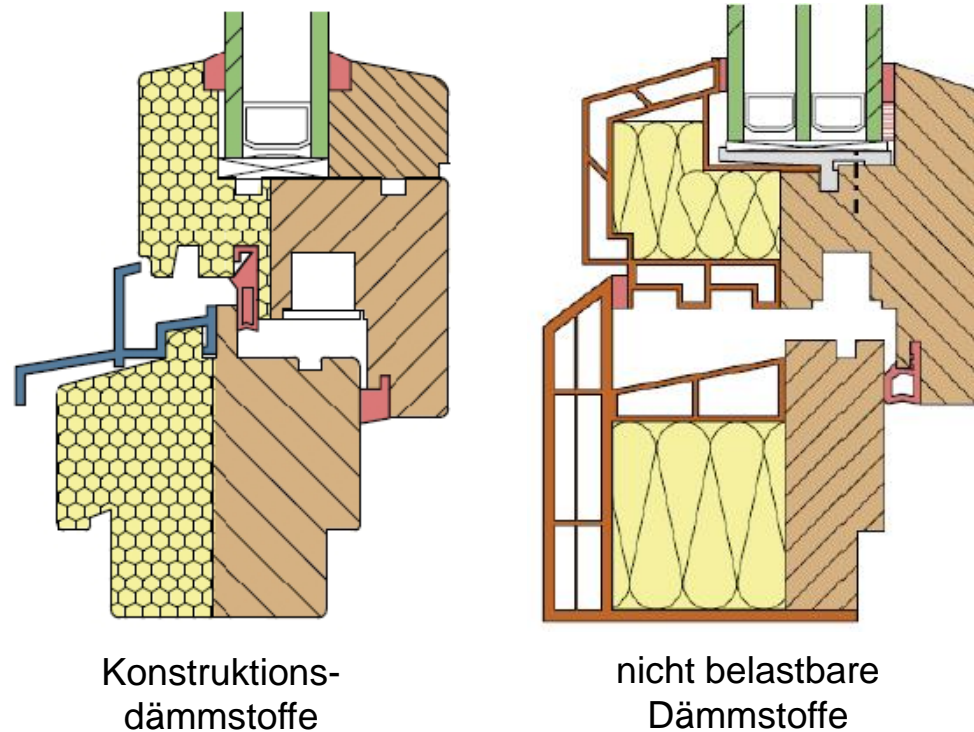
Verbundfenster

Bauelement Fenster - Profilarten

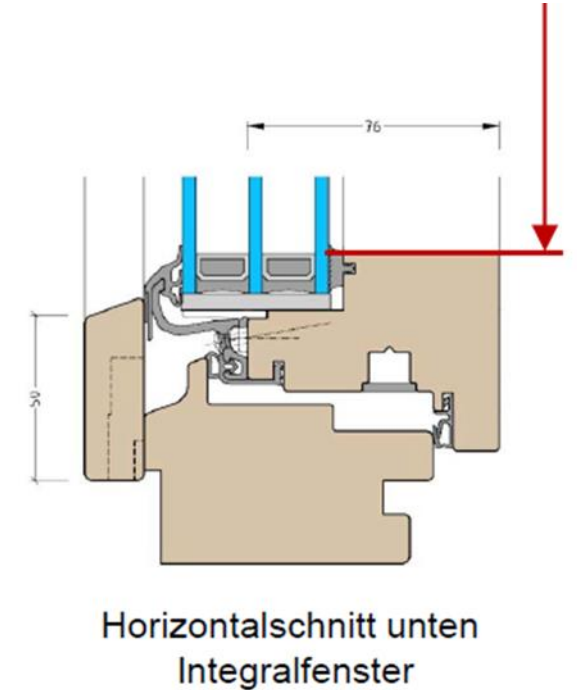
Standardprofile



Standardprofile mit Vorsatzschalen



Integrale Profile



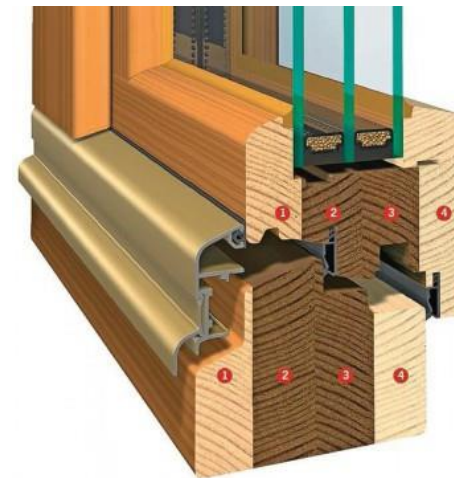
Bauelement Fenster – lamellierte Kanteln



- 1 Accoya-Kiefer
- 2 TMT-Pappel
- 3 Fichte nativ

Kantel mit integrierter Wärmedämmung (Spaceloft)

Kantel mit raumseitiger Nussbaum-Ausführung

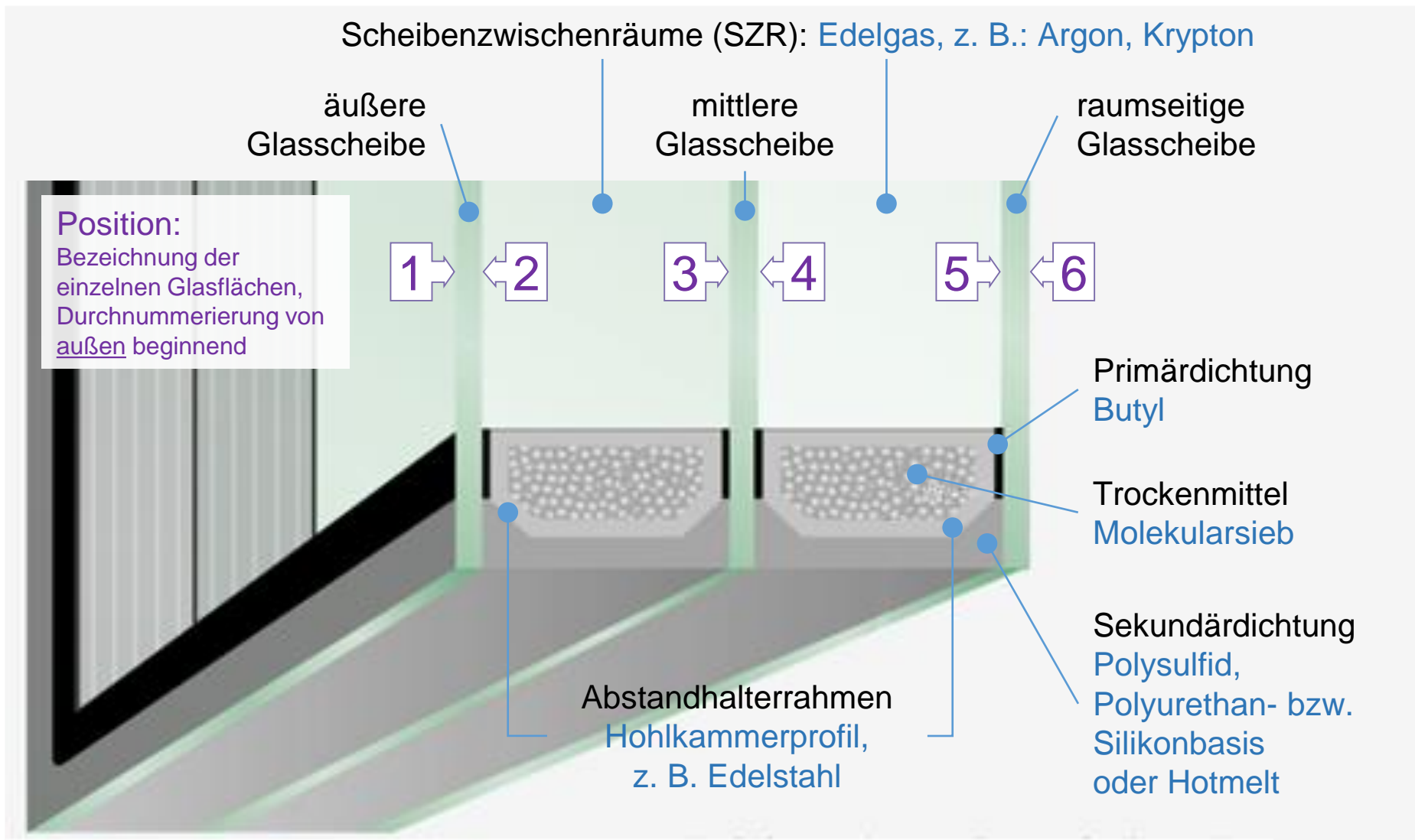


Wärmedämmung
mittels
Lufthohlräumen



Bilder: <http://www.bm-online.de/wissen/bauelemente/fensterholz-quo-vadis/#slider-intro-11>

Bauelement Fenster – Schematischer Aufbau einer Isolierverglasung (IV)



Begriff Nachhaltigkeit im Kontext von Fensterkonstruktionen

Nachhaltigkeit

Die erste Nennung des Begriffs wird *Hans Carl von Carlowitz* aus Freiberg zugeschrieben. (1645-1714)

Zitat: Bei der Rodung von Wäldern müsse man „bedenken [...] wo ihre Nachkommen Holz hernehmen sollen“.

(aus „Sylvicultura oeconomica, oder haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur wilden Baum-Zucht“, 1713)

... und weiter: *„Man soll keine alte Kleider wegwerffen / bis man neue hat / also soll man den Vorrath an ausgewachsenen Holtz nicht eher abtreiben / bis man siehet / daß dagegen gnugsamer Wiederwachs vorhanden“.*



Nachhaltig agieren bedeutet,
dass die aktuellen Generationen ihre Bedürfnisse in einer Art und Weise befriedigen,
die den kommenden Generationen die Möglichkeit bietet,
ihre Bedürfnisse ebenso zu stillen und ihren Lebensstil frei zu wählen.

Nachhaltigkeit – Politischer Wille

- UN-Nachhaltigkeitsagenda: „*Transformation unserer Welt: Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung*“
17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs)
- EU-Gebäuderichtlinie (EPBD, 03/2024)
→ GEG (Verschärfung geplant 2025)
- Europäische Bauproduktenverordnung (BauPVO):
7. wesentliche Anforderung: „Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen“
- Förderprogramme (BEG, Bundesförderung für effiziente Gebäude)



Im Zusammenhang mit Bauprojekten werden zunehmend Anforderungen an die **Nachhaltigkeit** gestellt.
... weil Bauherren oder die Bank ein Nachhaltigkeitszertifikat für das Gebäude fordern,
... aus Imagegründen oder
... um den langfristigen Werterhalt der Immobilie zu gewährleisten.

Pauschale Aussagen zur Nachhaltigkeit und ihre Wirkung

Behauptung (Auswahl)	Bewertung
Holz bietet hervorragenden Schallschutz.	Die Eigenschaft <i>Schallschutz</i> wird primär mit anderen konstruktiven Mitteln erzeugt.
Holzfenster beeinflussen das Raumklima.	NEIN! <ul style="list-style-type: none">• Sie könnten höchstens die <u>Raumluftqualität</u> beeinflussen (Emissionen).• Wechselwirkungen zwischen Raumklima, Außenklima und Bauelement sind nicht materialspezifisch.
„Die exzellente Wärmedämmung von Holz verhindert Kälteabstrahlung am Glasrahmen und dadurch Kondenswasserbildung.“ www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Brosch%C3%BCre_Baustoffe_Web.pdf , Broschüre: BAUSTOFFE aus nachwachsenden Rohstoffen, S.13	Bauphysikalisch falsch!
100 Jahre alte Fenster und Türen aus Holz sind keine Seltenheit.	Das ist SO kein Beweis!

Pauschale Aussagen zur Nachhaltigkeit und ihre Wirkung

Kritisch hinterfragen!

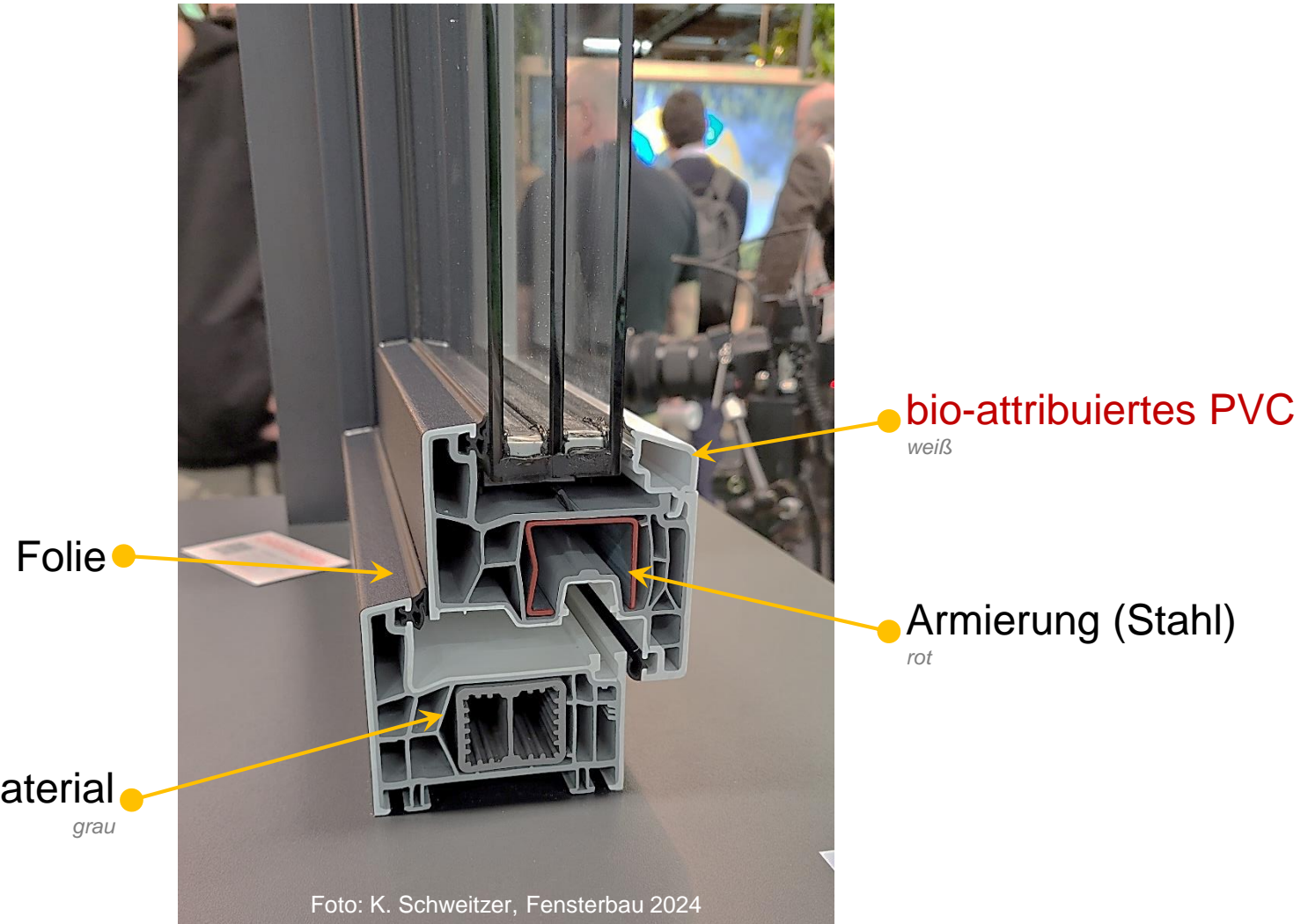


- Glas speichert kein CO₂
- Rahmenmaterial *Holz* ⇔ Herkunft des Holzes, lamellierte Sandwich-Kanteln, modifizierte Holzarten ...
- Anteil der Rahmen an der Wärmedämmung → Verhältnis Glas / Holz
vermeintlicher „automatischer“ Vorteil des Holzes gegenüber anderen Rahmenmaterialien
- Ist eine Entscheidung ZWISCHEN Rahmenmaterialien wirklich noch zeitgemäß und zielführend?
- Recycling?
Für Glas, Aluminium und Kunststoffe gibt es funktionierende Recyclingsysteme.

Pauschale Aussagen zur Nachhaltigkeit und ihre Wirkung

Kunststofffenster aus **bio-attribuiertem PVC** (Kömmerling, profine GmbH)

- wird aus Ethylen hergestellt, welches nicht auf Erdöl basiert, sondern auf **Kiefernöl**.
- Kiefernöl ist ein Abfallprodukt aus der Papierherstellung.
- Das hierfür eingesetzte Holz stammt aus nachhaltiger finnischer Forstwirtschaft.

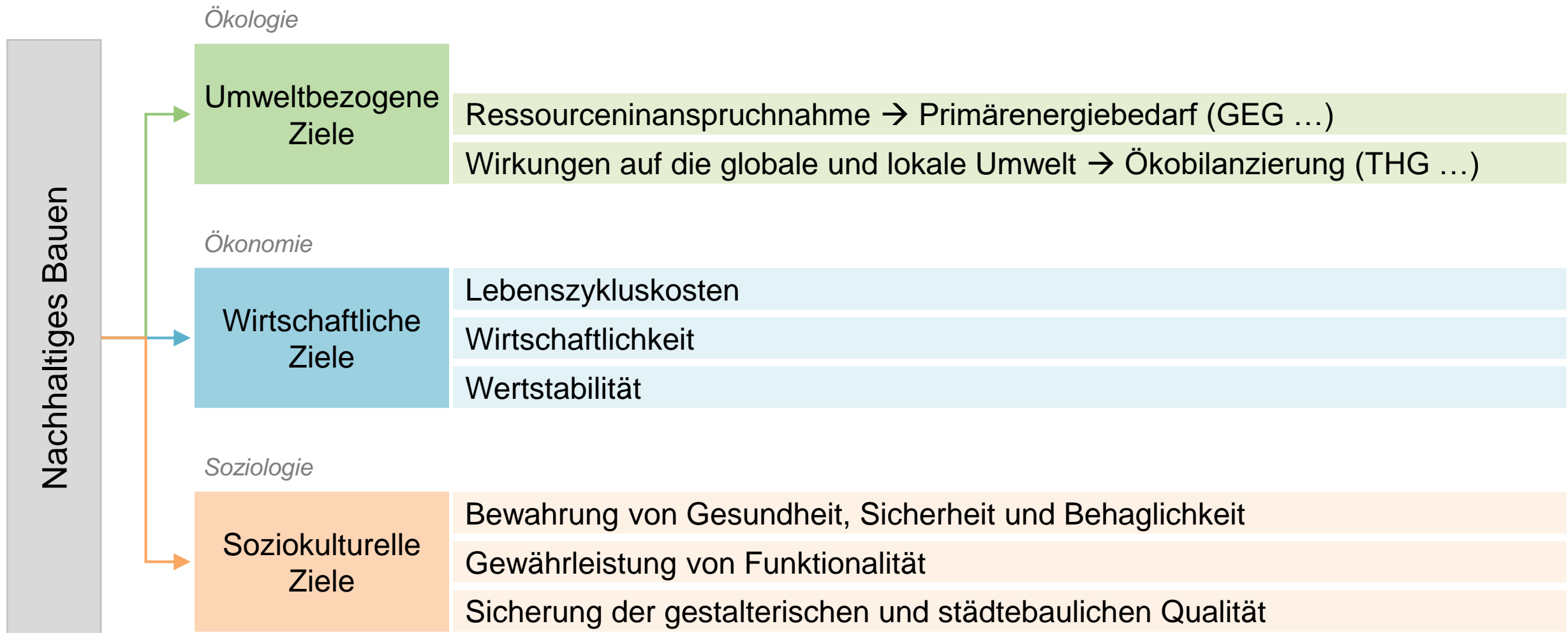


Pauschale Aussagen zur Nachhaltigkeit und ihre Wirkung



- Plakative Aussagen sind nicht zielführend und bewirken langfristig sogar das Gegenteil vom angestrebten Ziel!
- reflektierter Umgang mit Holzfensterkonstruktionen erforderlich
- Behauptungen müssen fachlich fundiert und belastbar sein!
Z. B.: Die Nachhaltigkeit eines Produktes kann u.U. nur im Zusammenhang mit dem geplanten Verwendungszweck beurteilt werden.
- Vorteile des nachwachsenden Rohstoffs Holz existieren tatsächlich – müssen aber solide herauskristallisiert werden.

Nachhaltiges Bauen und der Einfluss auf Fensterkonstruktionen



Nachhaltiges Bauen und der Einfluss auf Fensterkonstruktionen

Soziokulturelle Ziele

Bewahrung von Gesundheit, Sicherheit und Behaglichkeit

Gewährleistung von Funktionalität

Sicherung der gestalterischen und städtebaulichen Qualität

hygienisch unbedenkliche Qualität der Innenraumluft

- ☹ Schadstoffemissionen aus Baustoffen und Bauprodukten
- ☹ mikrobielle Verunreinigungen durch Feuchteinwirkung
- ☹ hohe Kohlendioxidkonzentrationen in der Raumluft

Behaglichkeit, Nutzerzufriedenheit

- ! Raumklima
- ! Komfort
- ! Sicherheit

Nachhaltiges Bauen und der Einfluss auf Fensterkonstruktionen

Aspekt des Nachhaltigen Bauens (mit Kriterien)

Übertragung auf Fensterkonstruktionen



hygienisch unbedenkliche Qualität der Innenraumluft

☹ Schadstoffemissionen aus Baustoffen und Bauprodukten

✓ Verwendung emissionsarmer Materialien

☹ mikrobielle Verunreinigungen durch Feuchteinwirkung

✓ Vermeidung von Schimmelpilzbildung und/oder Tauwasserausfall

☹ hohe Kohlendioxidkonzentrationen in der Raumluft

✓ Lüftungsplanung (Fensterlüftung und/oder mechanische Lüftung)

Nachhaltiges Bauen und der Einfluss auf Fensterkonstruktionen

Aspekt des Nachhaltigen Bauens
(mit Kriterien)

Übertragung auf Fensterkonstruktionen



Behaglichkeit,
Nutzerzufriedenheit

! Raumklima

✓ Wärmedämmung ⇔ Raumtemperatur

✓ Lüftung ⇔ Raumluftheuchte

! Komfort

✓ Luftgeschwindigkeit (Vermeidung von Zugluft)

✓ akzeptable Strahlungstemperaturasymmetrie (z. B. vor Verglasung)

✓ Akustik: Schalldämmung

✓ Visuell: hoher Anteil Tageslicht, Blendschutz

! Sicherheit

✓ Einbruchhemmung, Brandschutz

Nachhaltiges Bauen und der Einfluss auf Fensterkonstruktionen

Soziokulturelle Ziele

Bewahrung von Gesundheit, Sicherheit und Behaglichkeit

Gewährleistung von Funktionalität

Sicherung der gestalterischen und städtebaulichen Qualität

i. A. der Nutzungsanforderungen

Barrierefreiheit
→ Universal Design

dem Standort und der Nutzung
angemessene architektonische
Gestaltung

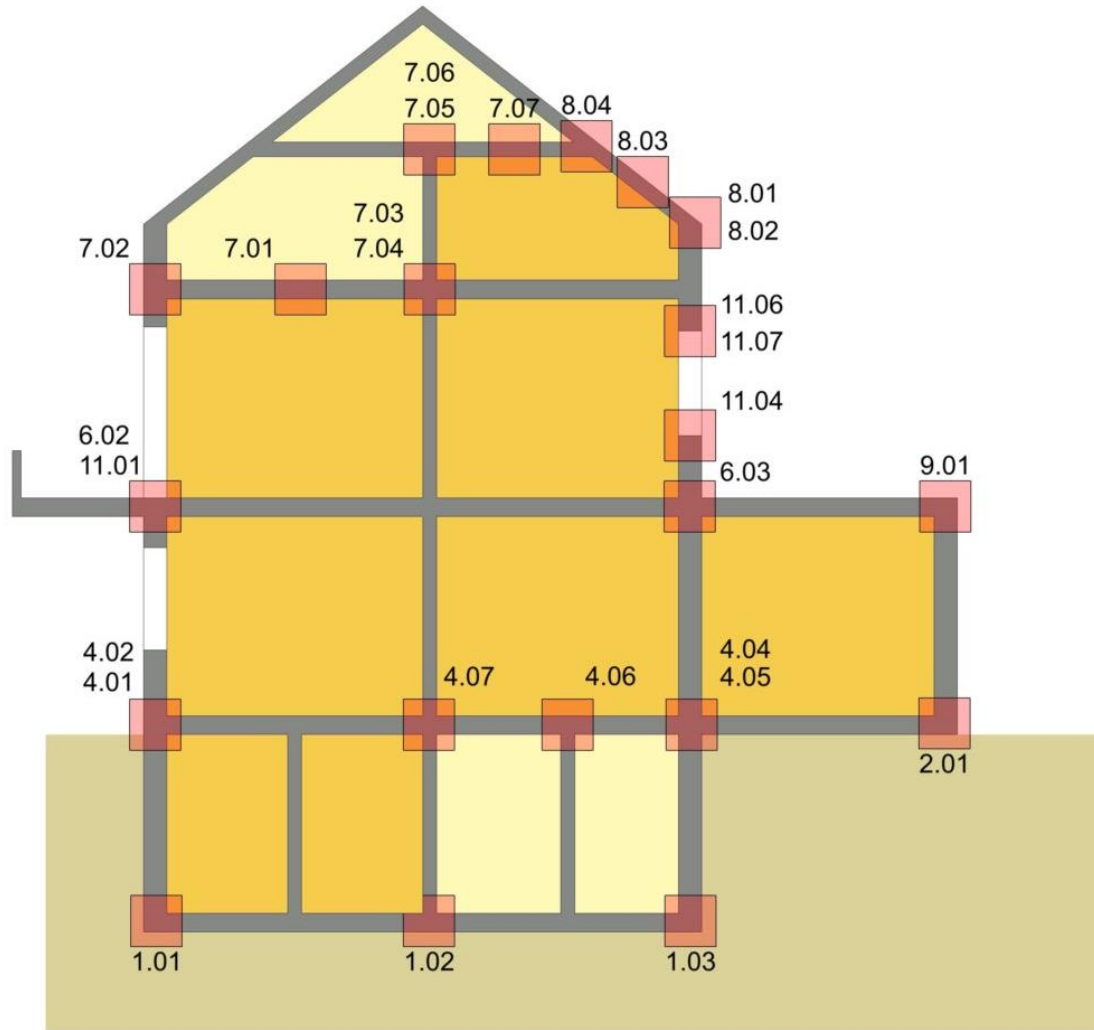
Vorbildfunktion,
Denkmalschutz



Grundsätze des Nachhaltigkeitsgedankens

bezogen auf Fensterkonstruktionen

Ganzheitliche Betrachtung *der Gebäudehülle*



- 1 Bodenplatte Keller**
 1.01 Anschluss Kellerwand
 1.02 Anschluss Innenwand
 1.03 Anschluss Innenwand gegen unbeheizt

- 2 Kellerwand**
 2.01 Sockel, Anschluss Außenwand

- 3 Kellerwand**
 3.01 Außenecke
 3.02 Innenecke
 3.03 Anschluss Innenwand
 3.04 Anschluss Innenwand gegen unbeheizt

- 4 Kellerdecke**
 4.01 Deckenaufleger Keller
 4.02 Deckenaufleger Keller unbeheizt
 4.03 Deckenaufleger im Kellerfenster, Keller unbeheizt
 4.04 Deckenaufleger Anschluss Bodenplatte Anbau, Keller unbeheizt
 4.05 Deckenaufleger Anschluss Bodenplatte Anbau, Keller unbeheizt
 4.06 Anschluss Innenwand
 4.07 Anschluss Innenwand gegen unbeheizt

- 5 Außenwand**
 5.01 Außenecke
 5.02 Innenecke
 5.03 Anschluss Innenwand
 5.04 Innenecke mit Innenwandanschluss

- 6 Geschossdecke**
 6.01 Deckenaufleger
 6.02 Balkonplatte
 6.03 Anschluss Flachdach

- 7 Oberste Geschossdecke**
 7.01 Deckenaufleger
 7.02 Deckenaufleger mit Traufanschluss
 7.03 Durchstoßende Innenwand
 7.04 Durchstoßende Innenwand gegen unbeheizt
 7.05 Anschluss Innenwand gegen Kehlbaeknlage
 7.06 Anschluss innenwand gegen unbeheizt
 7.07 Anschluss außenwand

- 8 Dach**
 8.01 Traufe
 8.02 Traufe im Kniestock
 8.03 Ortgang
 8.04 Mittelpfette, Anschluss Kehlbaeknlage

- 9 Flachdach**
 9.01 Attika
- 10 Innenwand gegen unbeheizt**
 10.01 Innenwandanschluss

- 6 Fenster**
 6.01 Schwelle Fenstertür, Kellerdecke gegen unbeheizt
 6.02 Schwelle Fenstertür, Balkon
 6.03 Schwelle Fenstertür, Flachdach
 6.04 Brüstung
 6.05 Laibung
 6.06 Sturz
 6.07 Sturz mit Rollladenkasten

<https://heb-energieberatung.de/wp-content/uploads/2023/02/Ansicht-WBs-scaled.jpg>

Ganzheitliche Betrachtung *der Fensterkonstruktionen*

Lebenszyklusphasen	Inhaltliche Schwerpunkte
Planung, Herstellung, Errichtung	Transport von Baustoffen
	Ressourcenverbrauch bei der Herstellung (Holzarten)
	graue Energie bei Errichtung von Gebäuden
Nutzungsphase	Einfluss auf den Energieverbrauch des Gebäudes (Energieeffizienz)
	Schadstoffarmes Bauen (VOC, Tauwasserbildung, Schimmelpilzgefahr)
	Geringe Wartungs- und Pflegeaufwände (DC, Oberfläche ↔ Holz)
	lange Nutzungsdauer durch Reparaturmöglichkeiten bzw. durch erhöhte Resilienz gegen Hochwasser, Stürme, Hagel, Hitze
	Austausch
Entsorgungsphase Ende Lebenszyklus	Rückbau/Abriss
	Sanieren statt Neubau (Denkmalschutz bzw. Erhaltenswerte Gebäude)
	Nachnutzung
	Recyclingfähigkeit (sortenreinen Trennung am Ende des Lebenszyklus)

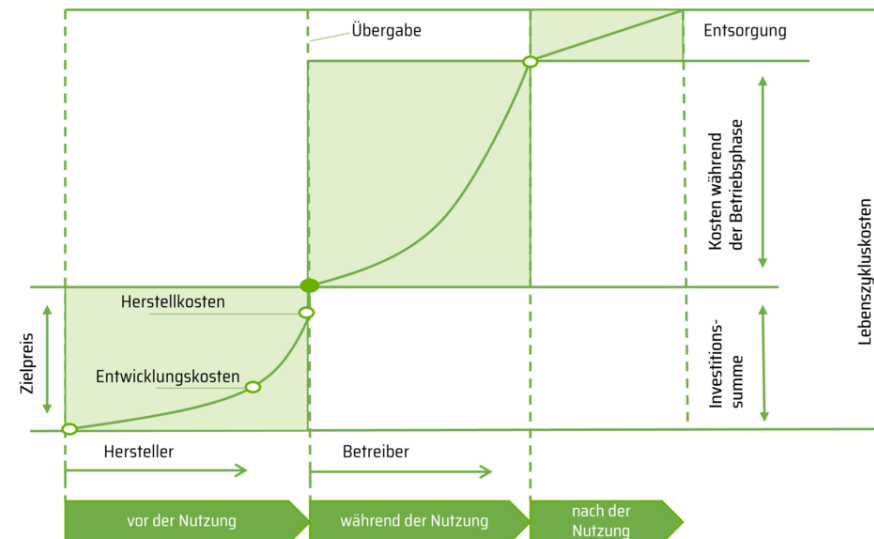
Ganzheitliche Betrachtung *der Fensterkonstruktionen*

- ✓ Preis-Leistungsverhältnis ist nicht das *alleinig* Kriterium.
- ✓ Geforderte Merkmale sollten sich auf den gesamten **Lebenszyklus** einer Fensterkonstruktion beziehen.

Bestimmungen zur Bauausführung

- Bauabläufe, die Schäden vermeiden
- Emissionen vermeiden (Lärm ...)

Betrachtung der Lebenszykluskosten



Fensterspezifische Merkmale

- Holz aus fairem Handel
- Aufträge an regionale Unternehmen
- Reinigungs- u. Instandhaltung
- Recyclingmaterialien

Grafik Lebenszyklus: https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/_processed_/0/3/csm_Beruecksichtigung_der_Lebenszykluskosten2_c3783a5de3.png

UMSETZUNG DES NACHHALTIGEN BAUENS IM ÖFFENTLICHEN BEREICH

Seminar 1 | 17. April 2024

Einführung & Grundlagen Nachhaltige Bauweisen (BNB)

Nachhaltigkeit im Kontext von Fensterkonstruktionen

Teil II: Nachhaltigkeitsaspekte bei der Planung von Fensterkonstruktionen

Prof. Dipl.-Ing. – Kerstin Schweitzer, BA Sachsen, Staatliche Studienakademie Dresden

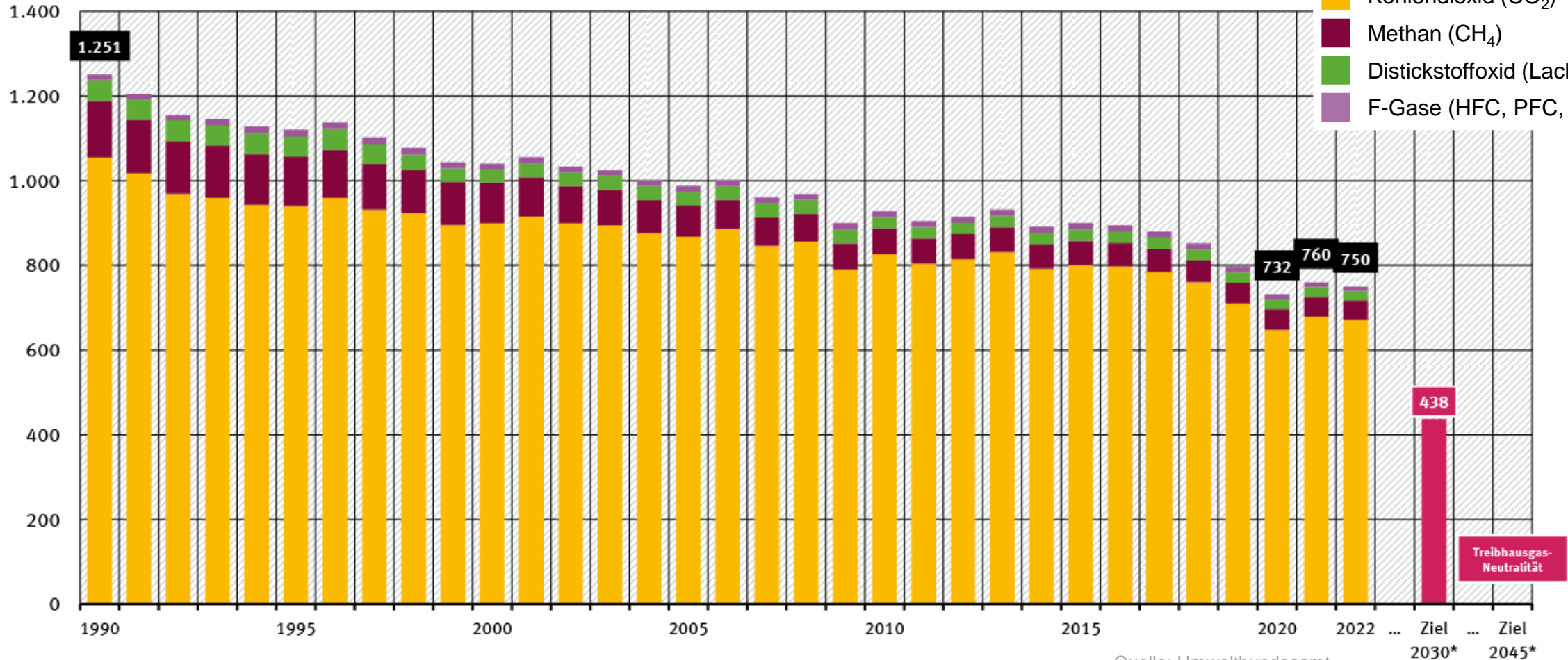
Strategische Ansatzpunkte zur Durchsetzung der Nachhaltigkeit bei Fensterkonstruktionen

Ist-Situation

Treibhausgas-Emissionen seit 1990 nach Gasen (Stand 01/2024)**

Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente

- Kohlendioxid (CO₂)
- Methan (CH₄)
- Distickstoffoxid (Lachgas, N₂O)
- F-Gase (HFC, PFC, SF₆, NF₃ & Mix)



Quelle: Umweltbundesamt
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/2_abb_thg-emissionen-seit-1990-nach-gasen_2024-01-23.png

* Angepasste Ziele: entsprechend der Novelle des Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) vom 12.05.2021

** Emissionen ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft

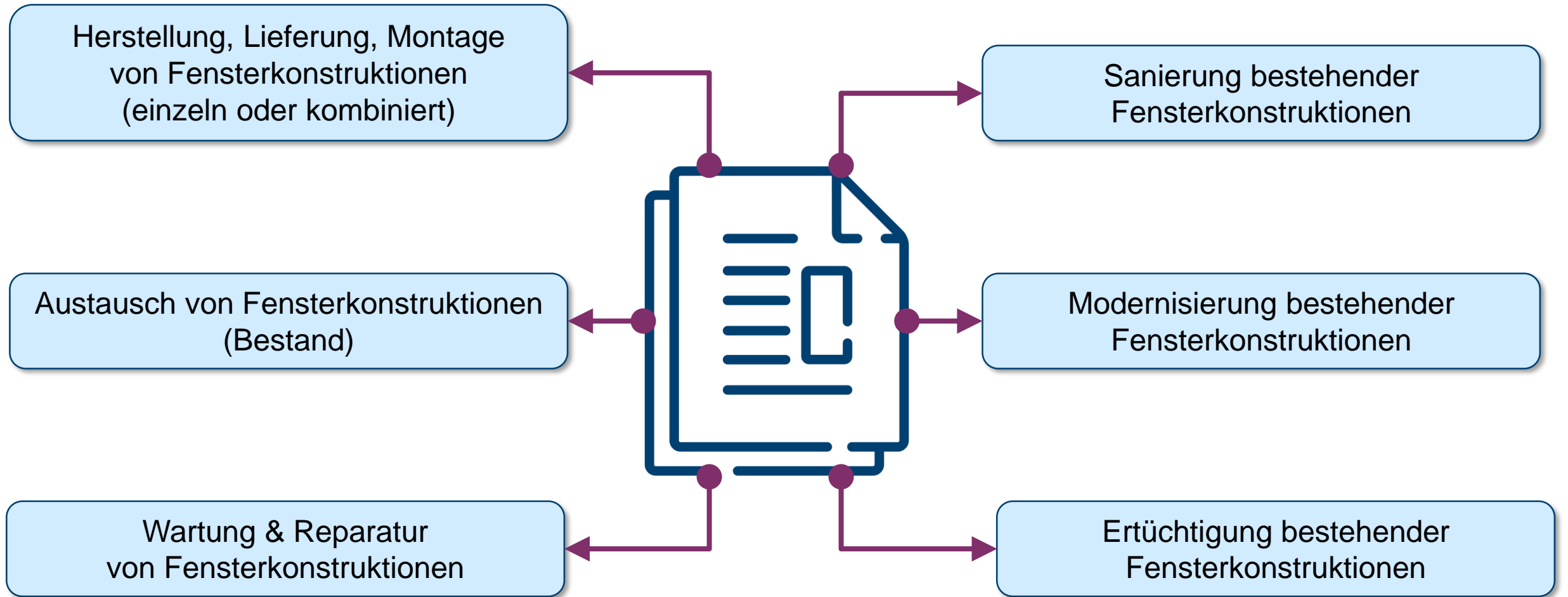
Strategische Ansatzpunkte



Klassische Vorgehensweise: Ausschreibungen

Ist-Situation

Ausschreibungen: Diverse Anliegen (Fensterkonstruktionen)



Ausschreibungsinhalte ↔ Nachhaltigkeit

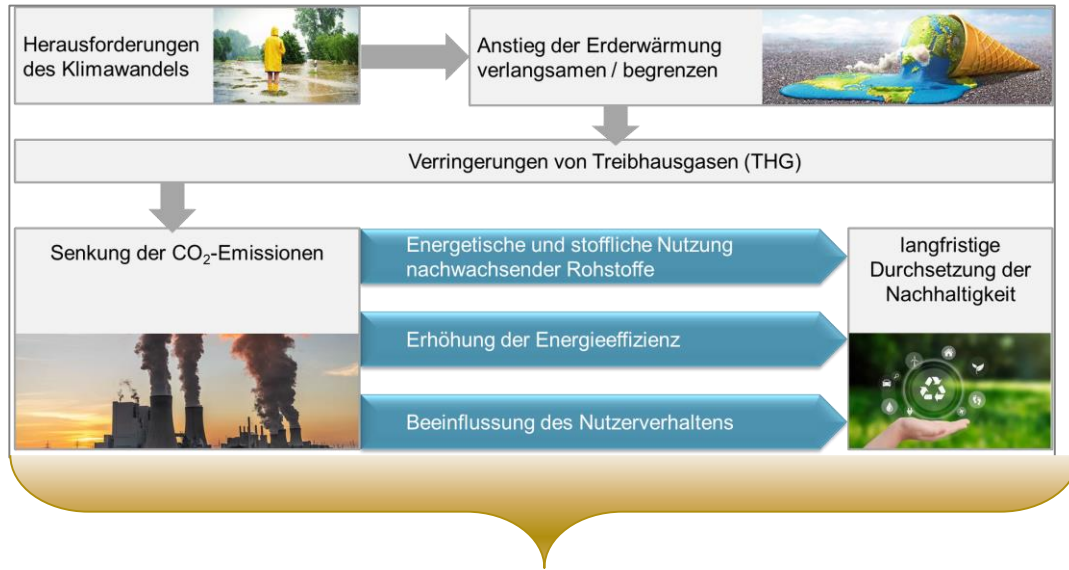
Beschreibung der Konstruktion		Festlegung von Leistungseigenschaften		
Art und Größe	Konstruktion	Grundanforderungen	Spezifisch	Spezifisch (Festlegung)
Abmessungen	Rahmenwerkstoff Holz, Profil, Verbindungen	statische Anforderungen	mechanische Festigkeit	Baukörperanschluss
Konstruktionsprinzip	Falzausbildung	Gebrauchstauglichkeit	Einbruchhemmung	Montage Planung & Ausführung
	Glas & Glaseinbau	Energieeffizienz	Brandverhalten	Entsorgung/Verwertung
	Oberflächenbeschichtung	Schalldämmung	Barrierefreies Bauen	Schutz der Leistung auf der Baustelle
	Beschläge		Lüftungselemente	
	Kleb-, Dichtstoffe, Dichtprofile			

Hinweise:

- Die Tabelle enthält eine Auswahl möglicher Leistungsbeschreibungen aus Sicht der ausschreibenden Stelle. Sie erhebt weder inhaltlich noch bzgl. anzuwendender Gesetze, Regeln, Normen, Richtlinien usw. den Anspruch auf Vollständigkeit.
- Die Tabelleninhalte beziehen sich auf folgende Quelle: VFF, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV) zur Ausschreibung von Holzfenstern (04/2022), <https://window.de/downloads/>, Datei: ZTV_Holzfenster_2204.pdf

Wird auf Nachhaltigkeitsaspekte abgezielt?

Fokus bei heutigen strategischen Ansatzpunkten:



- ... umweltbezogene Ziele des nachhaltiges Bauens (Primärenergiebedarf, Ökobilanzierung)
- ... Potenziale bzgl. ökonomischen und soziokulturellen Ziele vorhanden (z. B. Lebenszykluskosten, Funktionalität)

Fokus bei Ausschreibungen (öffentliche Hand):

Ausschreibung von Fensterkonstruktionen				
Beschreibung der Konstruktion		Festlegung von Leistungseigenschaften		
Art und Größe	Konstruktion	Grundanforderungen	Spezifisch	Spezifisch (Festlegung)
Abmessungen	Rahmenwerkstoff Holz, Profil, Verbindungen	statische Anforderungen	mechanische Festigkeit	Baukörperanschluss
Konstruktionsprinzip	Falzausbildung	Gebrauchstauglichkeit	Einbruchhemmung	Montage Planung & Ausführung
	Glas & Glaseinbau	Energieeffizienz	Brandverhalten	Entsorgung/Verwertung
	Oberflächenbeschichtung	Schalldämmung	Barrierefreies Bauen	Schutz der Leistung auf der Baustelle
	Beschläge			
	Kleb-, Dichtstoffe, Dichtprofile			

- ... Grundsätze der Wirtschaftlichkeit (Haushalt)
- ... Eignung der Bieter (Fachkunde, Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit)
- ... Nachhaltigkeitsaspekte sind in den Ausschreibungen teilweise und implizit enthalten

Senkung der CO₂-
Emissionen



Strategische Ansatzpunkte

Energetische und stoffliche Nutzung
nachwachsender Rohstoffe

langfristige Durchsetzung
der Nachhaltigkeit



Energetische und stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe



Wälder und Holzverwendung liefern Beiträge für den Klimaschutz

- ✓ Bäume filtern Kohlendioxid aus der Luft und spalten es in Sauerstoff und Kohlenstoff. Der Sauerstoff gelangt wieder in die Luft (→ CO₂-Senke).
- ✓ Dieser Klimaschutzeffekt des Waldes ist eng mit der *Holznutzung* verbunden (langfristige Betrachtung).
- ✓ Die Klimaschutzbilanz der Holzverwendung fällt um so besser aus:
 - je länger das Holz verwendet wird, bevor es verbrannt oder zersetzt wird (→ Kaskadennutzung, Bioökonomie),
 - je größer der bestehende Pool an Holzprodukten ist (stoffliche Nutzung ermöglicht eine langfristige Kohlenstofffixierung).

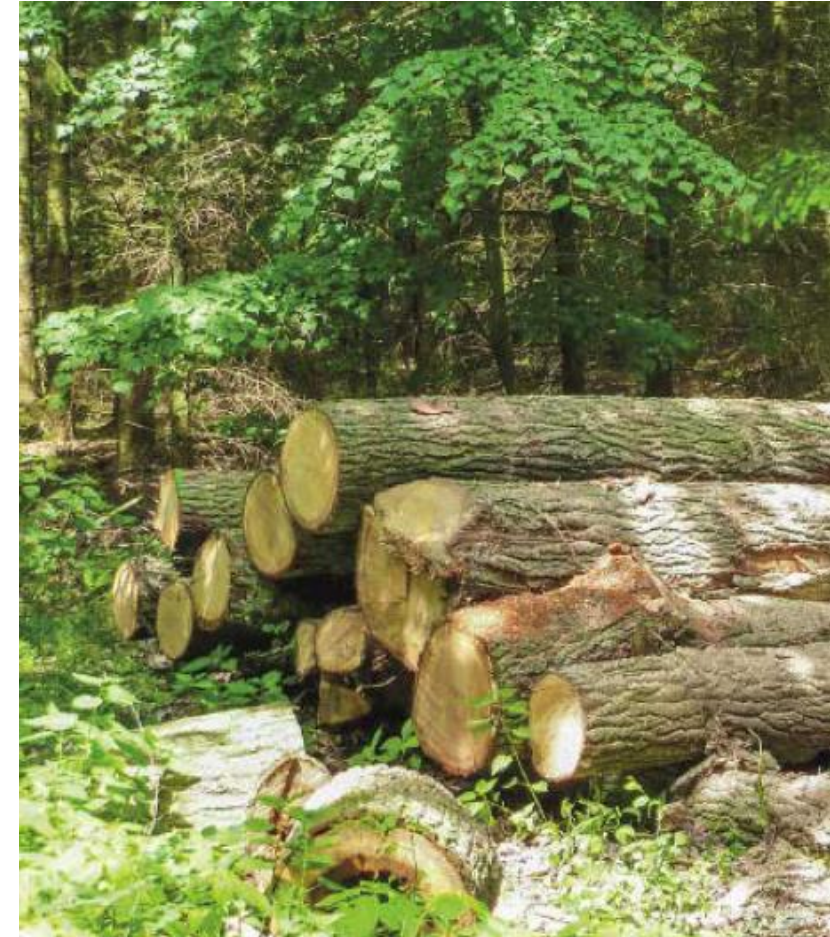


Foto: Thünen-Institut
https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn063660.pdf

Energetische und stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe

Vielzahl an unterschiedlichsten Labels, Qualitätszeichen, Siegel & Co

... richten sich an Bauherren ... Planer ... Endverbraucher

... soll für verständliche, verlässliche Kommunikation sorgen

... werden z. B. in Ausschreibungen als Nachweise geforderter Merkmale in Bezug genommen (Eignung?)

... beziehen sich auf unterschiedliche Betrachtungsweisen zur Nachhaltigkeit (Vergleichbarkeit?)

- Materialien
- Produkte
- Prozesse (→ nachhaltige Forstwirtschaft)

... Gründen sich auf unterschiedliche Motivationen

- politischer Wille (staatliche Siegel)
- von der Industrie als freiwillige Selbstkontrolle ins Leben gerufen
- aus Marketing- und Werbegründen selbst kreiert wurden.



Energetische und stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe



- umweltfreundliche, sozial förderliche und zugleich **wirtschaftlich tragfähige Bewirtschaftung von Wäldern**
- international einheitliche Anforderungen, die national angepasst werden
- Siegelgeber: **international tätiger Verein** mit Sitz in Mexiko (nationale Vertretungen)



- Waldzertifizierung basiert auf Richtlinien für die **nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern**
- PEFC-Siegel bedeutet: Die **gesamte Produktherstellung** - vom Rohstoff bis zum gebrauchsfertigen Endprodukt - ist zertifiziert und wird durch **unabhängige Gutachter:innen** kontrolliert.
- Siegelgeber: transparentes und unabhängiges **weltweites System**



- Siegel kennzeichnet **Holzprodukte**, die Holz **aus nachhaltiger Waldwirtschaft** enthalten und die besonders klimafreundlich durch **kurze Wege** vom Wald bis zum Verbraucher:in produziert wurden
- Siegelgeber ist eine **gemeinnützige Initiative**



- Siegel zeichnet **allg. Baustoffe, Bauprodukte und Einrichtungsgegenstände** aus
- bei Holz-Produkten bezieht es sich auf die **Holzgewinnung und -herkunft**
- Siegelgeber: **internationale Verein** (100 Mitglieder u.a. aus Industrie, Handel, Wissenschaft und Umweltverbänden)

Energetische und stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe



Nachweis nachhaltiger Fortwirtschaft sagt nichts über die **EIGNUNG** für das Bauprodukt aus!

Geeignete Holzarten müssen zugleich Nachhaltig sein!

Alternativen?

Holzart	Kiefer	Fichte	Lärche	Eiche	Eukalyptus Globulus	Dark Red Meranti	Accoya
Botanischer Name	Pinus sylvestris	Picea abis	Larix spp.	Quercus spp.	Eucalyptus globulus	Shorea spp.	Pinus radiata
Weitere Namen	Föhre, Forche	Rotfichte, Rottanne		Weißeiche	Blue Gum		
Wuchsgebiet	Europa	Europa, Nordamerika, Russland	Mittel- und Osteuropa, Nordostasien	Nordamerika	Galizien, Spanien	Südostasien	Neuseeland
Dauerhaftigkeit	Kern 3 / Splint 5	4-5	3-4	2-3	1-2	2-3	1
Rohdichte (kg/m ³)	440-600	400-500	470-650	670-770	800-900	550-650	450-610
Oberflächenhärte (N/mm ²)	14-23	12-16	19-25	31	50	21-26	
Dimensionsstabilität	mittel bis gut	gut	mittel bis gut	mittel	mittel	gut	sehr gut
Nachhaltigkeitszertifizierung	PEFC, FSC	PEFC, FSC	PEFC	PEFC, FSC	PEFC, FSC	Tropenholz	PEFC

Senkung der CO₂-
Emissionen



Strategische Ansatzpunkte

Erhöhung der Energieeffizienz

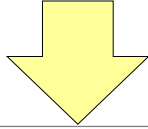
langfristige Durchsetzung
der Nachhaltigkeit



Erhöhung der Energieeffizienz: U_W -Wert

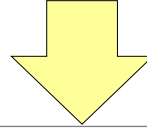
Möglichkeiten der Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für Fensterkonstruktionen - U_W

Tabellen
DIN EN ISO 10077-1



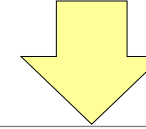
- Nur 1-flg. Einfachfenster, vertikal, keine konstruktive Details, Rahmenanteil 30 % oder 20 %
- Baugröße 1,23 m x 1,48 m
- U_g , U_f , PSI (Glasrand) müssen bekannt sein
- Schätzung!

Berechnung
DIN EN ISO 10077-1
DIN EN ISO 10077-2



- Alle Konstruktionen und alle Baugrößen
- U_g , U_f , PSI (Glasrand, Sprossen)
 - bekannt bzw.
 - zu ermitteln (versch. Methoden)
- „idealisierte“ Randbedingungen reproduzierbar!

Messung
DIN EN ISO 12567-1 bzw. DIN EN ISO 12567-2
geregeltes Heizkastenverfahren, „Hot-Box-Methode“



- Alle Konstruktionen i. A. der Prüfeinrichtung
- Baugröße $\hat{=}$ Abmessung des Probekörpers i. A. der Prüfeinrichtung
- „reale“ Randbedingungen
Einflüsse aus Prüfkörper, z. B. Rohdichte, Luftdurchlässigkeit
- Stationäre Bedingungen
außen: 0°C; 0,04 m²K/W
innen: 20°C; 0,13 m²K/W

Aufwand und Genauigkeit

Erhöhung der Energieeffizienz: U_w -Wert

Möglichkeiten der Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für Fensterkonstruktionen - U_w

Tabellen
DIN EN ISO 10077-1

Berechnung
DIN EN ISO 10077-1
DIN EN ISO 10077-2

Messung
DIN EN ISO 12567-1 bzw. DIN EN ISO 12567-2
geregeltes Heizkastenverfahren, „Hot-Box-Methode“

Einfachfenster

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g}{A_{ges}} + \Delta U_{w,Sprossen}$$

Verbundfenster

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g}{A_{ges}} + \Delta U_{w,Sprossen}$$

$$U_g = \frac{1}{\frac{1}{U_{g1}} - R_{si} + R_s - R_{se} + \frac{1}{U_{g2}}}$$

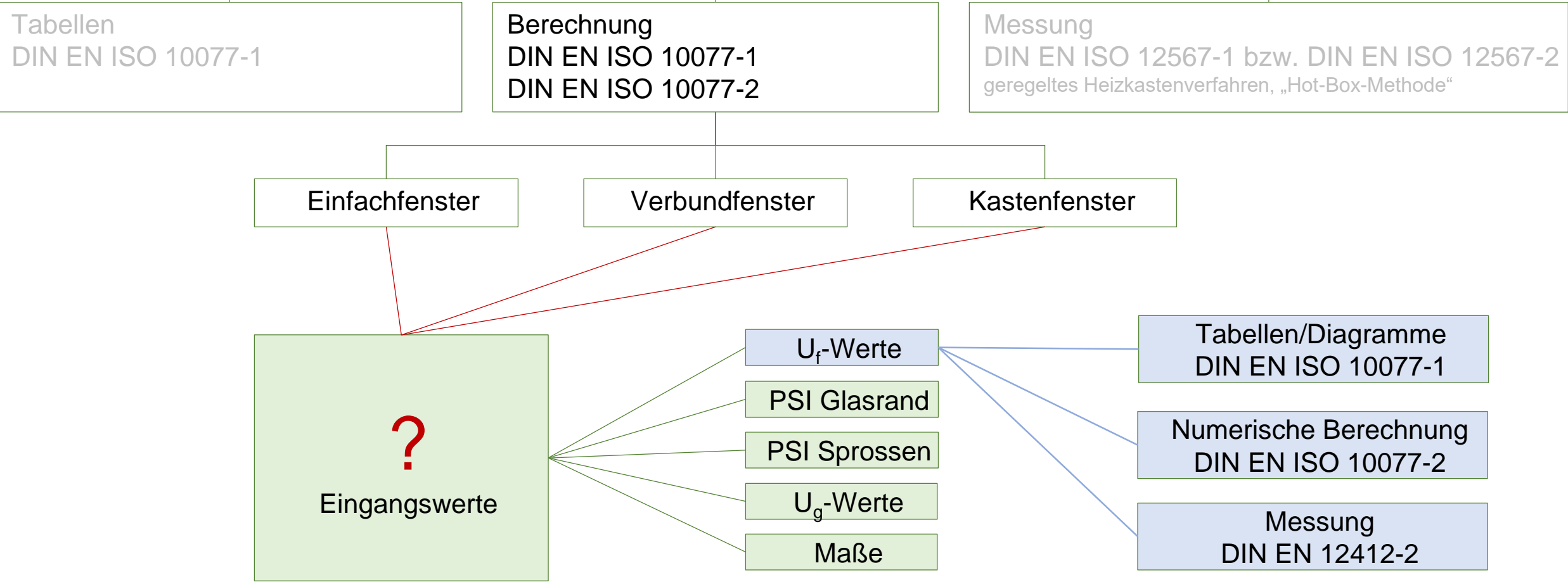
Kastenfenster

$$U_w = \frac{1}{\frac{1}{U_{w1}} - R_{si} + R_s - R_{se} + \frac{1}{U_{w2}}}$$

erforderlich:
Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes R_s
der unbelüfteten Luftschicht im KZR

Erhöhung der Energieeffizienz: U_W -Wert

Möglichkeiten der Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für Fensterkonstruktionen - U_W



Erhöhung der Energieeffizienz: U_W -Wert

Möglichkeiten der Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für Fensterkonstruktionen - U_W

Tabellen
DIN EN ISO 10077-1

Berechnung
DIN EN ISO 10077-1
DIN EN ISO 10077-2

Messung
DIN EN ISO 12567-1 bzw. DIN EN ISO 12567-2
geregeltes Heizkastenverfahren, „Hot-Box-Methode“

Einfachfenster

Verbundfenster

Kastenfenster

?
Eingangswerte

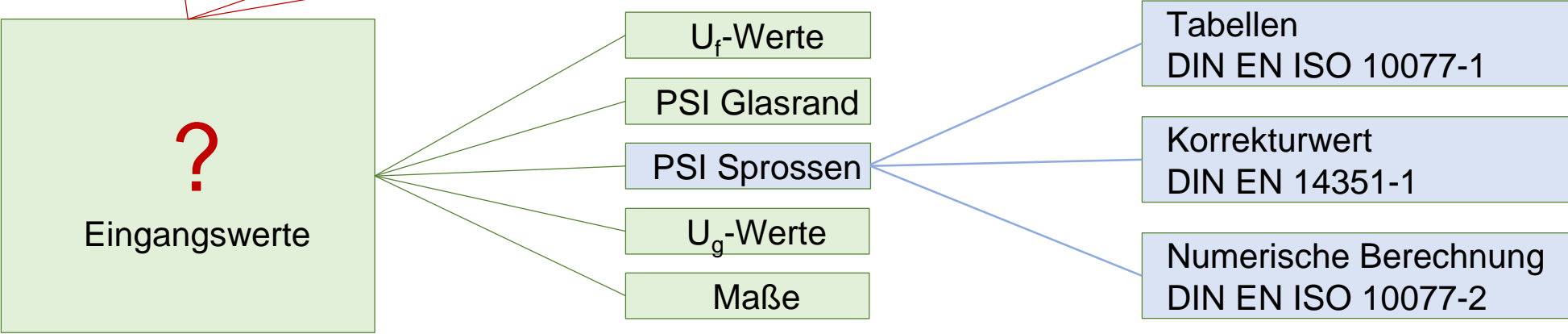
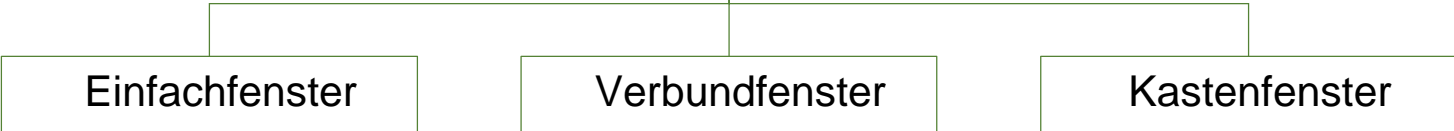
- U_f -Werte
- PSI Glasrand
- PSI Sprossen
- U_g -Werte
- Maße

Tabelle
DIN EN ISO 10077-1

Numerische Berechnung:
DIN EN ISO 10077-2
→ Detailliertes Modell
→ Two-Box-Modell

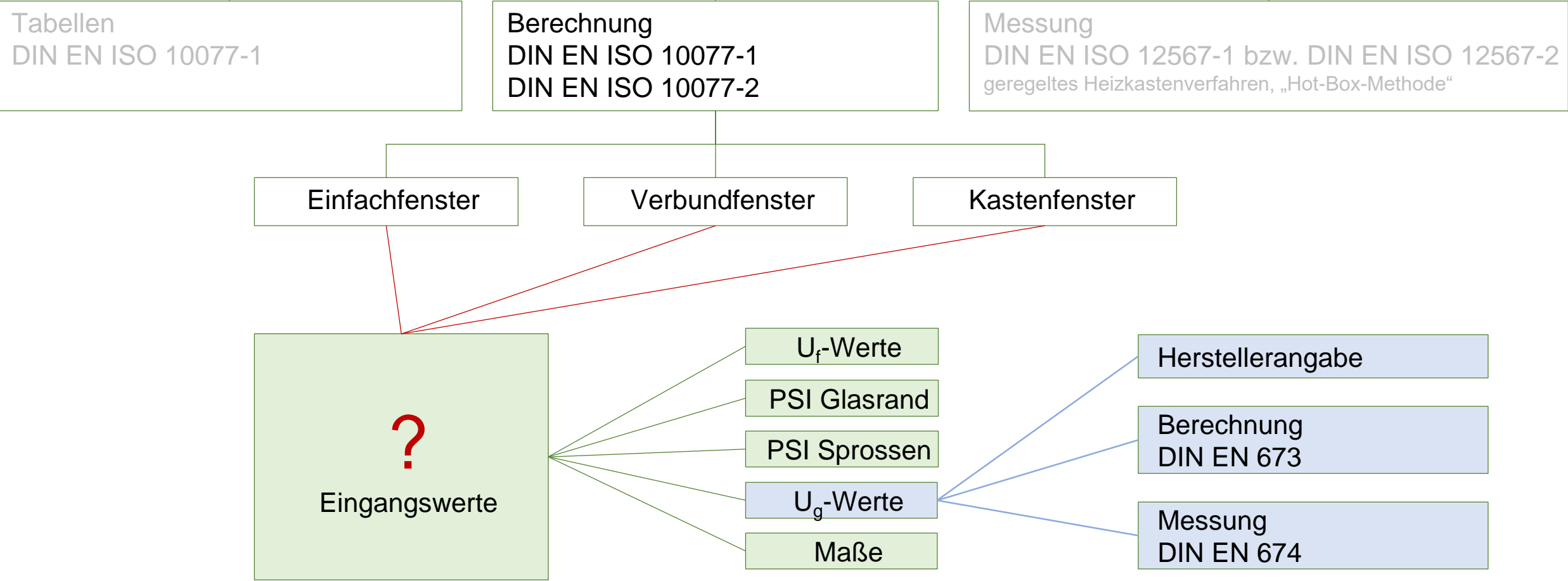
Erhöhung der Energieeffizienz: U_W -Wert

Möglichkeiten der Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für Fensterkonstruktionen - U_W



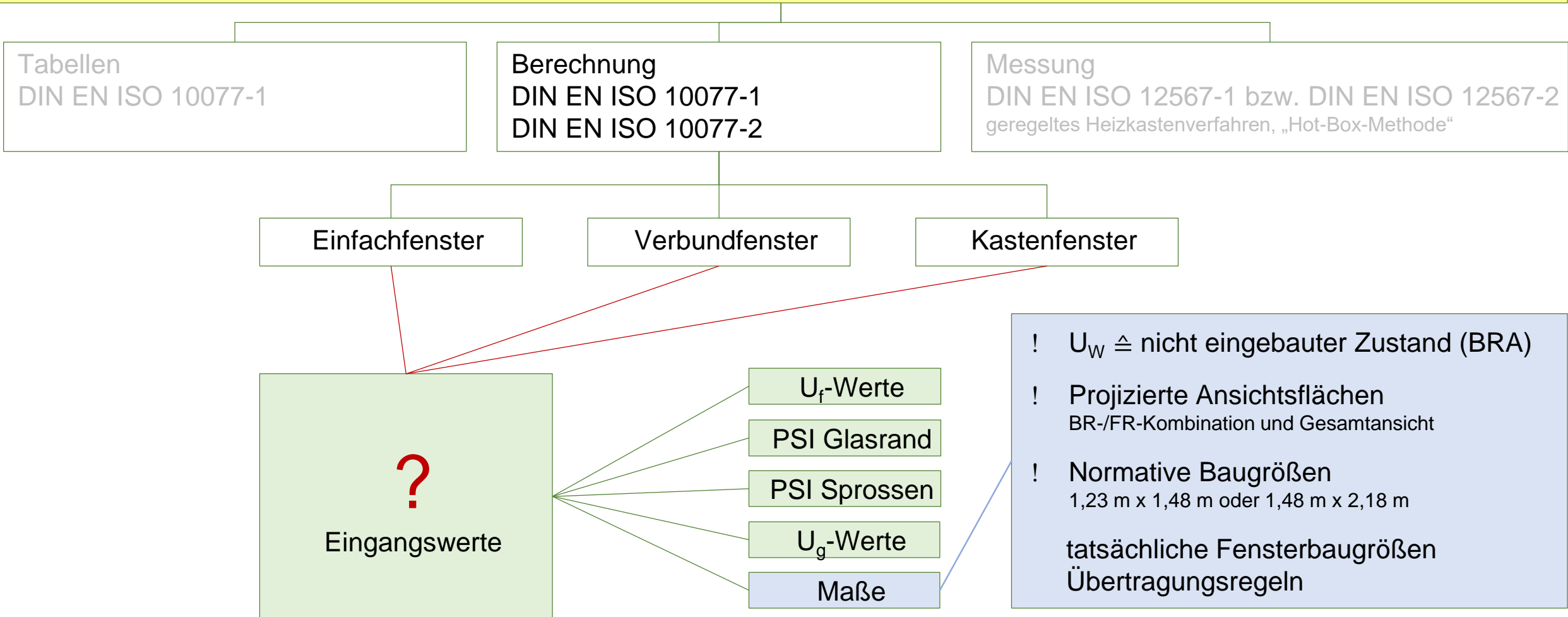
Erhöhung der Energieeffizienz: U_W -Wert

Möglichkeiten der Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für Fensterkonstruktionen - U_W



Erhöhung der Energieeffizienz: U_W -Wert

Möglichkeiten der Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für Fensterkonstruktionen - U_W



Erhöhung der Energieeffizienz – Ganzheitliche Sicht (Gebäude/Quartiere)

Minimierung von Transmissionswärmeverlusten Q_T

- geeignete Dämmung und geringe **U-Werte** für Wand, Dach, **Bauelemente** (Rahmen, Glas, Füllungen) → Senkung Primärenergieverbrauch
- Vermeidung / Reduzierung von Wärmebrücken (→ Bauanschlüsse)
- kompakte Bauweisen (→ geringe Hüllfläche A im Verhältnis zum beheizten Volumen V)

Minimierung von Lüftungswärmeverlusten Q_V

- Reduzierung ungewollter Lüftungsverluste (Energie, Komfort)
- Schadensvermeidung durch luftdichte Ausführung (Fälze, Anschlussfugen, Durchdringungen)
Achtung! erfordert eine gewerkeübergreifende Detailplanung und besondere Sorgfalt bei der Ausführung.

Energiegewinne / Bilanzierung

- **Optimierung solarer Gewinne Q_S**
südorientierte Fensterflächen, g-Werte i.A. der Himmelsrichtung, optimale Fenstergrößen
GEG 2025: Berücksichtigung solarer Gewinne bei transparenten Bauteilen geplant
 - **Nutzung innerer Wärme-Gewinne Q_I**
 - Einsatz kontrollierter Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung
 - nutzungsbedingt vor allem im Nichtwohnungsbau (hohe Personenbelegungsdichten und Gerätedichten)
 - Achtung! Gewinne im Heizfall ⇔ zusätzliche Lasten im Sommer
- optimale Tageslichtnutzung
- Beschränkung solarer Einträge → somm. Wärmeschutz (z. B. Verschattung/Automation) → Red. Kühlbedarf
- Vorrangig in Heizperiode

Weitere Themen zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten bei Fensterkonstruktionen

Schadstoffarmes Bauen

Schimmelpilzbildung & Tauwasserausfall

Tauwasserausfall: Ursachen

absolute Luftfeuchtigkeit (g/m^3) „Wassergehalt“

... beschreibt die Wassermenge, die in einem bestimmten Luftvolumen in Form von Wasserdampf tatsächlich enthalten ist.

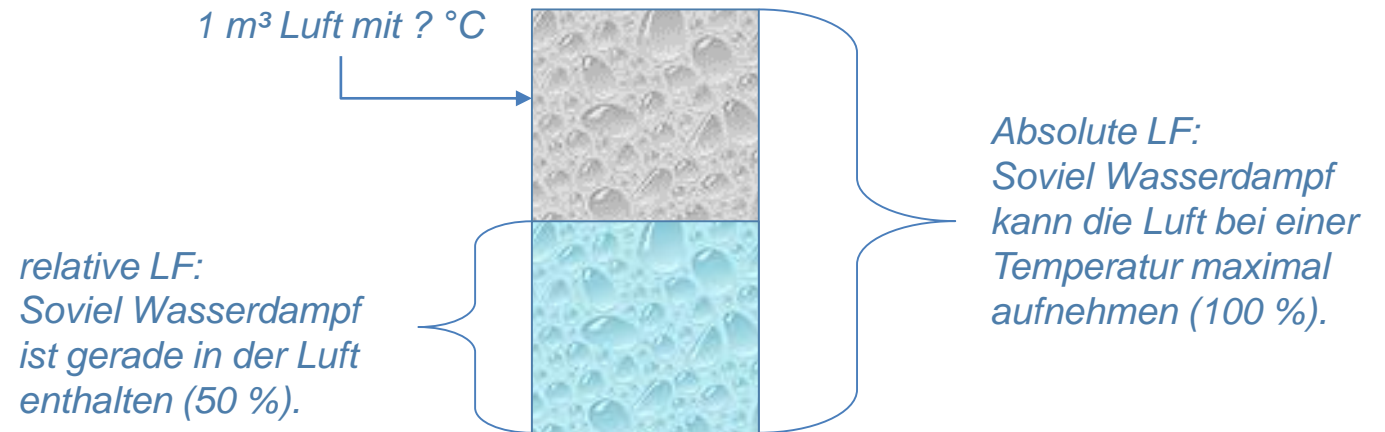
relative Luftfeuchtigkeit (% rel. LF) „prozentuale Wasserdampfsättigung“ der Luft

... beschreibt die in einem bestimmten Luftvolumen enthaltene Wassermenge *im Verhältnis* zur maximal aufnehmbaren Wassermenge *bei einer bestimmten Lufttemperatur*.

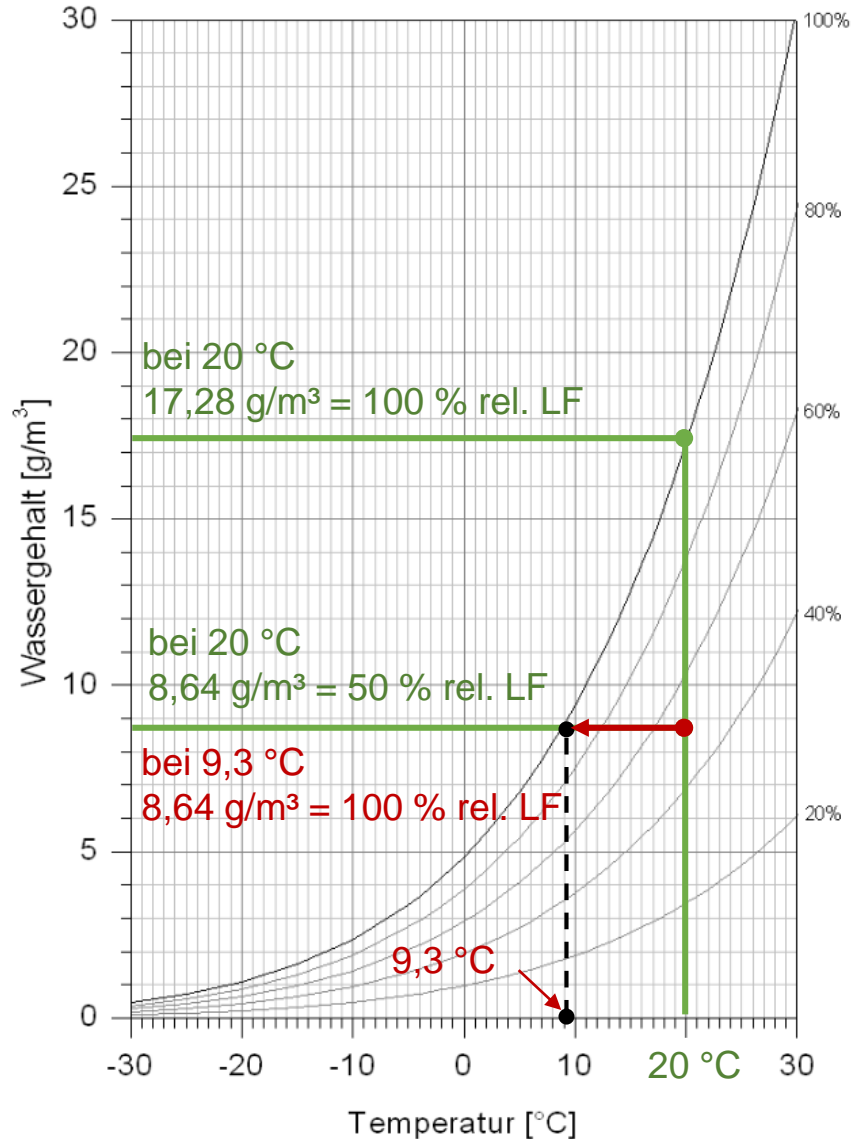
In Abhängigkeit der Lufttemperatur kann Luft immer nur eine bestimmte maximale Wassermenge aufnehmen ($\text{g Wasser}/\text{m}^3 \text{ Luft}$)

Warme Luft kann eine größere Menge Wasserdampf aufnehmen als kalte Luft.

Taupunkttemperatur \triangleq Temperatur, bei der die maximal aufnehmbare Wassermenge erreicht ist \rightarrow rel. LF beträgt 100 %



Tauwasserausfall: Ursachen



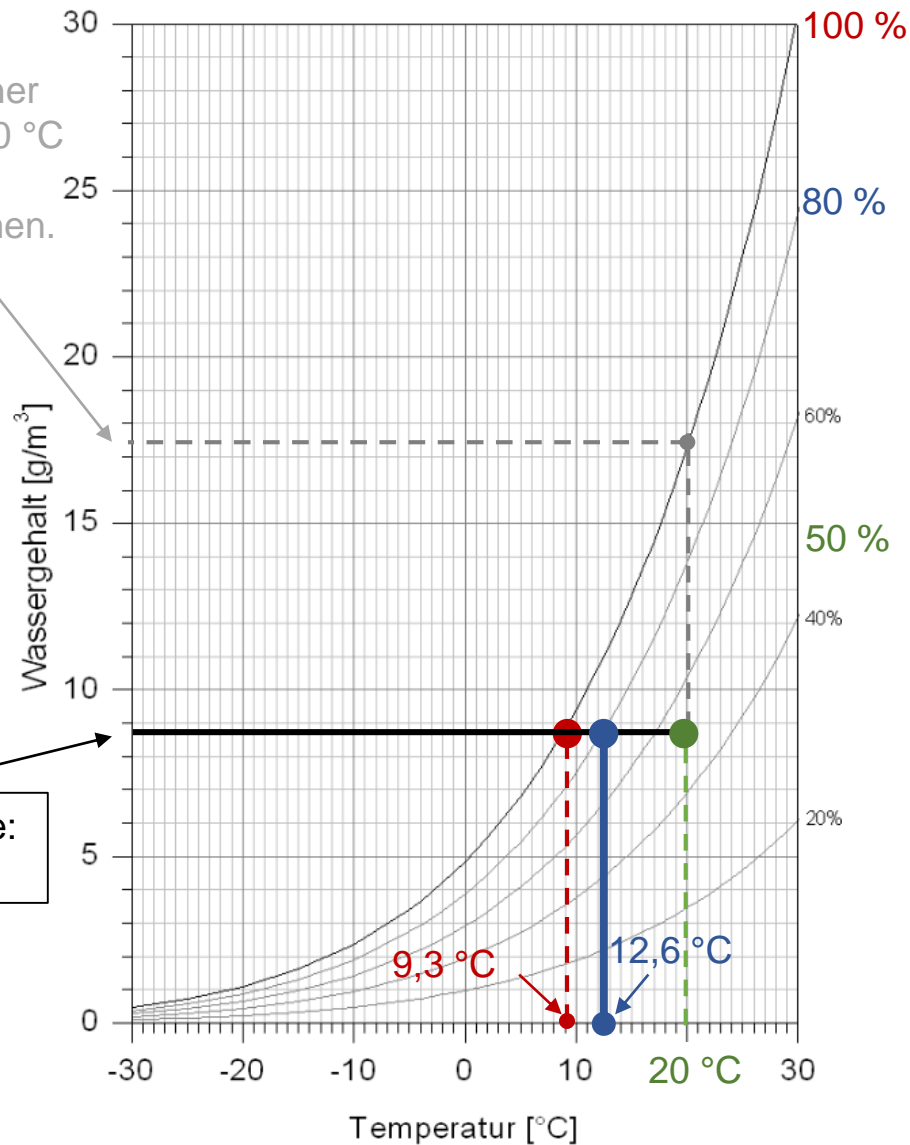
Tauwasser bildet sich an Flächen, deren Oberflächentemperatur unter der Taupunkttemperatur der angrenzenden Raumluft liegt.

Lufttemperatur in °C	Taupunkttemperaturen in °C		
	relative Luftfeuchte		
	40 %	50 %	60 %
16	2,4	5,6	8,2
18	4,2	7,4	10,1
20	6,0	9,3	12,0
22	7,8	11,1	13,9
24	9,6	12,9	15,8

Schimmelpilzbildung: Ursachen

1 m³ Luft kann bei einer Lufttemperatur von 20 °C max. 17,28 g Feuchtigkeit aufnehmen.

Absolute Luftfeuchte:
8,64 g/m³



Schimmelpilze können sich bereits ausbilden, wenn an mind. 5 aufeinander folgenden Tagen für mind. 12 h/d eine oberflächennahe* relative Luftfeuchte von über **80 %** vorhanden ist und ein entsprechender Nährboden (z. B. Hausstaub) gegeben ist.

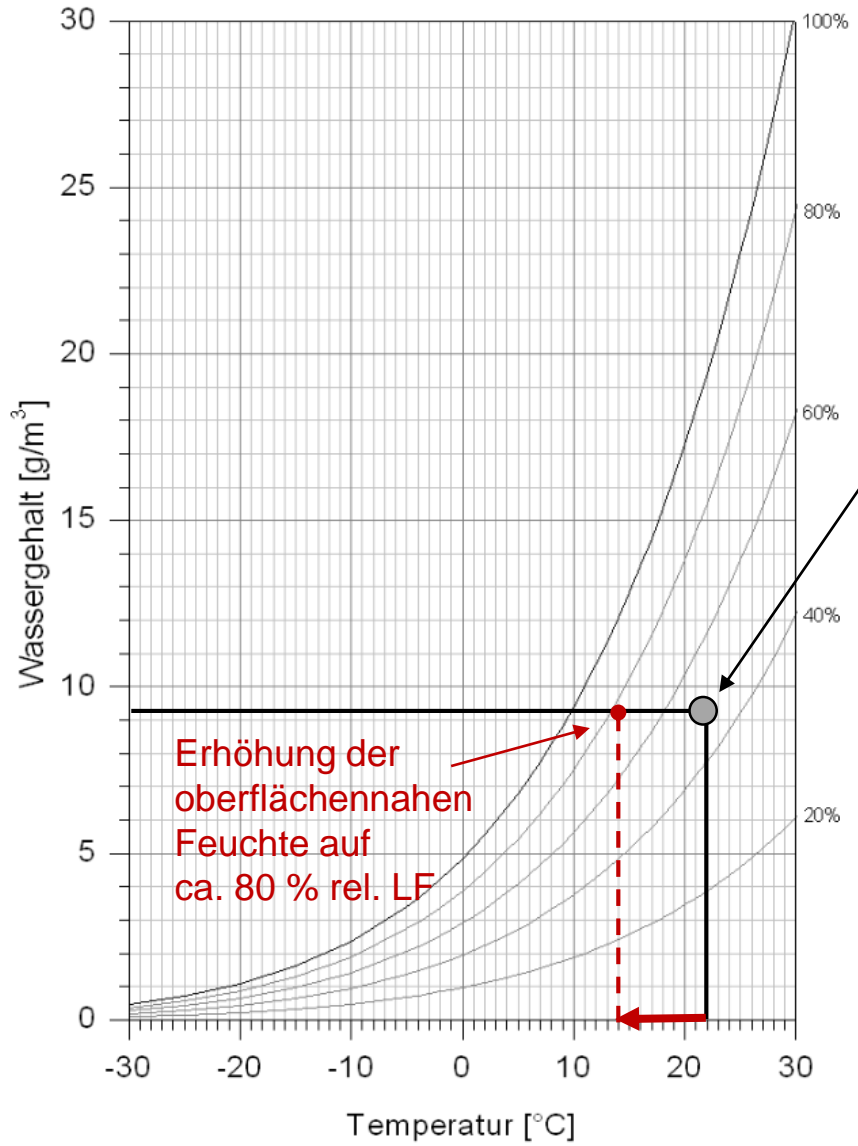
● rel. LF bei 9,3 °C = 100 %

● rel. LF bei 12,6 °C = 80 %

1 m³ Luft, die 8,64 g Feuchte enthält, ist bei 12,6 °C erst zu 80 % gesättigt.

● rel. LF bei 20 °C = 50 %

Schimmelpilzbildung: Ursachen



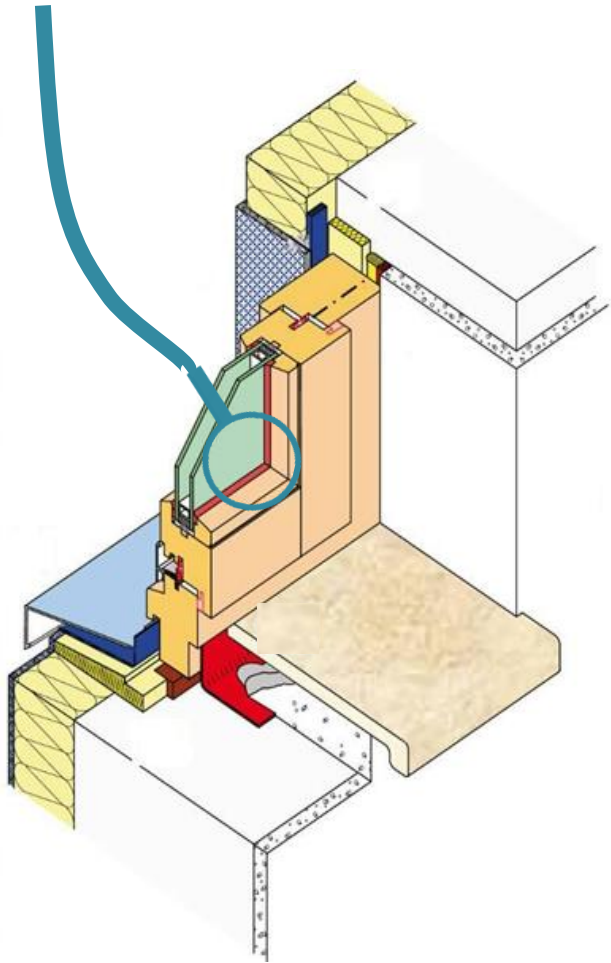
Zustand der Raumluft:
22 °C
50 % rel. LF

Erhöhung der
oberflächennahen
Feuchte auf
ca. 80 % rel. LF

Abkühlung von 22 °C auf 14 °C

Schimmelpilzbildung und Tauwasserausfall *am Glasrandbereich*

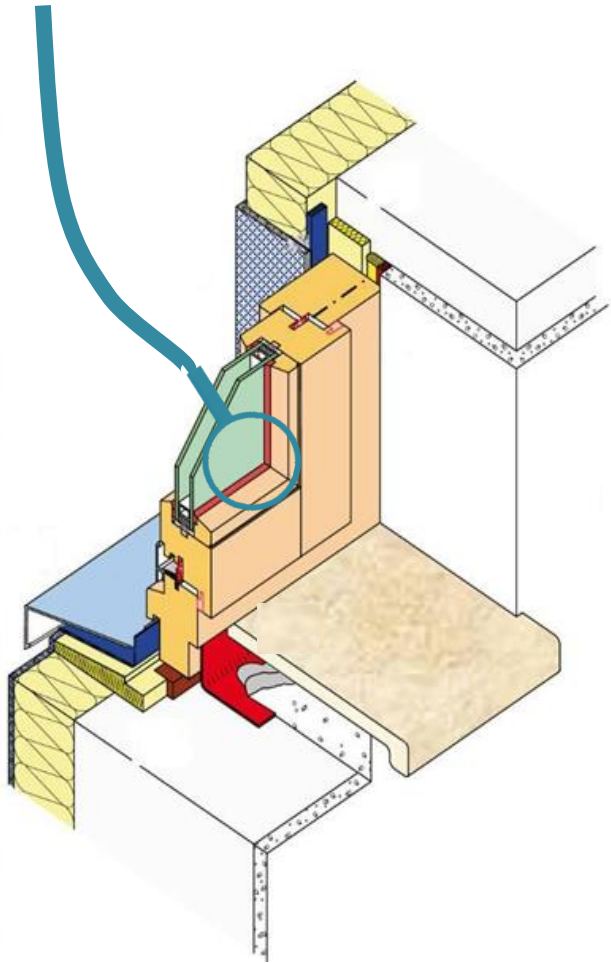
Raumseitiger Glasrandbereich



<https://www.baunetzwissen.de/bauphysik/fachwissen/feuchteschutz/tauwasser-auf-in-bauteilen-4390561/gallery-1/1>

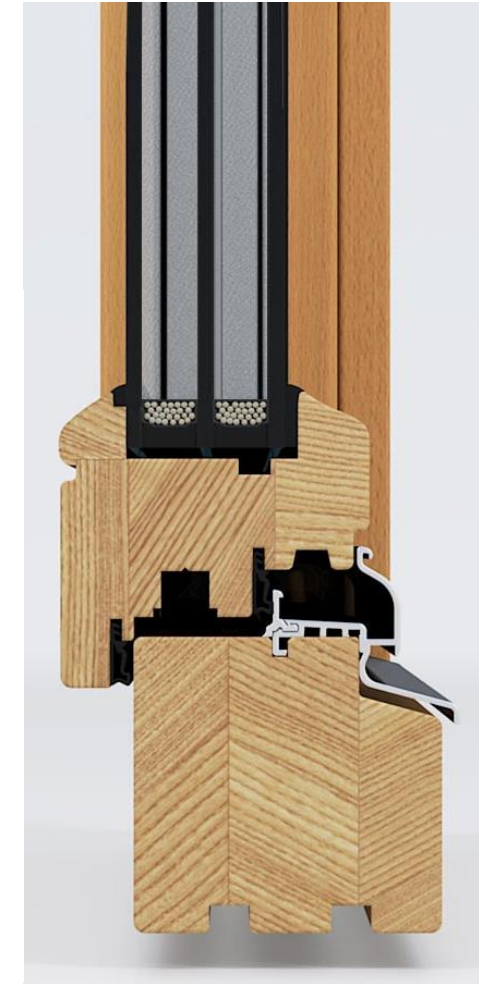
Schimmelpilzbildung und Tauwasserausfall *am Glasrandbereich*

Raumseitiger Glasrandbereich



Hauptinflussgrößen auf die raumseitige Oberflächentemperatur am Glasrandbereich:

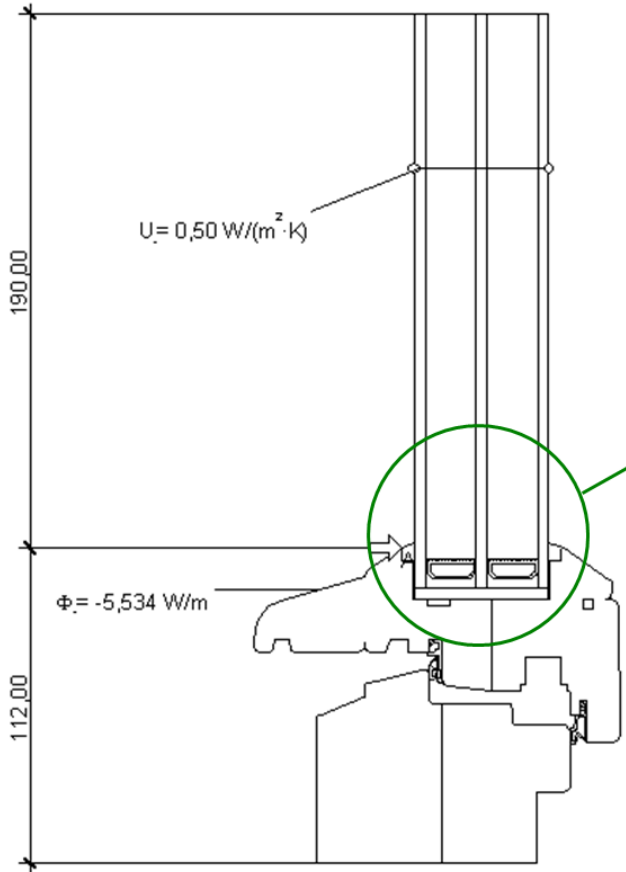
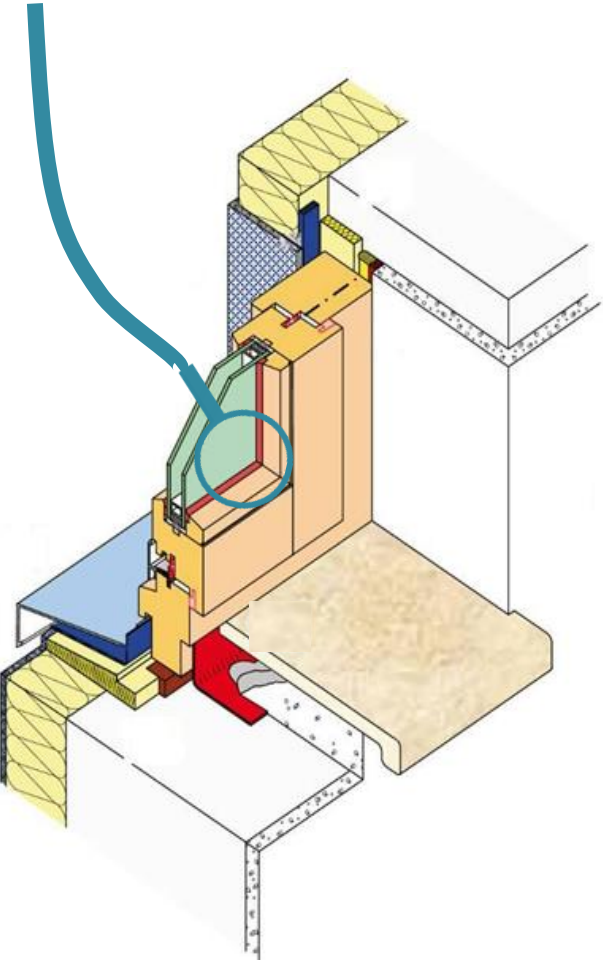
- Art des Abstandhalters (Geometrie und Material)
- Einstandtiefe des Glases im Glasfalz (bei hochwärmedämmenden FR bis zu 30 mm)
- U_f -Wert des Fensterrahmens (Material)
- U_g -Wert der Verglasung
- Dicke des Verglasungspaketes



<http://www.unilux.de/de/fenster/holz-fenster/rund.html>

Schimmelpilzbildung und Tauwasserausfall am Glasrandbereich

Raumseitiger Glasrandbereich



L^{2D} : längenbezogener thermischer Leitwert

$$L^{2D} = \frac{\text{Gesamtwärmestrom [W/m]}}{\text{Temperaturdifferenz [K]}}$$

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \psi_{g_mittel}}{A_{ges}}$$

Numerische Berechnung der Einzelwerte für unten, oben, seitlich, Stulp ...
DIN EN ISO 10211

$$\psi = L^{2D} - \sum_{j=1}^J U_j \cdot I_j$$

$$L^{2D} = \frac{5,534 \text{ W/m}}{20 \text{ K}}$$

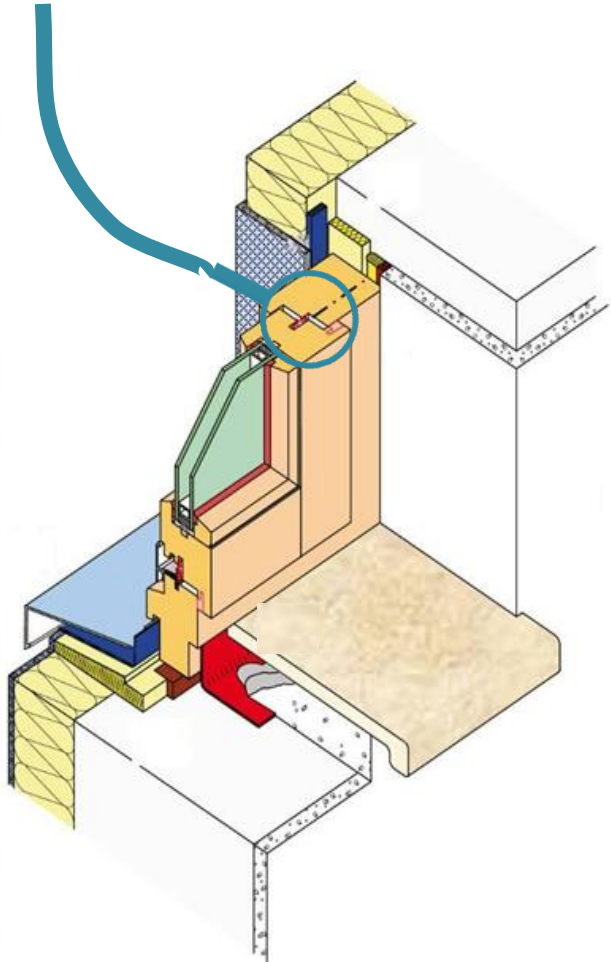
$$U_f = 1,28 \text{ W/m}^2\text{K} \quad I_f = 0,112 \text{ m}$$

$$U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K} \quad I_g = 0,19 \text{ m}$$

$$\psi_{g,unten} = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Schimmelpilzbildung und Tauwasserausfall *im BR-FR-Falzbereich*

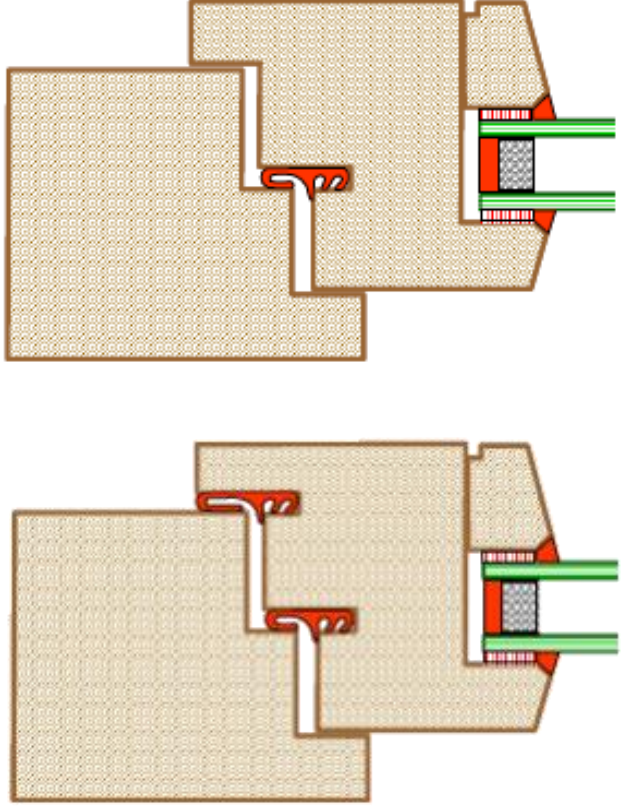
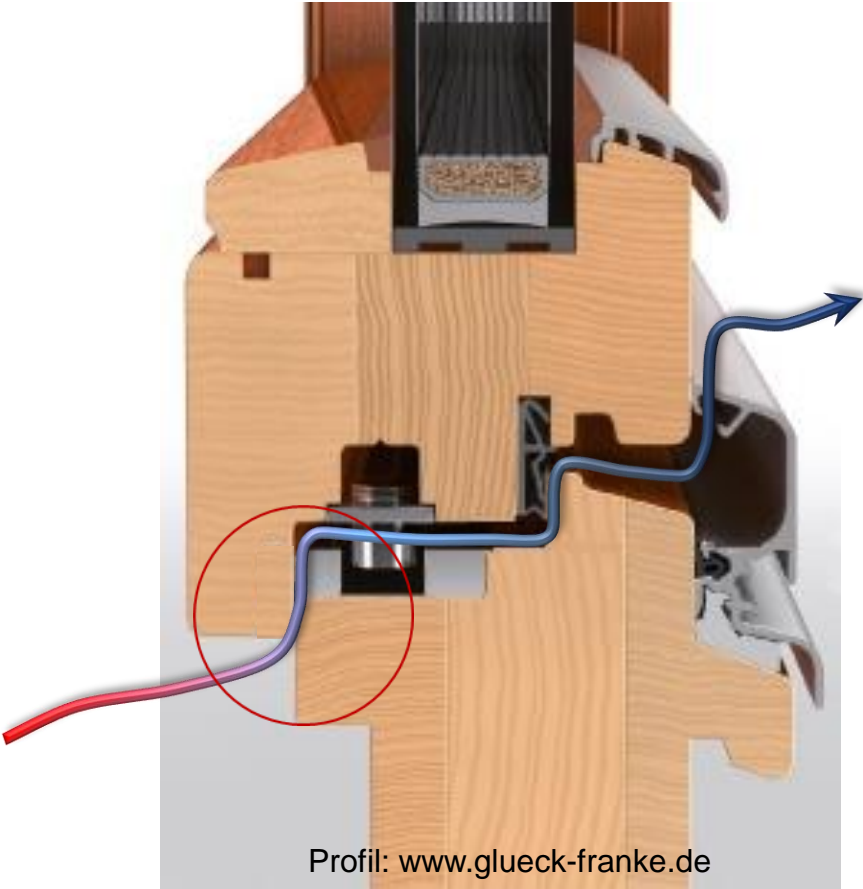
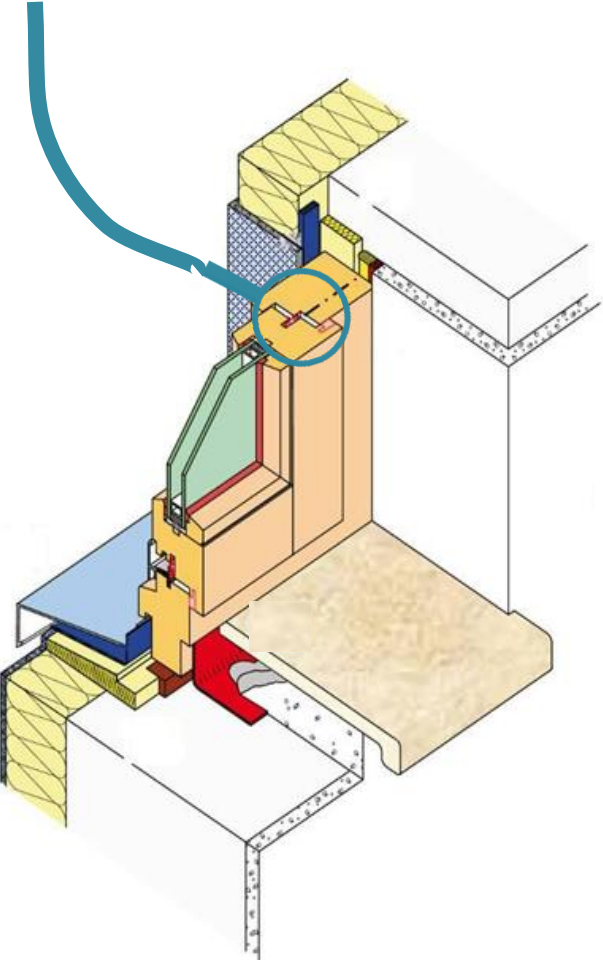
BR-FR-Falzbereich



Fotos: K. Schweitzer

Schimmelpilzbildung und Tauwasserausfall *im BR-FR-Falzbereich*

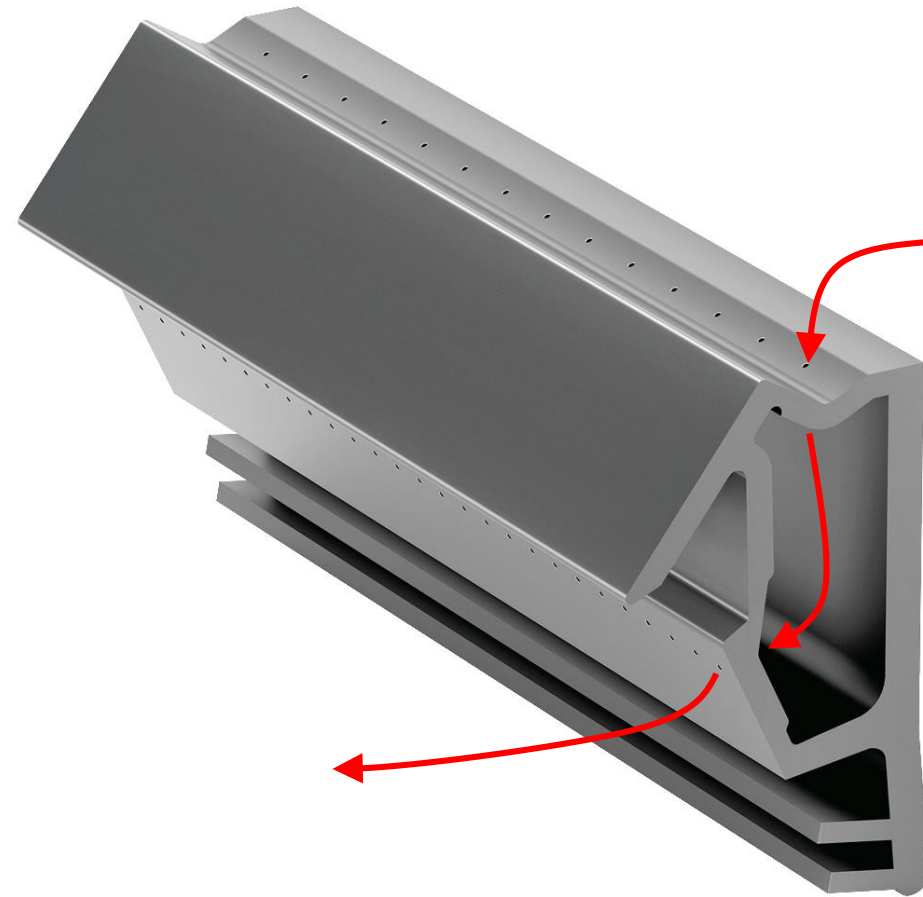
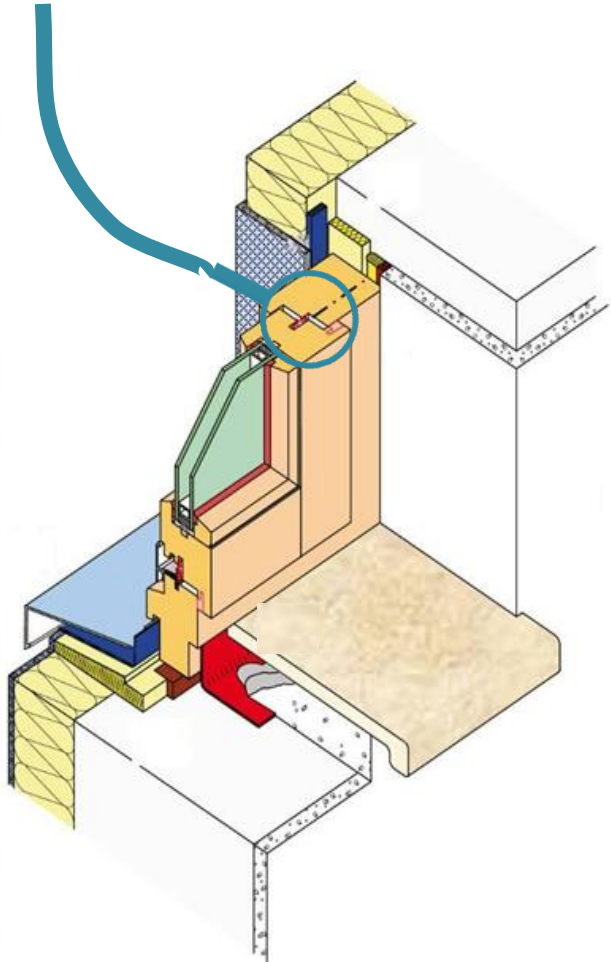
BR-FR-Falzbereich



Mitteldichtung
Mitteldichtung und
Überschlagdichtung

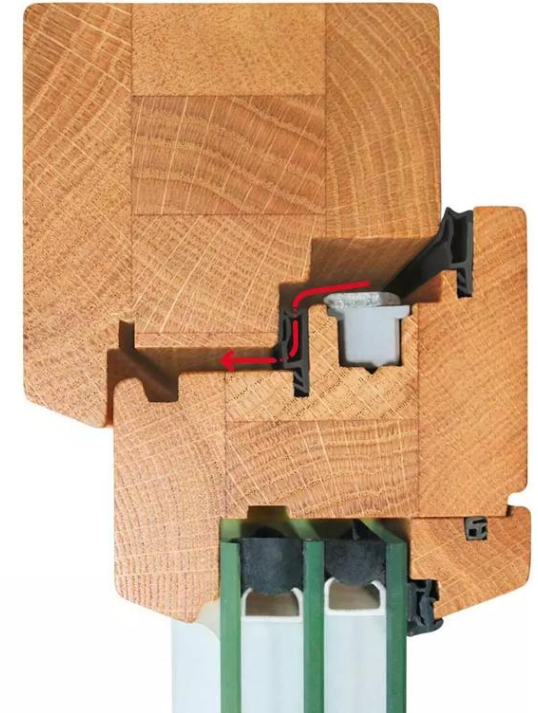
Schimmelpilzbildung und Tauwasserausfall *im BR-FR-Falzbereich*

BR-FR-Falzbereich



„Diffusionsoffene“ Dichtprofile

Abbildungen: DEVENTER Profile GmbH, Member of Roto Group



ZIM-Kooperationsprojekt der AiF Projekt GmbH
(Laufzeit 5/2014 bis 04/2016)

- DEVENTER Profile GmbH & Co. KG
(FKZ: KF 3249801HF3)
- IHD, Institut für Holztechnologie Dresden
gemeinnützige GmbH (FKZ: KF 2178728HF3)

Weitere Themen zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten bei Fensterkonstruktionen

Geringe Wartungs- und Pflegeaufwände

Oberflächenbeschichtung ⇔ Holz

Oberflächenbeschichtung

Einflusskriterien auf die Oberflächenqualität

- (1) Holz (Art, Qualität, Eignung) und Holzfeuchte (13 % ± 2)
- (2) Geeignete Profilgeometrie
- (3) mechanischen Untergrundvorbereitung (Technologie)
- (4) Auswahl des Beschichtungsmaterials (Lasur / deckende Beschichtung)**
- (5) Beschichtungsaufbau und -dicke
- (6) Applikationsart (Tauchen, Spritzen, Fluten) und Applikationsverfahren



Planungsaufgabe!
u.a. abhängig von ...

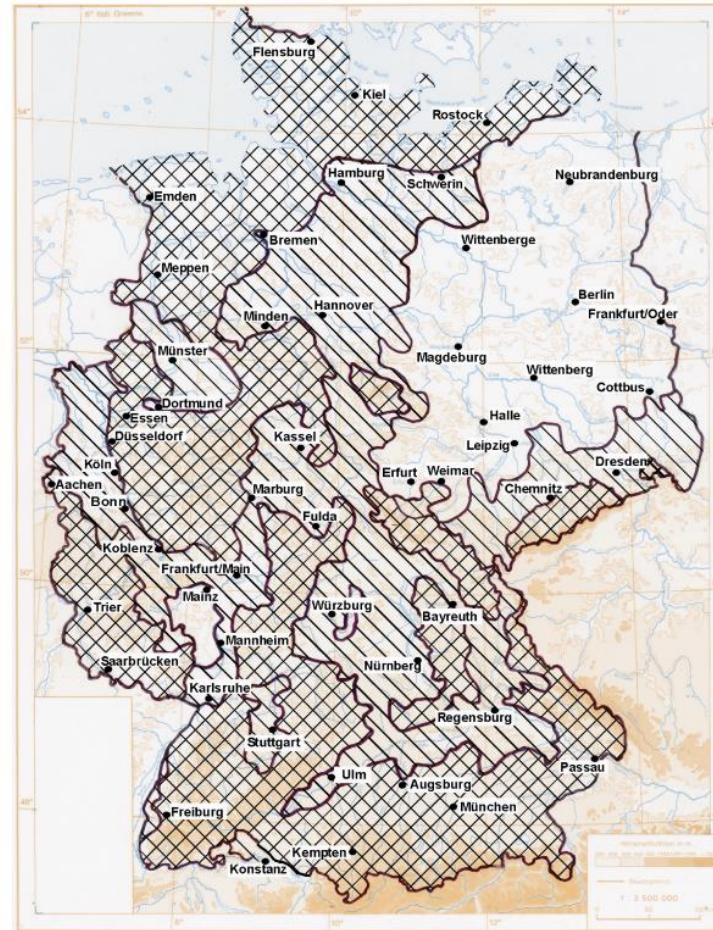
- Holzspezifischen Eigenschaften, Unterscheidung z. B. nach:
 - Harzreiche Nadelhölzer Kiefer, Douglasie, Pitch pine
 - Harzarme Nadelhölzer Fichte, Redwood
 - Laubhölzer Sipo, Meranti, Teak, Eiche
- den **zu erwartenden Anforderungen am Einsatzort**, z. B.:
 - Bewitterungsbeanspruchung
 - baulichen Gegebenheiten
 - Oberflächentemperaturen
 - UV-Schutz

Oberflächenbeschichtung

Planungsaufgabe!
maßgeblich abhängig von ...

➤ den zu erwartenden Anforderungen
am Einsatzort, z. B.:

- Bewitterungsbeanspruchung
- baulichen Gegebenheiten
- Oberflächentemperaturen
- UV-Schutz



	Beanspruchungsgruppe I geringe Schlagregenbeanspruchung
	Beanspruchungsgruppe II mittlere Schlagregenbeanspruchung
	Beanspruchungsgruppe III starke Schlagregenbeanspruchung



Quelle: E DIN 4108-3 (2023), Bild 18

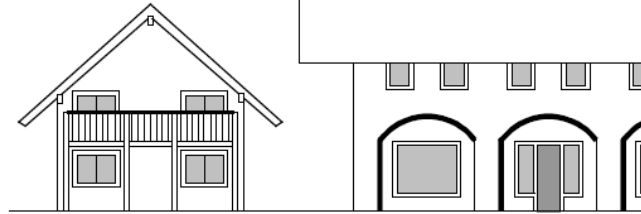
Übersichtskarte zur Schlagregenbeanspruchung in der Bundesrepublik Deutschland (Datengrundlage: Deutscher Wetterdienst)

Oberflächenbeschichtung

Planungsaufgabe!
maßgeblich abhängig von ...

➤ den zu erwartenden Anforderungen am Einsatzort, z. B.:

- Bewitterungsbeanspruchung
- baulichen Gegebenheiten
- Oberflächentemperaturen
- UV-Schutz



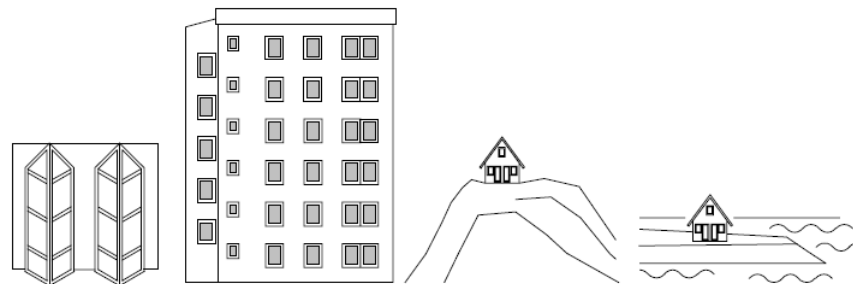
Baulicher Schutz
z. B. Vordächer, Arkaden

→ Indirekte Bewitterung



Normal bebautes Gebiet, niedrige bis mittelhohe Gebäude, natürlicher Schutz durch Bäume oder andere Gebäude

→ Direkte Bewitterung



Exponierte Lage
Berge, Küsten

Hochhäuser, hohe Erker

→ Extrem direkte Bewitterung

Quelle: in Anlehnung an ifz info 5/03

Oberflächenbeschichtung

Planungsaufgabe!

maßgeblich abhängig von ...

➤ den zu erwartenden Anforderungen am Einsatzort, z. B.:

- Bewitterungsbeanspruchung
- baulichen Gegebenheiten
- **Oberflächentemperaturen**
- UV-Schutz

Einflussfaktoren auf sich einstellende Oberflächentemperatur

Material-eigenschaften

- Reflexion u.a. i. A. der **FARBE**
- Transmission i. A. der Wärmeleitfähigkeit
- Absorption u.a. i. A. der Temperatur
absorbierte Strahlung wird im Bauteil in Wärme umgewandelt

Beschaffenheit der Oberfläche

Die *Rauheit* bzw. *Struktur* einer Oberfläche kann die *Wärmeübertragung* zwischen zwei aneinander liegenden Materialien beeinflussen.

Weitere Einflüsse

- Temperaturunterschied zwischen Innen und Außen (Temperaturgradient über Querschnitt)
- Windgeschwindigkeit
beeinflusst die Wärmeübergangswiderstände
- Umgebungsbedingungen
Himmelsrichtung, Art der Sonnenstrahlung, Niederschlag

Oberflächenbeschichtung

Planungsaufgabe!
maßgeblich abhängig von ...

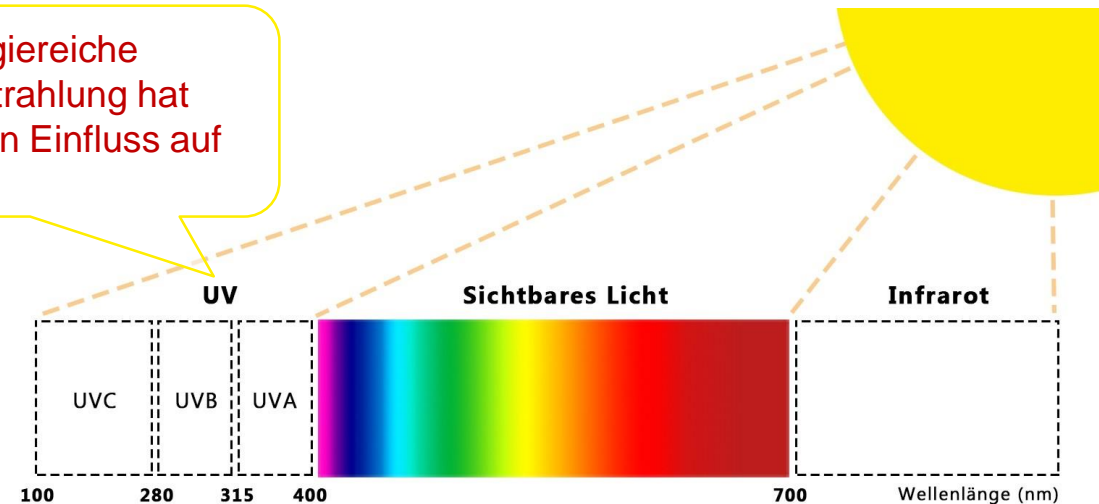
➤ den zu erwartenden Anforderungen am Einsatzort, z. B.:

- Bewitterungsbeanspruchung
- baulichen Gegebenheiten
- Oberflächentemperaturen

- UV-Schutz

- Eindringung der Strahlung (Absorption) in Holz ist unterschiedlich abhängig von Wellenlänge: UV-Licht dringt max. 75 µm ein, sichtbares Licht bis zu 200 µm

Speziell die energiereiche kurzwellige UV-Strahlung hat einen signifikanten Einfluss auf Holzoberflächen.



- Eindringen der Strahlung verursacht photochemischen Abbau
Die einzelnen Komponenten (Lignin, Zellulose, Hemizellulose und Holzinhaltstoffe) unterscheiden sich in ihren Absorptionseigenschaften.

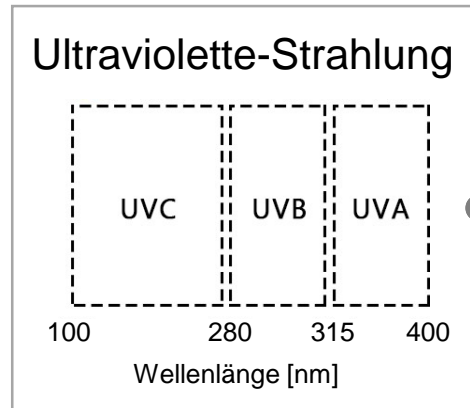
Oberflächenbeschichtung

Planungsaufgabe!

maßgeblich abhängig von ...

➤ den zu erwartenden Anforderungen am Einsatzort, z. B.:

- Bewitterungsbeanspruchung
- baulichen Gegebenheiten
- Oberflächentemperaturen
- UV-Schutz



Auswirkungen auf unbeschichtete Holzoberflächen: Vergrauung



Auswirkungen bei beschichteten Holzoberflächen:
abhängig von Pigmentierung !!!






Oberflächenbeschichtung → *Unterstützung bei der Auswahl*



Anstrich-Check für Fenster und Haustüren aus Holz

Schritt 1: Ermitteln Sie die Belastungsgruppe.

Die Belastungsgruppe ergibt sich aus der Bewitterungssituation, der die Holzbauteile nach dem Einbau ausgesetzt sind: Art des Einbaus, Größe des Dachüberstands und Gebäudelage spielen dabei eine Rolle.

Art des Fenstereinbaus	Dimension des Dachüberstandes	Erdgeschoss und 1. bis 3. Obergeschoss	freistehend oder Hanglage oder ab 3. Obergeschoss	Gebirgs- oder Küstenregion
zurückgesetzt	groß 	0	0	1
fassadenbündig		1	1	2
zurückgesetzt	mittel 	1	2	3
fassadenbündig		2	3	4
zurückgesetzt	klein 	2	3	4
fassadenbündig		3	3	4

In Anlehnung an Tabelle „Anstrichgruppen für Fenster und Außentüren“ des Instituts für Fenstertechnik e. V., Rosenheim

- 0** = nicht direkt bewittert
- 1** = leicht bewittert
- 2** = mittelstark bewittert
- 3** = stark bewittert
- 4** = sehr stark bewittert

Drehen Sie den **Anstrich-Check** jetzt um und ermitteln Sie, welches Beschichtungssystem Sie wählen können.



Oberflächenbeschichtung → *Unterstützung bei der Auswahl*



Anstrich-Check für Fenster und Haustüren aus Holz

Schritt 2: Ermitteln Sie die passende Beschichtung.

Wenn Sie die Belastungsgruppe (siehe Vorderseite) festgestellt haben, können Sie hier ablesen, welche Beschichtung in welchem Farbton für außen liegende Holzbauteile zu empfehlen ist. Gleichzeitig erhalten Sie einen Hinweis auf die Renovierungsintervalle.

Holzart	Nadelholz				Tropen- und Laubholz			
	lasierend		deckend		lasierend		deckend	
Farbtöne	hell	mittel und dunkel	hell und mittel	dunkel	hell	mittel und dunkel	hell und mittel	dunkel
0								
1								
2								
3								
4								

Empfohlene Renovierungsintervalle

	5 und mehr Jahre (sehr zu empfehlen)		2 bis 2,5 Jahre (noch zu empfehlen)		deutlich weniger als 2 Jahre
	3 bis 4,5 Jahre (zu empfehlen)		weniger als 2 Jahre (nicht zu empfehlen)		(unzulässig nach den Richtlinien des ift)

Bei Anwendung von Pflegemilch ein- bis zweimal pro Jahr werden diese Renovierungsintervalle erheblich verlängert.

Initiative ProHolzfenster e.V.

Kandlstr. 26
93098 Mintraching
Tel.: 09406/95 99 06
Fax 09406/95 99 07
info@proholzfenster.de
www.proholzfenster.de