



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences



Holzfassaden: Witterung und Schutzmaßnahmen - Möglichkeiten und Grenzen im Überblick

Dr. Thomas Volkmer, 12. Europäischer Kongress, Effizientes Bauen mit Holz
im urbanen Raum, 23. / 24. Oktober 2019 Köln

Holzfassaden – Schützen, warum und wie?

Der Werkstoff Holz gehört zur Gruppe der organischen Materialien und ist ein Teil des natürlichen Kreislaufes in der Natur und als solches immer durch verschiedenste Abbauprozesse gefährdet.

Möglichkeiten des Schutzes!

- Organisatorischer Holzschutz
- Natürlicher Holzschutz
- Baulicher Holzschutz (konzeptionell, konstruktiv)
- Physikalischer Holzschutz (Feuchte, Strahlung, Schmutz, Mikroorganismen)
- Holzmodifikation
- Biologischer Holzschutz
- Chemischer Holzschutz

Klimatische Einflüsse

- **Niederschlag** mit und ohne Wind und **Feuchtigkeit** allgemein (Hydrolytischer Abbau)
- **Temperatur** (Luft-/ Oberflächentemperatur, Thermischer Abbau oder Zersetzung)
- **Sonnenlicht** (Globalstrahlung, fotochemischer Abbau)
- **Wind** (Abrasion)
- **Erdreich**
- **Verunreinigungen** in der Luft

Bewitterungsverlauf am Beispiel Fichte/Eiche
(45° geneigt Süd, 1 Jahr, Biel)



Physikalischer Holzschutz: Oberflächenbehandlung

Aufgaben

- Verhindern oder Verminderung der (flüssigen) Feuchteaufnahme
- Verminderung des Quell- und Schwindverhaltens (Rissbildung, Spannungsentwicklung)
- Abhaltung der UV-Strahlung
- Vermeidung des Befalls durch Mikroorganismen
- Schutz vor mechanischer Abwitterung
- Dekorative Wirkung

Anforderungen

- Wasserdampfdiffusion darf nicht behindert sein
- Endbeschichtungen müssen dauerhaft sein
- Gute Haftung (Verwendung von Voranstrichen)
- Lange Instandsetzungsintervalle
- Möglichkeiten der farblichen Gestaltung

Praxisrelevante Schutzmöglichkeiten von Holzfassaden (materialbezogen)

```
graph TD; A[Praxisrelevante Schutzmöglichkeiten von Holzfassaden (materialbezogen)] --> B[Keine Behandlung];
```

Keine Behandlung



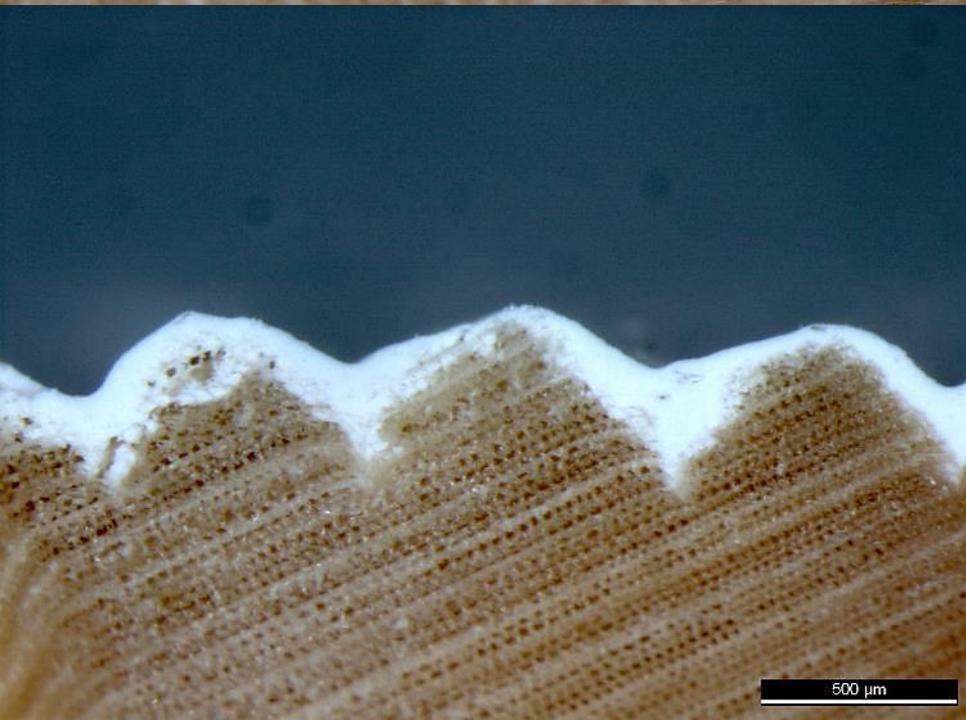
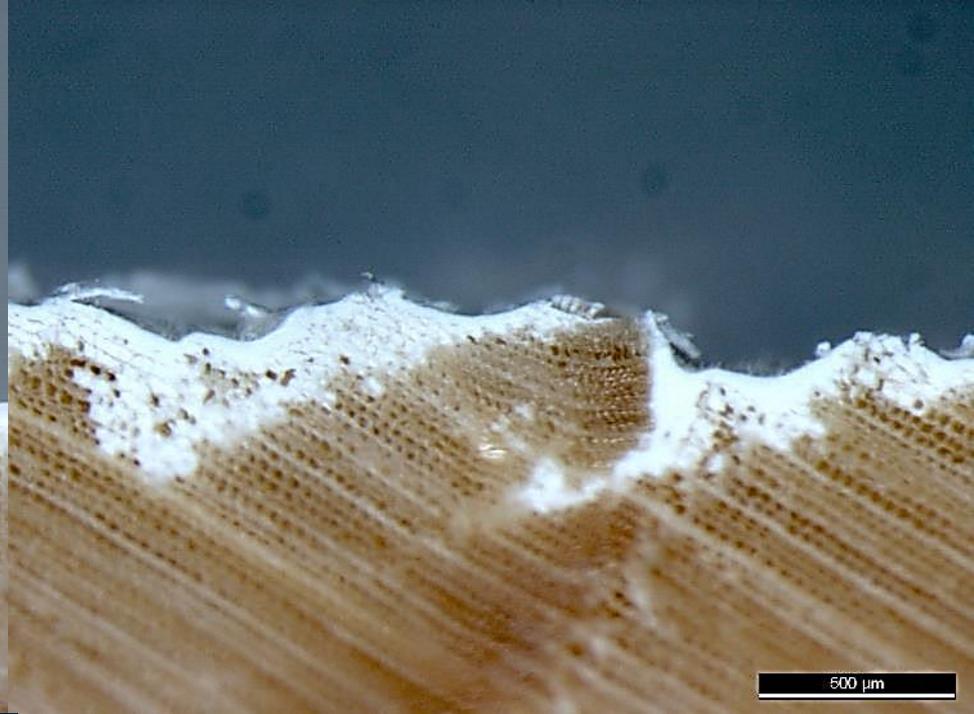
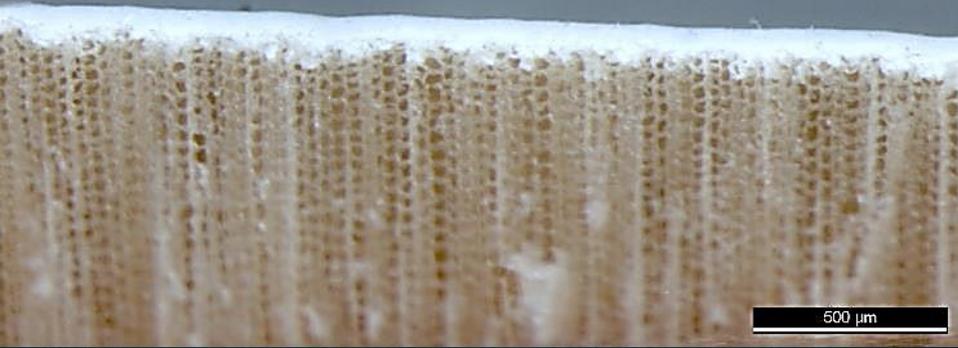
Holzbaasierte Substrate

- Vollholz (Fichte, Tanne, Lärche, Douglasie)
- Dreischichtplatten, Sperrholzplatten
- Faserplatten (Bindemittel, modifizierte Varianten)
- Vollkernplatten/Laminate



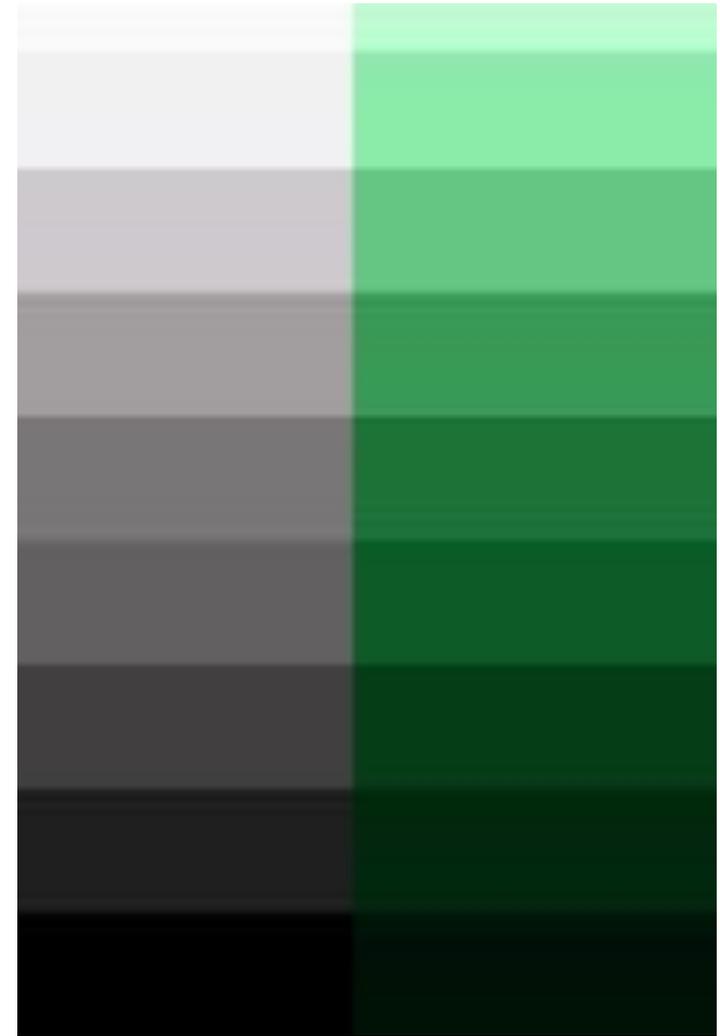
Substratbeschaffenheit

- gehobelt/geschliffen
- sägefein/sägeroh
- strukturiert



Einfluss des Farbtons - Hellbezugswert

- Die Farbgestaltung ist nahezu unbegrenzt (über 50'000 Farbtöne)
- Hellbezugswert – Anteil der sichtbaren Strahlung, welche von einer Oberfläche zurückgeworfen wird (Reflexion eines Farbtons)
- Absolut schwarze Oberfläche = 0
- Absolut weisse Oberfläche = 100
- Hellbezugswerte unter 20 sind zu vermeiden
- Bei dunklen Flächen treten höhere Oberflächentemperaturen auf und grössere Temperaturschwankungen
- Hohe Oberflächentemperaturen können auch im Winter auftreten
- Verschmutzungen senken den Hellbezugswert ab



<https://www.farbenergie.com/2011/05/hellbezugswert-farbtone-farben/>

Einfluss des Farbtons - Hellbezugswert

Hellbezugswert	Grautöne	Gelbtöne	Rottöne	Blautöne
> 80 OFT 40° C	 ON.00.90 Hellbezugswert 91	 F2.07.88 Hellbezugswert 88	 C0.10.80 Hellbezugswert 80	 T0.10.80 Hellbezugswert 80
	 ON.00.81 Hellbezugswert 81	 F2.15.85 Hellbezugswert 85		
50 bis 80 OFT 50° C	 ON.00.76 Hellbezugswert 76	 F2.55.75 Hellbezugswert 75	 C0.20.70 Hellbezugswert 70	 T0.20.70 Hellbezugswert 70
	 ON.00.60 Hellbezugswert 60	 F2.40.60 Hellbezugswert 60	 C0.20.60 Hellbezugswert 60	
20 bis 50	 ON.00.50 Hellbezugswert 50	 E8.50.50 Hellbezugswert 50	 C0.40.50 Hellbezugswert 50	 T0.20.50 Hellbezugswert 50
	 ON.00.40 Hellbezugswert 40		 C0.30.40 Hellbezugswert 40	 T0.20.40 Hellbezugswert 40
	 ON.00.31 Hellbezugswert 31	 E8.25.35 Hellbezugswert 35	 C0.30.30 Hellbezugswert 30	 U0.40.30 Hellbezugswert 30
< 20 OFT 70° C	 ON.00.21 Hellbezugswert 19			

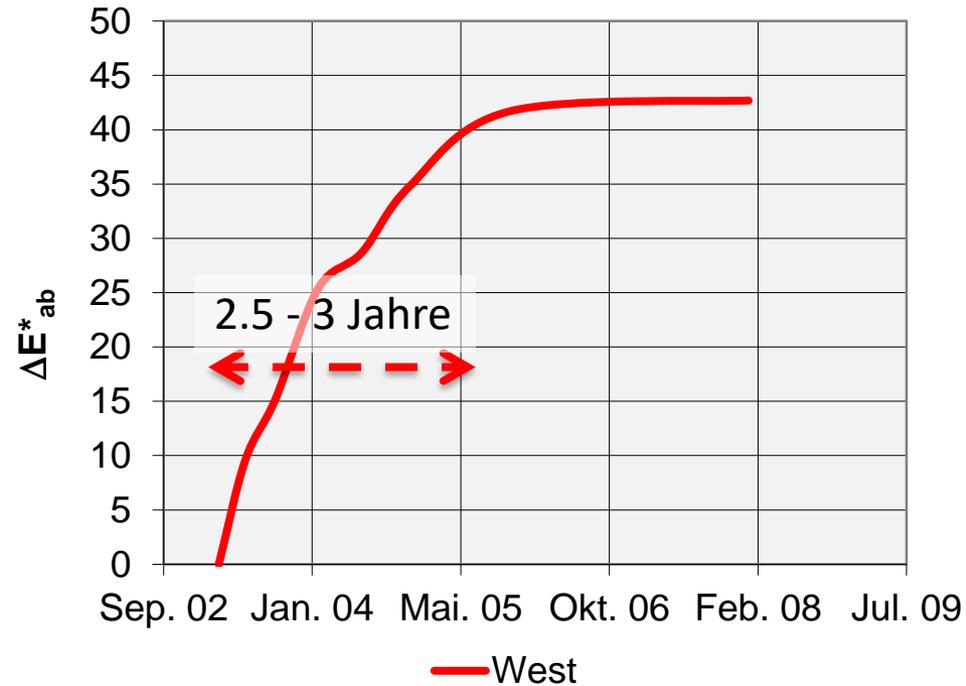
Unbehandelte Fassade (Douglasie): Birmenstorf (zentrales Mittelland), Baujahr 1995 (West- und Ostseite)



L. Walther, Bachelorarbeit 2018, Berner Fachhochschule, Biel

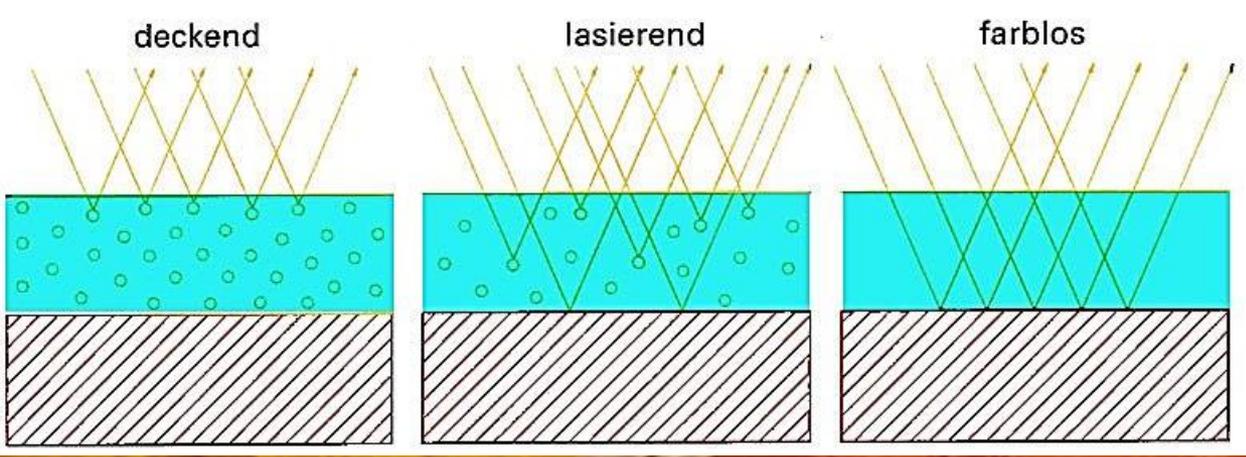


Unbehandelte Holzfassaden Fichte, Versuchsanlage Bure, (Jura, Westfassade)

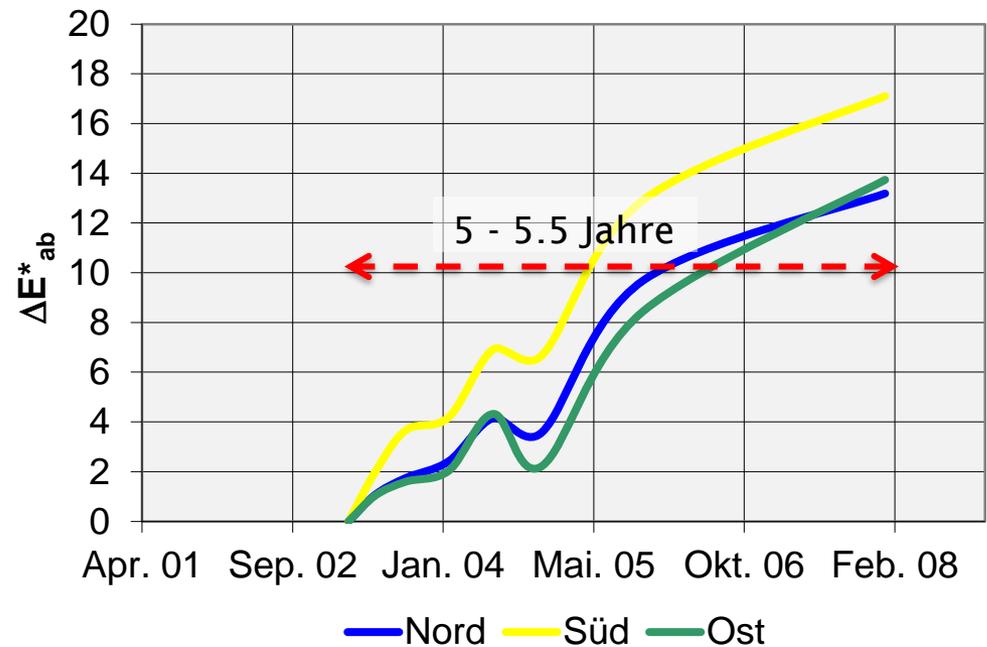


- Unbehandelte Fichtenfassade
- West exponiert (63 Monate)
- Farbveränderung ist nach 3 Jahren abgeschlossen

Farbgebung - UV-Schutz: Pigmentierung



Deckende Beschichtung (Fichte), Versuchsanlage Bure Jura, Ostfassade



- Dauerhaftigkeit der Oberfläche ist stark abhängig von:
- Bindemittel (Vinylpropionat/Acrylat)
 - Farbe (helle Farben günstiger)
 - Exposition (Ost 64 Monate, Schutz der Oberfläche)
 - Farbentwicklung noch nicht abgeschlossen
 - Sehr homogen, keine konstruktiven Einflüsse sichtbar

Deckende Beschichtung (Fichte), Wallisellen, Baujahr 2010, Südfassade

(Roggenmehlfarbe)

- Auswaschungen im Sockelbereich
- Gleichmässiges Abwittern unabhängig von der Exposition



L. Walther, Bachelorarbeit 2018, Berner Fachhochschule, Biel



Süd-Ost

Deckende Beschichtung - Haftung, Wasserdampf

- Problematik bei dichten Systemen - Wasserdampfdurchlässigkeit
- Dicke Farbschichten sind in der Regel dichter und behindern das Austrocknen
- Feuchtigkeit staut sich hinter der Beschichtung
- Farbschicht löst sich ab

Bindemittel	μ -Wert	Schichtdicke [mm]	s_d -Wert [m]
Copolymerdispersion	1000	0.05	0.05
Kunststoffdispersion	2000	0.06	0.11
Reinacrylatdispersion	3000	0.05	0.21
Naturfarbe wässrig	4500	0.05	0.25
Reinacrylat-Lösemittel	4900	0.06	0.48
Alkydharz lösemittelhaltig	30000-50000	0.07	1.75
Holz	10-300		

Lasierende, teiltransparente Beschichtung, Zug



- Holzcharakter bleibt erhalten
- Starkes Nachdunkeln des Holzes unter der Beschichtung
- Relativ hoher Instandhaltungsaufwand

2008 (Baujahr 1999)



Lasierende Beschichtung (Fichte/Tanne), Zürich, Baujahr 1999, Ecke süd-ost



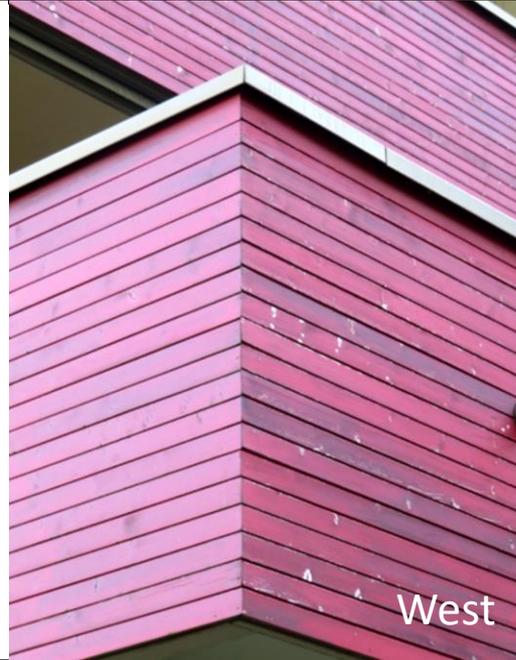
L. Walther, Bachelorarbeit 2018, Berner Fachhochschule, Biel

- Pigmente stark abgebaut bzw. ausgebleichen
- Bewuchs durch Mikroorganismen

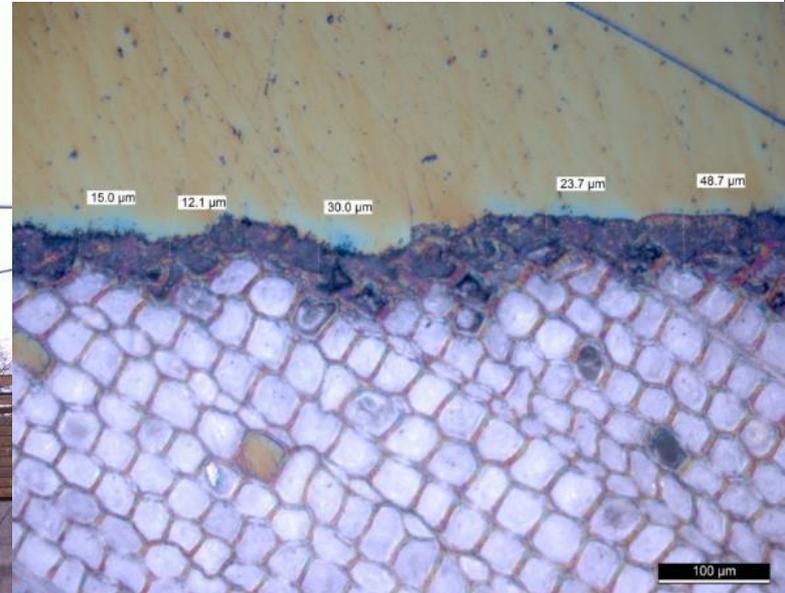


L. Walther, Bachelorarbeit 2018, Berner Fachhochschule, Biel

Lasierende Beschichtung
(Fichte/Tanne), Baujahr
2007, Wollishofen,
Ostfassade



Lasierende, teiltransparente Beschichtung (Nutzungsdauer 1 Jahr)



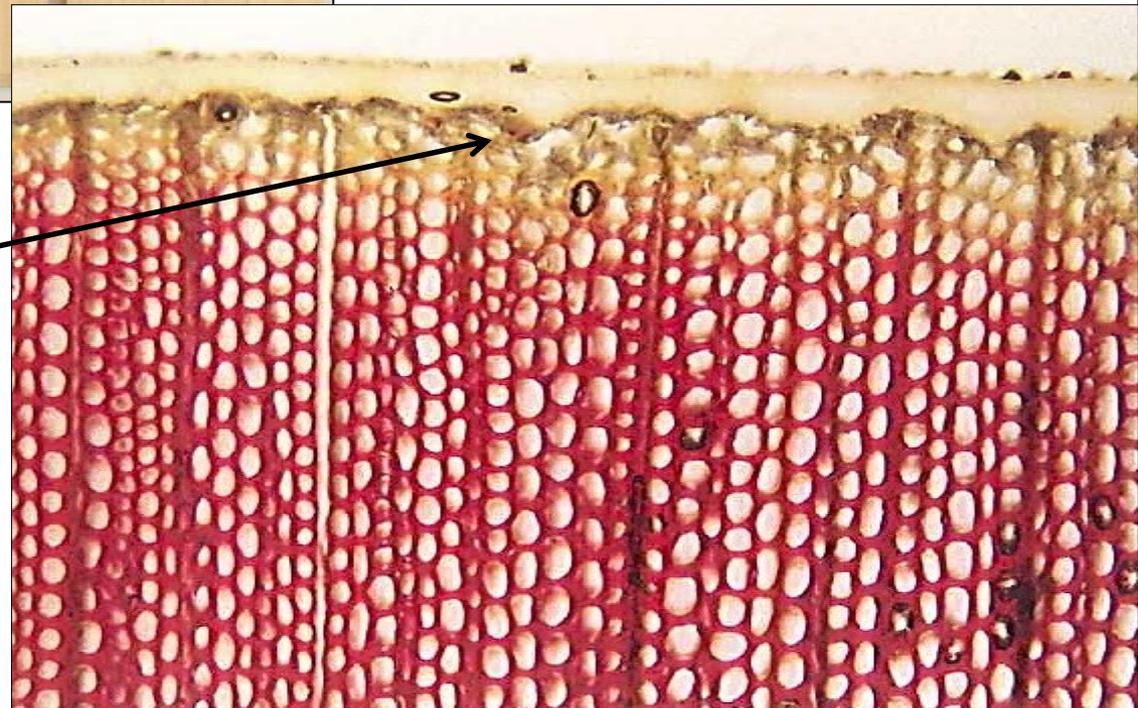
- Begrenzter UV-Schutz
- Je nach Herstellung begrenzter Feuchteschutz
- Relativ schneller Abbau der Beschichtung
- Untergrundvorbehandlung entscheidend für die Dauerhaftigkeit
- Schleifprozess vor der Beschichtung ist wesentlich

Transparente Beschichtung



Abbau des Lignins unter der
Beschichtung infolge der
Bewitterung

(Dawson et al. 2003, Microscopic view
of wood and coating interaction and
coating performance on wood)



Transparente Beschichtung nach 5 Monaten Bewitterung Süd 45°



Buche, Beschichtung teilweise komplett
abgebaut, Substrat stark verblaut



Fichte, Holz ist stark unter der Beschichtung
nachgedunkelt, erste Zeichen eines
Beschichtungsabbaus erkennbar

Druckimprägnierte Fassade, (Versuchsanlage Bure, Jura, Nordseite, 8 Jahre bewittert)

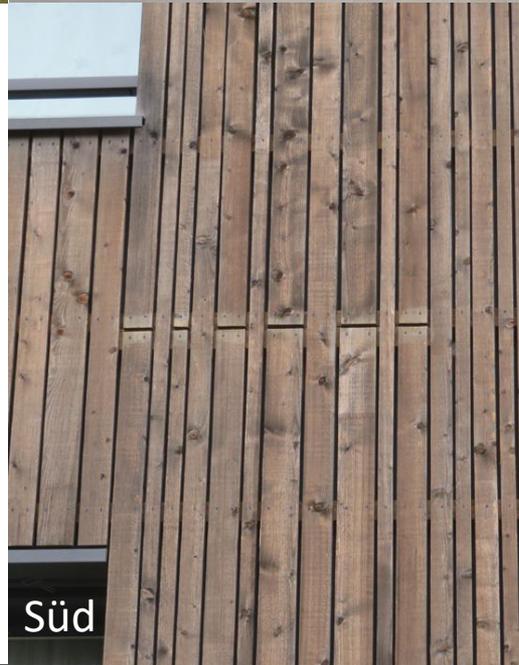
- Hohe Dauerhaftigkeit, da Substratschutz
- Verfärbungen in Abhängigkeit der Exposition
- Einsatz von wasserbasierten Salzen, wenig Farbvariabilität





L. Walther, Bachelorarbeit 2018, Berner Fachhochschule, Biel

Druckimprägnierte
Fassade, Oberglatt
(nördöstliches Mittelland),
Baujahr 2013,
Südostecke



Süd



Ost

Vorvergraute Fassaden - Vergrauungslasuren

- Speziallasuren
- Wittern nach einer gewissen Zeit ab
- Natürliche Vergrauungseffekt des Holzes wird sichtbar
- Gleichmässiges Erscheinungsbild
- Verschiede Farbnuancen sind möglich



Vorvergraute Fassade (Fichte, Tanne), Ittigen (zentrales Mittelland) Baujahr 2013, Süd-Ost-Ansicht

(farblich unterschiedliche Varianten für die senkrechten und waagerechten Elemente)

L. Walther, Bachelorarbeit 2018, Berner Fachhochschule, Biel



Vorvergraute Fassade (Douglasie), Winterthur Baujahr 2007, Südseite

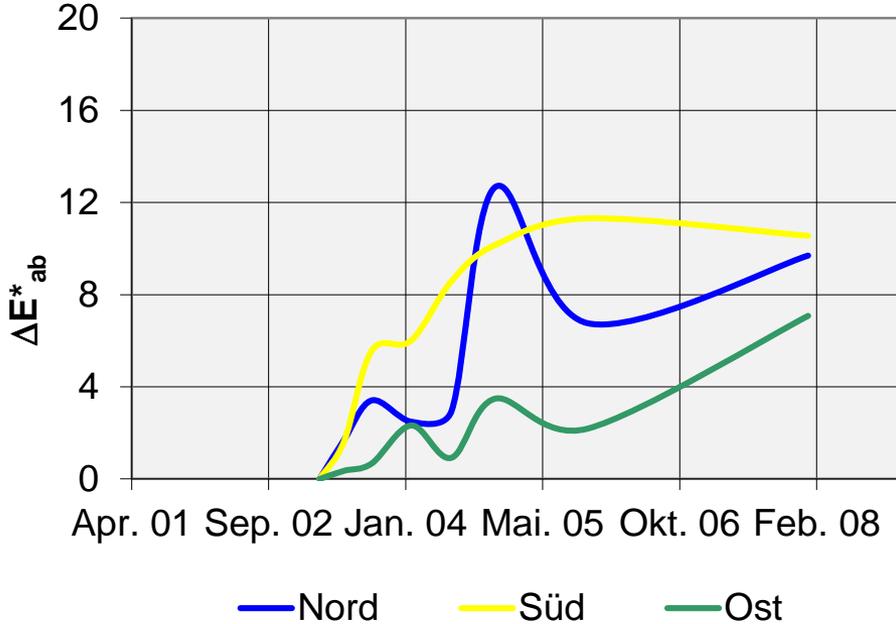


L. Walther, Bachelorarbeit 2018, Berner Fachhochschule, Biel

Natürliche vorvergraute Fassaden (Bsp. Nord 63 Monate)



Natürlicher Alterungseffekt wird genutzt



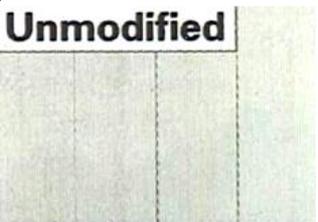
Fassaden aus modifiziertem Holz

Modifikationsvarianten:

- Thermische Modifizierung
Einflussfaktoren: Holzart, Holzfeuchte, Temperatur, Zeit, Druck/Vakuum, Medium
- Chemische Modifizierung
Einflussfaktoren: Holzart, Holzfeuchte, Reaktionsmedium, Prozessparameter



Unmodified



Acetylated



Cr-free



Thermo



Furfurylated





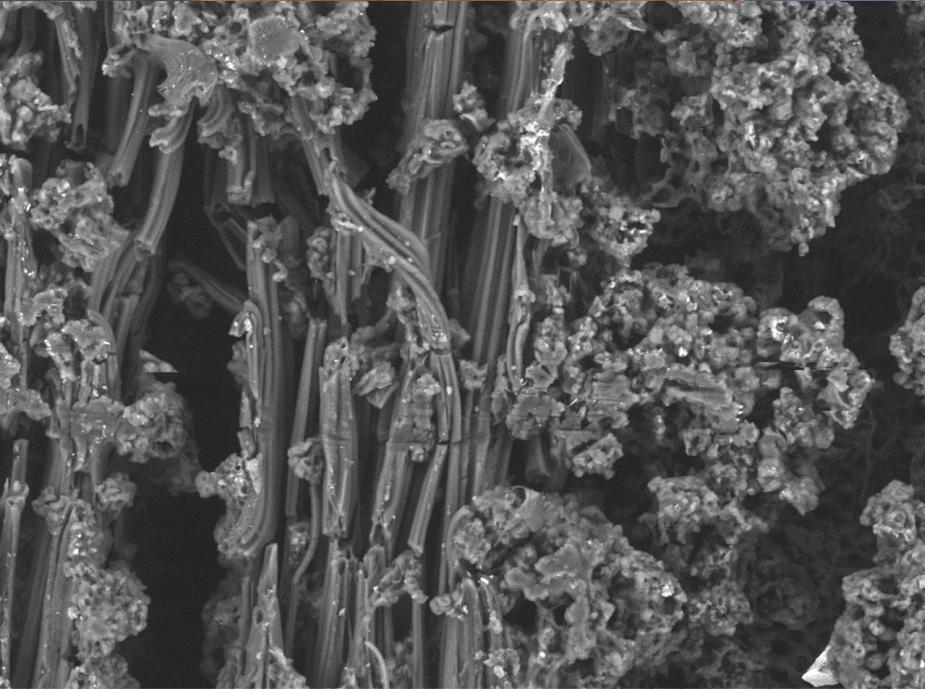
Thermoholzfassade (Versuchsanlage Bure, Jura, 8 Jahre bewittert, Nordseite)

- Deutliche Verblauung im unteren Bereich infolge des Spritzwassers (Bodenabstand)
- Thermische Modifizierung führt zu einer ähnlich deutlichen Vergrauung wie unbehandeltes Holz

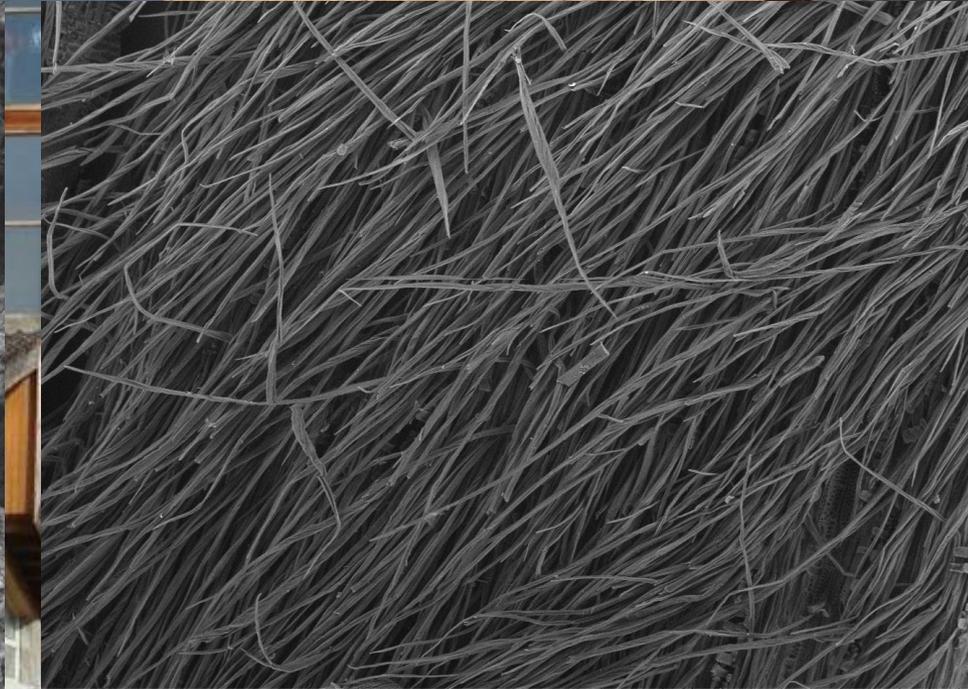
Klassifizierung der Beschichtungen nach den Renovationsintervallen

Oberflächenschutz		Lasierender Anstrich		Deckender Anstrich	
Holzart		Nadelhölzer	Laubhölzer	Nadelhölzer	Laubhölzer
Beanspruchung	Farbton				
indirekte Bewitterung	Ohne Einschränkung	6 Jahre	6 Jahre und mehr	6 Jahre und mehr	6 Jahre und mehr
Normale direkte Bewitterung	Hell	nicht geeignet	nicht geeignet	5 Jahre	6 Jahre
	Mittel	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre	6 Jahre
	Dunkel	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre	6 Jahre
extreme direkte Bewitterung	Hell	nicht geeignet	nicht geeignet	5 Jahre	6 Jahre
	Mittel	2 Jahre	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre
	Dunkel	2 Jahre	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre

- 
- Schulfassade in Biel südexponiert, 11 Jahre im Gebrauch
 - Natürliche Delignifizierung
 - Hochdruck- und Heisswasserreinigung
 - Stabilisierung der Oberfläche (Öle oder funktionalisierende Systeme)



TM-1000_0108 2009.10.20 12:03 L x600 100 um



TM-1000_0119 2009.10.20 13:30 L x120 500 um



Reinigung der gesamten Schulfassade nach 19 Jahren



- Schneller, einfacher Prozess
- Sehr effektiv
- Lösliche Holzbestandteile sowie Schmutzpartikel werden entfernt
- Oberfläche rauht leicht auf

**Vielen Dank für ihre
Aufmerksamkeit**