

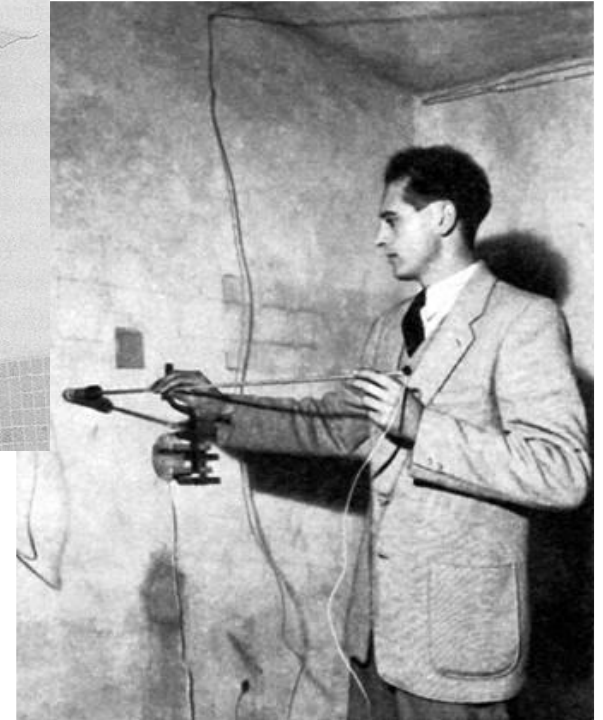
BMLEH Fachsymposium Stadtgrün

Dachbegrünungen – Bauphysikalische Herausforderungen und Risiken

Dr.-Ing. Daniel Zirkelbach

Einleitung Fraunhofer IBP

IBP Freilandversuchsgelände 1951



Untersuchungen zu Tauwasserbildung und Schimmel auf der Innenoberfläche schlecht gedämmter Bauteile.

Einleitung Fraunhofer IBP



**extreme Klimabelastungen
insbesondere bezüglich:**

- Temperatur /-
schwankungen
- Schlagregen ($\sim 400 \text{ l/m}^2\text{a}$
auf die Westfassade)
- Strahlungsbelastung

**Freilandversuchsgelände Holzkirchen
auf Hochebene vor den Alpen in
680 m Höhe. Ziel: was hier funktioniert,
funktioniert überall in Deutschland**

**Klimabedingungen kritisch-
repräsentativ für Deutschland!**

Einleitung Fraunhofer IBP

Beurteilung von Konstruktionen über Freiland- und Laborversuche sowie über hygrothermische Simulationen, die alle wesentlichen Einflussfaktoren erfassen können.

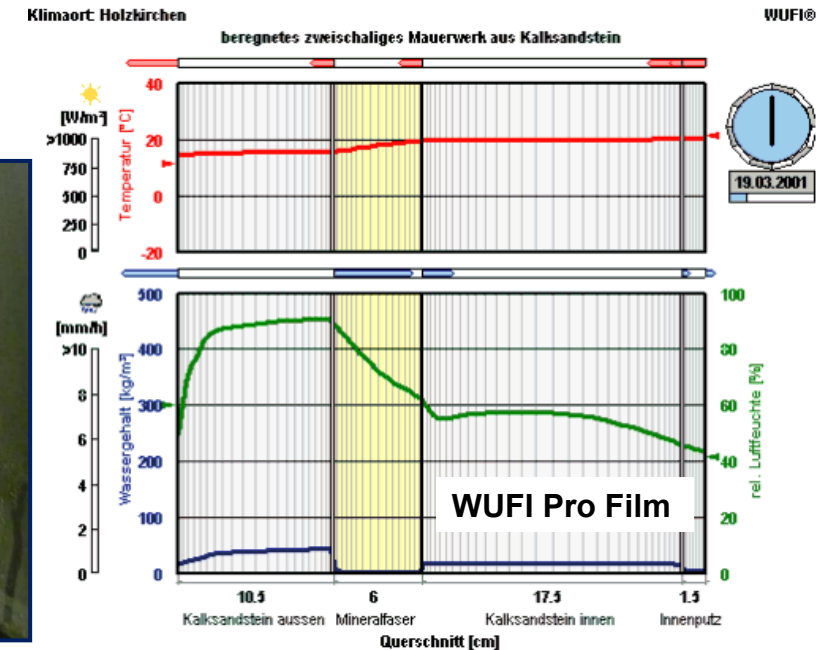
Freilandversuche



Laborprüfungen



WUFI Simulationen



Bauliche Vorteile von Gründächern

- Verbesserung des städtischen Mikroklimas (geringere Überhitzung, bessere Luftqualität etc.)
- Rückhaltung, Speicherung und Verdunstung von Niederschlagswasser
- Schutz der Dachbahn vor UV-Strahlung und Temperaturschwankungen
- Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes
- Reduktion der winterlichen Wärmeverluste
- Verbesserter Schallschutz
- ... und es sieht einfach besser aus!



Generelle Problematik beim Energiesparenden Bauen

Dämmung löst Probleme auf der Raumseite wie Schimmel und Tauwasser

Aber, bei energiesparenden Bauweisen verschieben sich die Probleme auf die Außenseite der Bauteile - aus folgenden Gründen:

- **Bessere Dämmung bedeutet niedrigere Temperaturen auf der Außenseite und damit mehr Befeuchtung und schlechtere Trocknung.**
- **Höhere Luftdichtheit bedeutet höhere Luftfeuchte im Raum und damit höhere Befeuchtung der Bauteile durch Dampftransport.**

Je besser das Energiesparniveau ist, desto wichtiger sind adäquate Feuchteschutzmaßnahmen (Begrenzung von Feuchteintrag, Erleichterung der Trocknung).

Dies gilt ganz besonders beim Einsatz von Holz und Naturfasermaterialien!

Spezielle Problematik bei Gründächern

Partialdruckgefälle bei mitteleuropäischen Klimabedingungen i.d.R. von innen nach außen \Rightarrow Haupttrocknungsrichtung nach außen!

Zwei Voraussetzungen für gute Trocknung eines Bauteils

- **Partialdruckgefälle aus feuchtem Bereich des Bauteils nach innen oder außen bedingt Trocknungsdiffusionsstrom!**
- **Diffusionsoffene bzw. nur moderat oder variabel dampfbremsende Schichten lassen Feuchte aus dem Bauteil entweichen!**

Gründach:

- **Keine Trocknung nach außen (dicht, immer nass)**
- **wenig Trocknung nach innen (wird nicht sehr warm)**

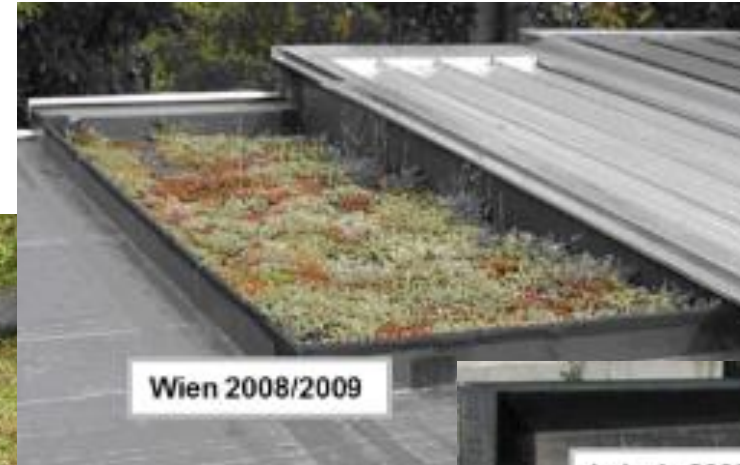
Kleinere Undichtheiten und Mängel (die bei anderen Dächern oft unproblematisch bleiben) können zum Versagen führen!



Ref.: Th. Schneider

Messungen an Gründächern

Ältere Messungen an Dachbegrünungen in Holzkirchen, Leipzig, Wien u. Kassel



- Temperaturmessung unter dem Gründachaufbau
- Klimadaten ohne atmosphärische Gegenstrahlung!
- Substrateigenschaften nicht gemessen!

Messungen an Gründächern

Freilandversuch in Holzkirchen im Rahmen eines Forschungsprojekts 2011-2013



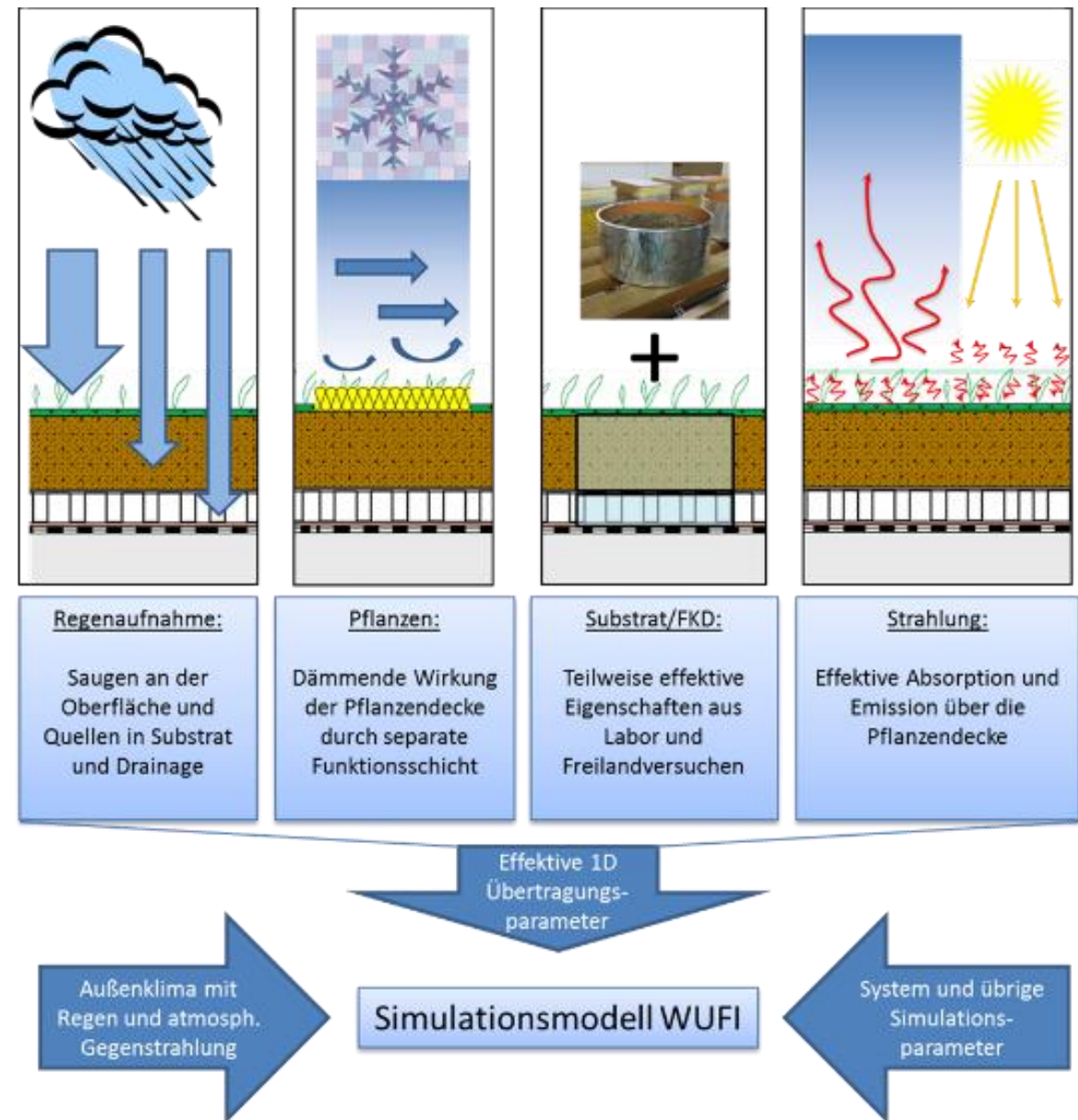
Messungen an Gründächern

Ermittlung der hygrothermischen Eigenschaften der Substrate und Festkörperdränagen

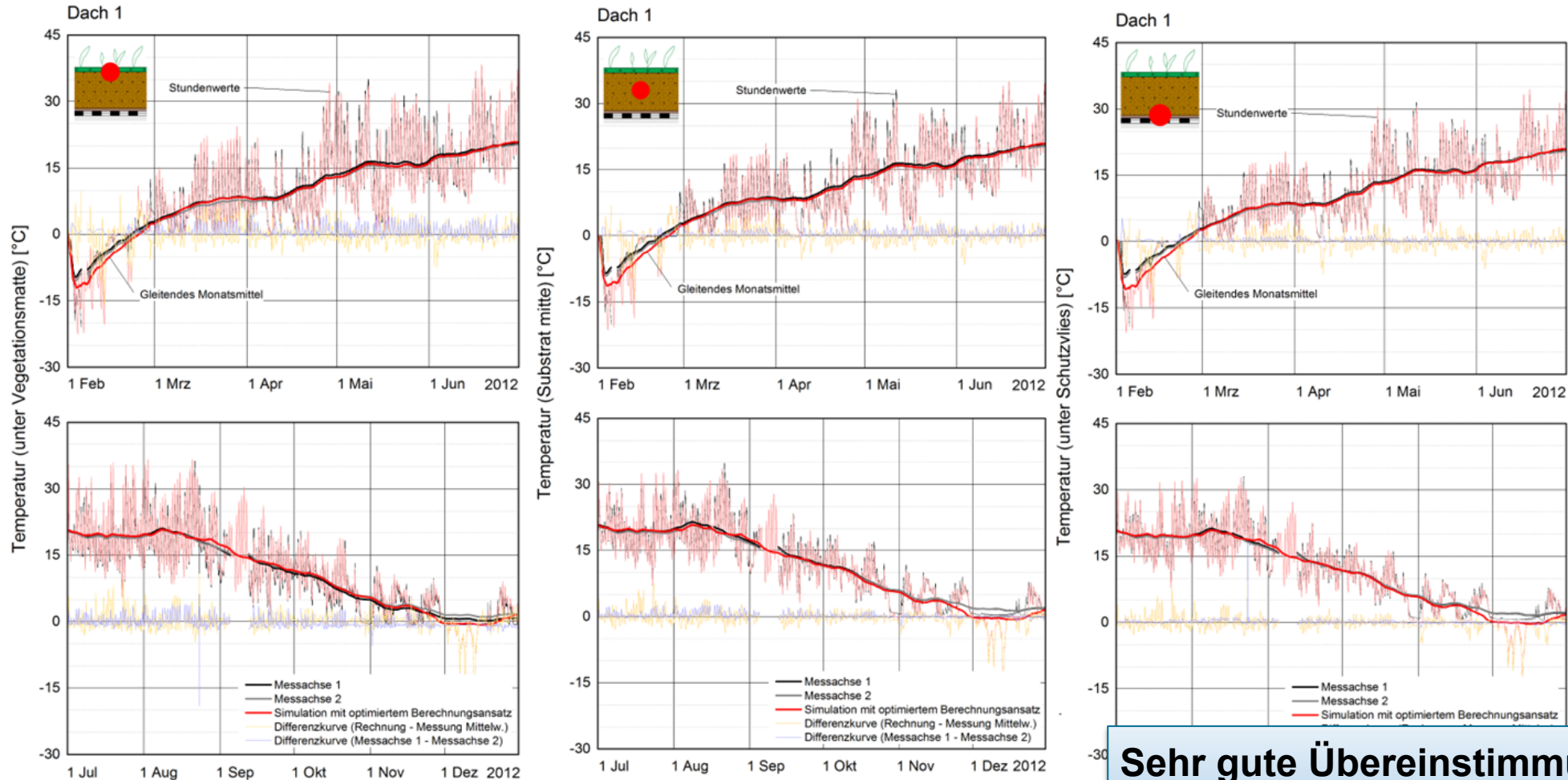


Berechnungsmodell

Auf den Versuchen basierendes Berechnungsmodell für die hygrothermische Simulation

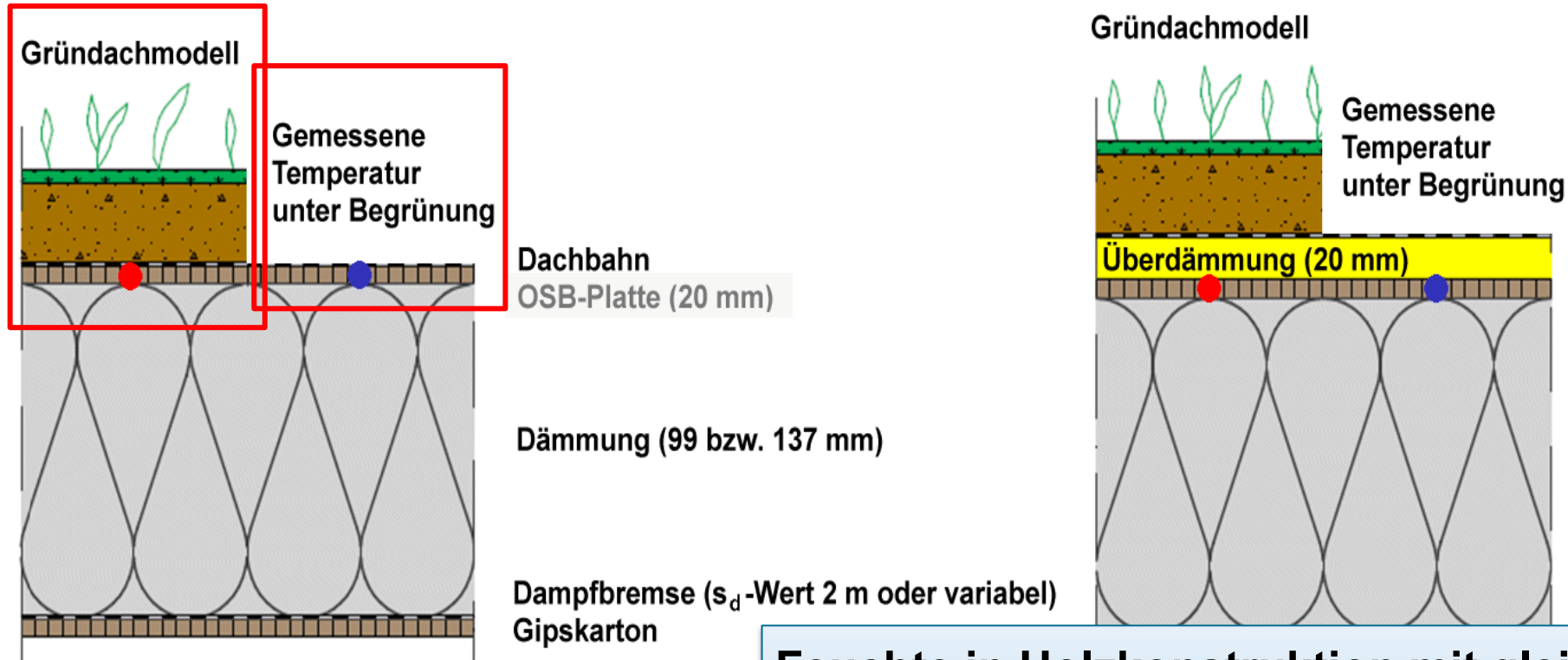


Validierung anhand der Temperaturen unter der Begrünung



Sehr gute Übereinstimmung der Simulation mit den gemessenen Temperaturen

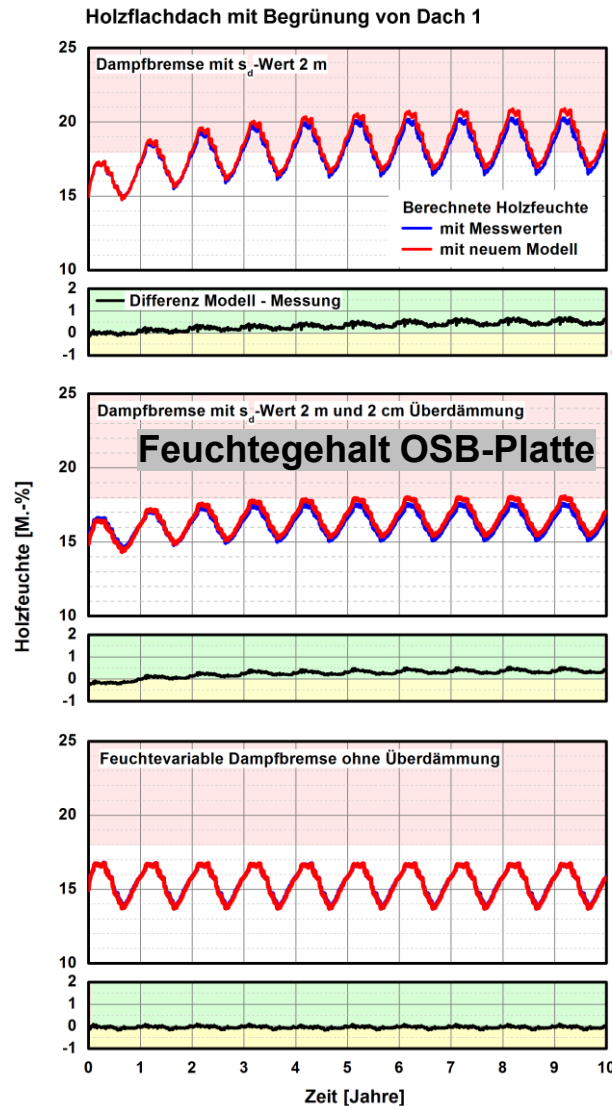
Validierung anhand der Feuchte unter der Begrünung



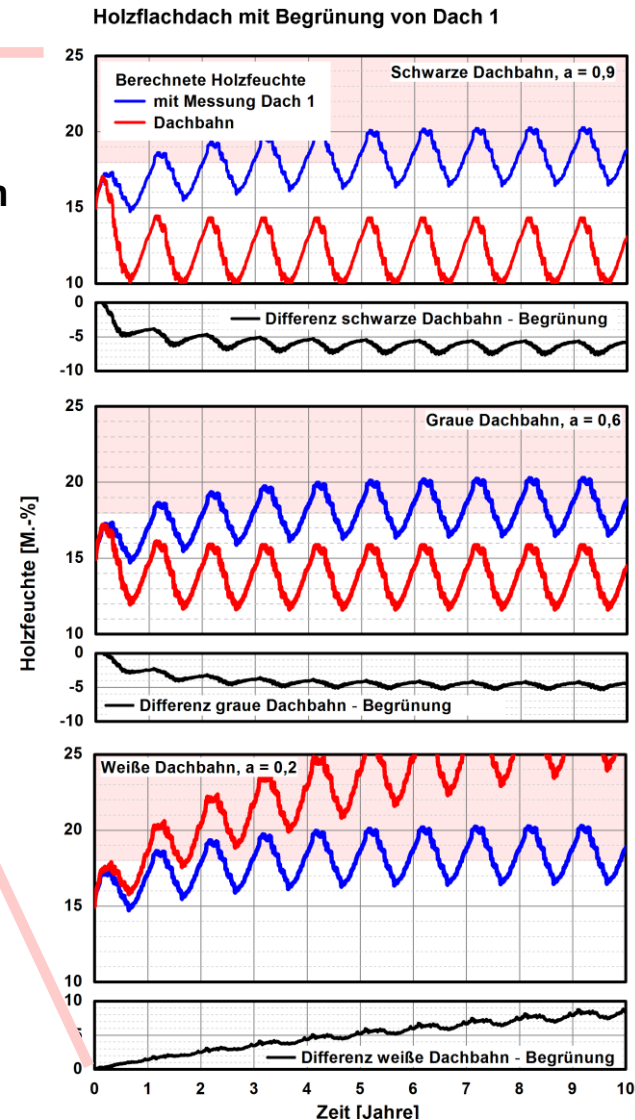
Feuchte in Holzkonstruktion mit gleichem U-Wert wie Dach beim Freilandversuch bei Berechnung mit

- A) gemessenen Temperaturen auf Dachbahn**
- B) Gründachmodell**

Validierung anhand der Feuchte im Bauteil



Vergleich
mit anderen
Dachaus-
führungen



Gute Übereinstimmung
bei den Feuchten

und

deutlicher Einfluss der
Temperaturen auf
Feuchteverhalten!

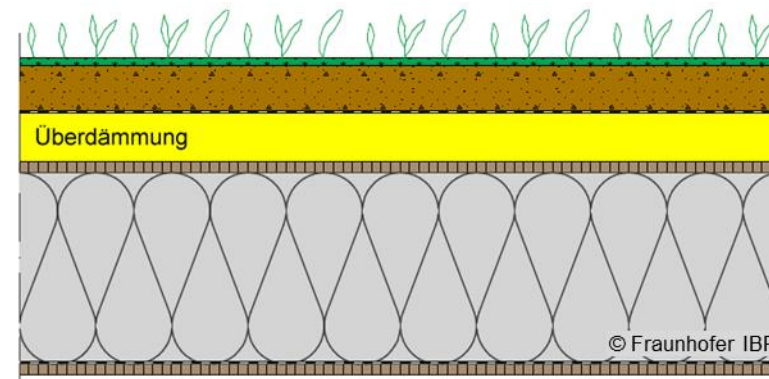
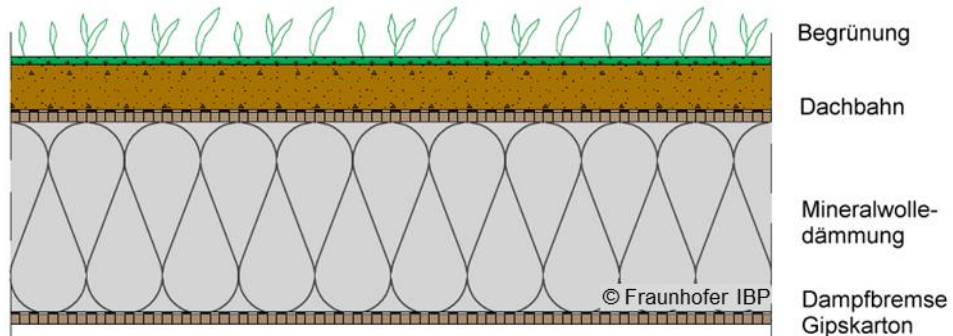
Bedeutung für exemplarische Dachkonstruktionen

Aufbau:

- Gründachaufbau
- ohne / mit Überdämmung
- Dachbahn ($s_d = 300 \text{ m}$)
- OSB-Platte
- 20 cm Mineralwolle
- Dampfbremse

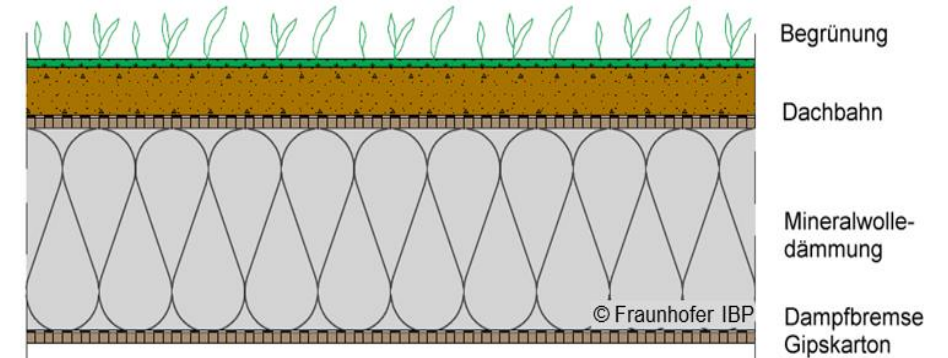
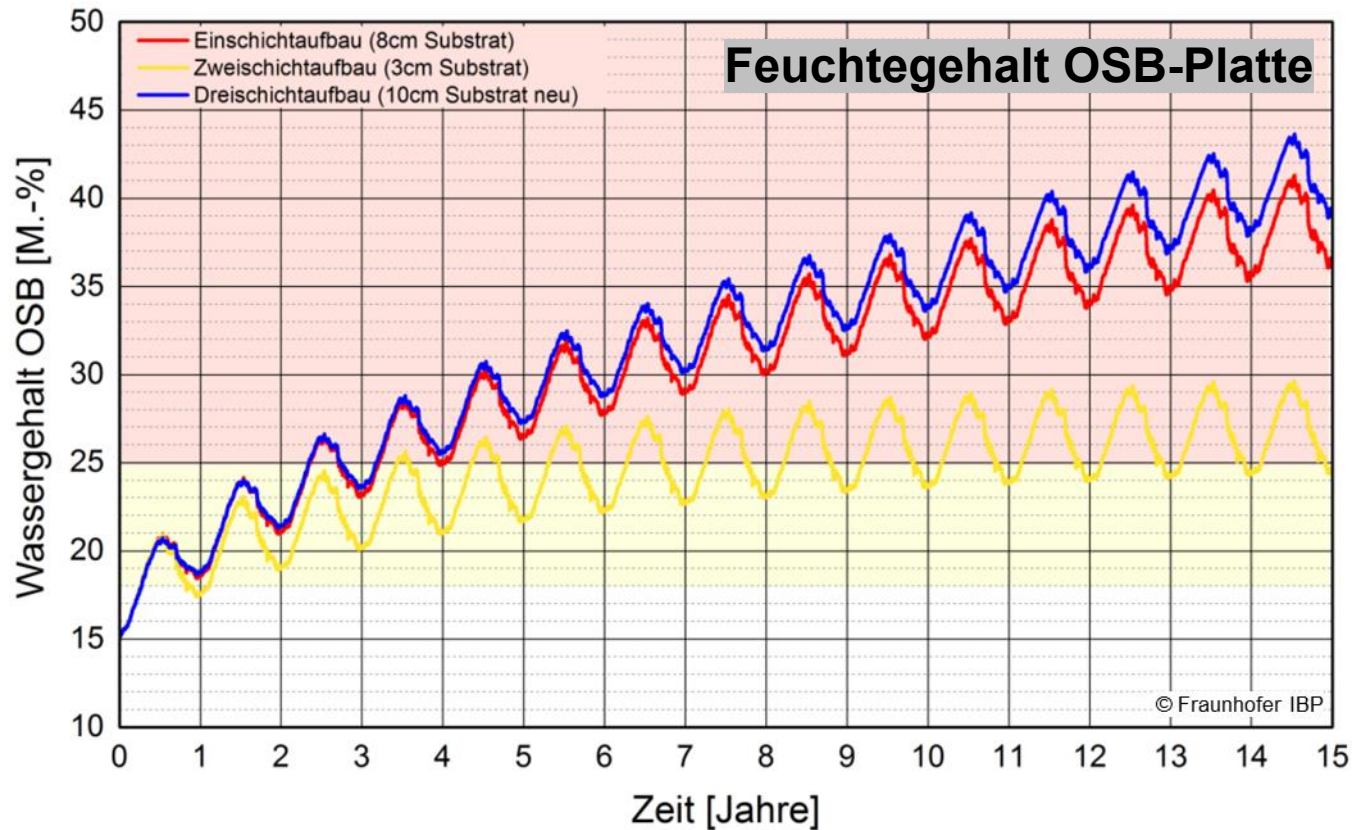
Randbedingungen:

- Außenklima: Holzkirchen
- Innenklima: EN 15026, normale Belegung
- Infiltrationsfeuchte: $q_{50} = 3 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{h}$



Bedeutung für Dachkonstruktionen

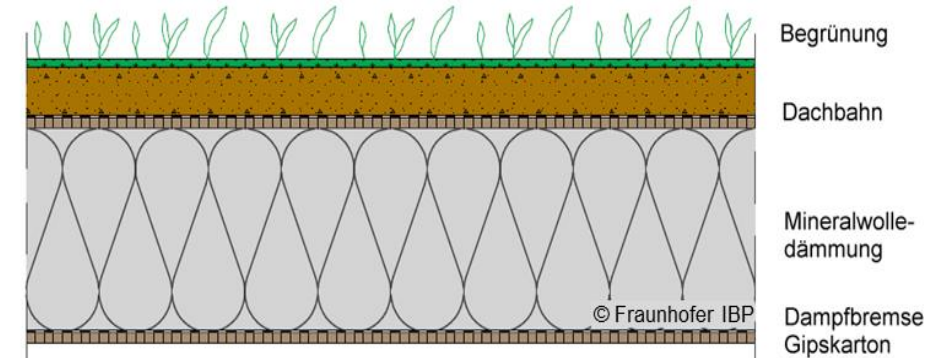
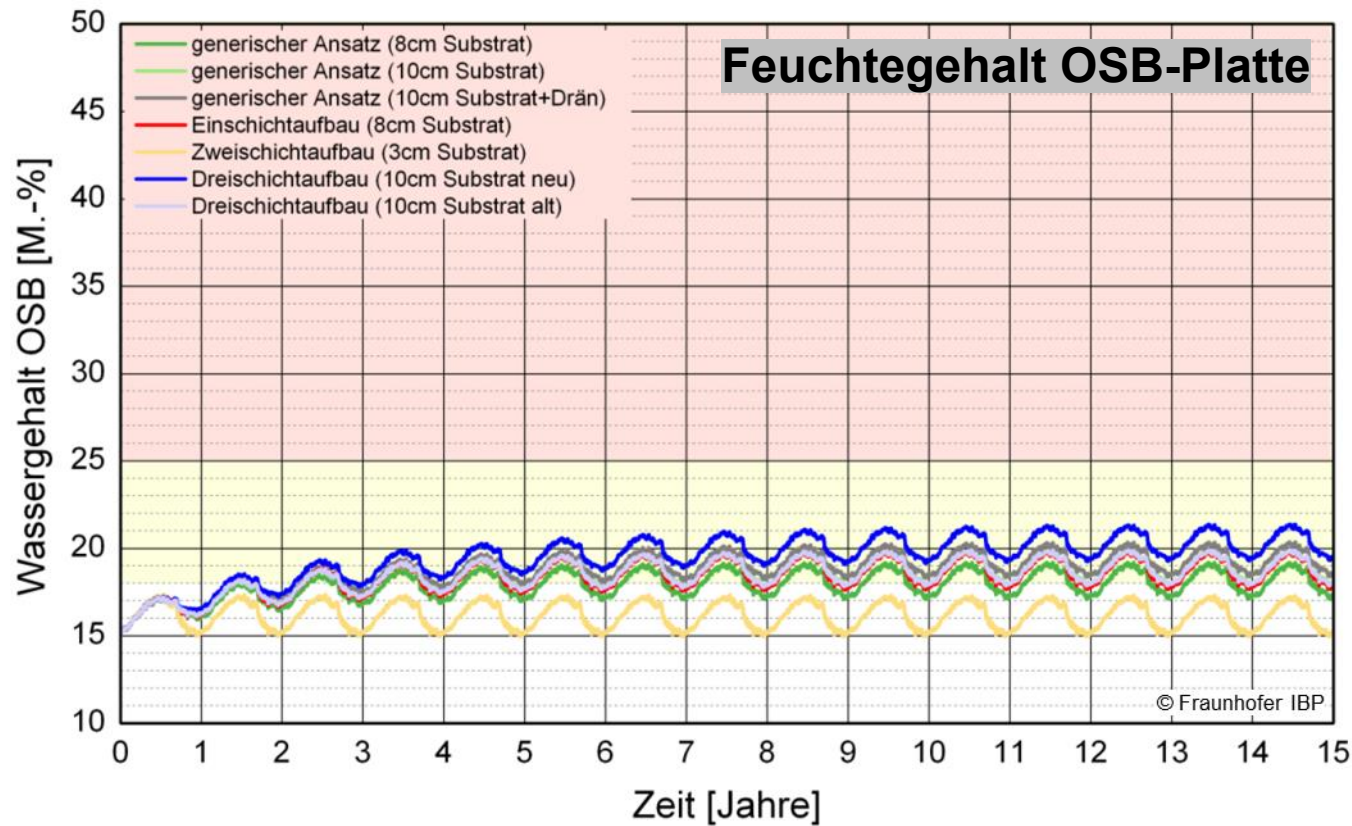
Aufbau mit Dämmung im Gefach, ohne Überdämmung
Dampfbremse mit 2 m s_d -Wert auf der Raumseite



Dachkonstruktionen mit konstanter Dampfbremse mit 2 m s_d -Wert akkumuliert Feuchte.

Bedeutung für Dachkonstruktionen

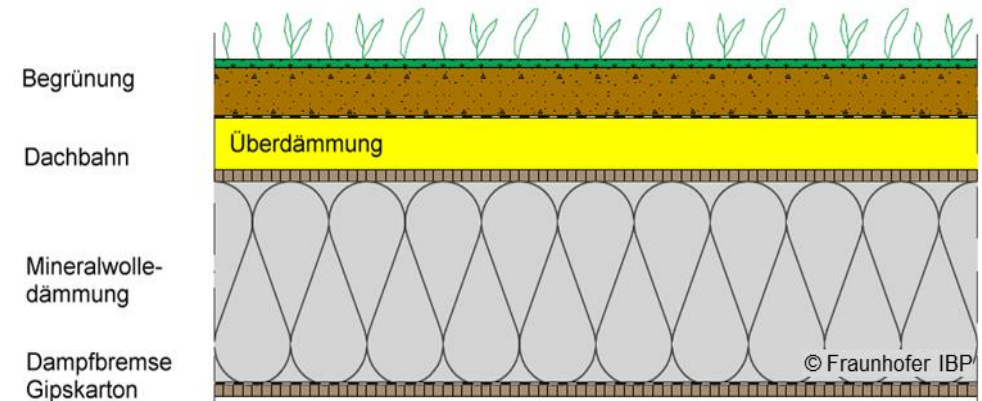
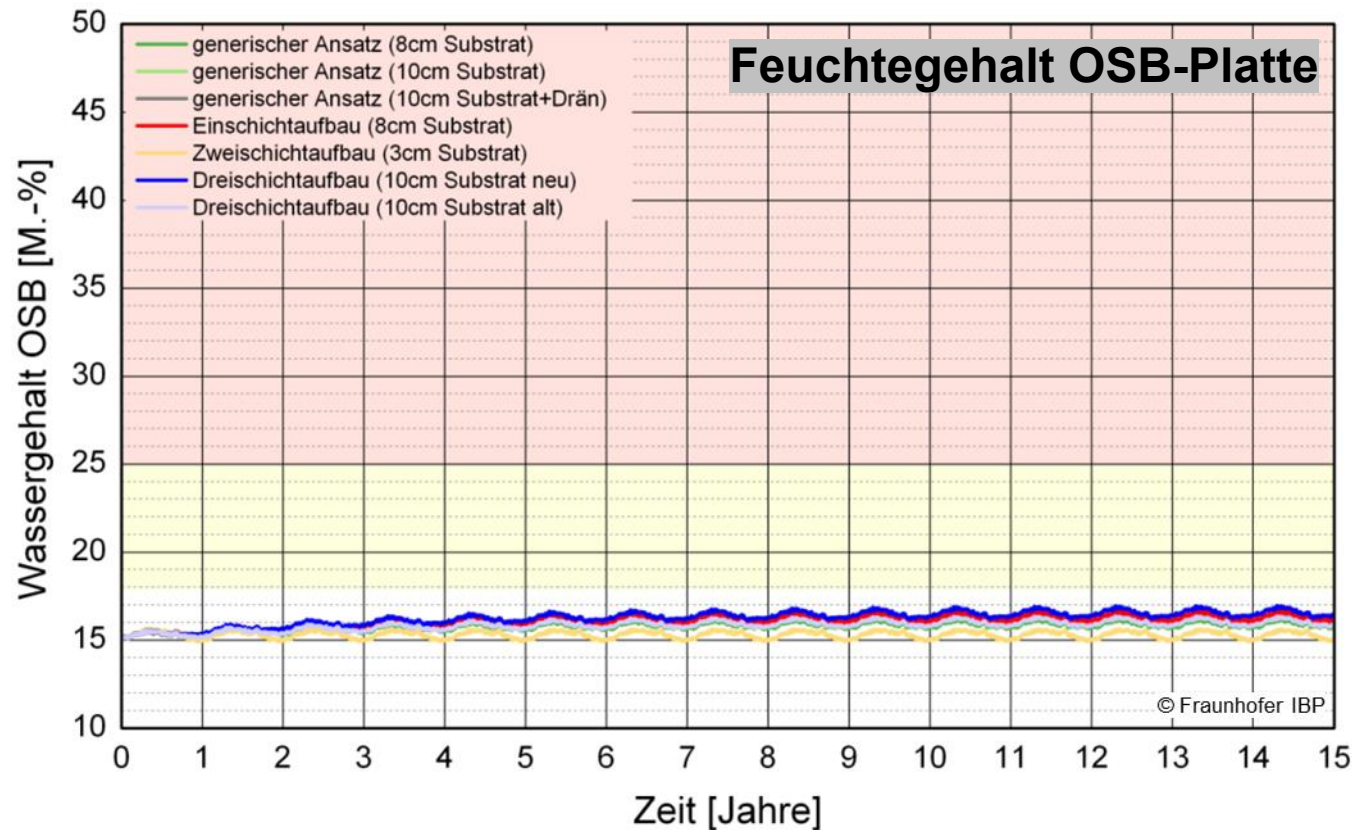
Aufbau mit Dämmung im Gefach, ohne Überdämmung Variable Dampfbremse (Polyamid)



Deutlich besser mit variabler Dampfbremse, aber immer noch im „gelben“ Bereich!

Bedeutung für Dachkonstruktionen

Aufbau mit Dämmung im Gefach, mit Überdämmung Variable Dampfbremse (Polyamid)



Mit variabler Dampfbremse und Überdämmung bleiben alle Varianten im grünen Bereich

Wichtig für begrünte Dächer mit feuchteempfindlichen Dämmstoffen oder Holzkonstruktionen

- **Überdämmung der äußeren Beplankung ab etwa 15 - 20 cm Dämmung**
- **Feuchtevariable Dampfbremsen lassen im Sommer Trocknung nach innen zu!**
- **Vorsicht bei Verschattungen und Standorten mit wenig Strahlung, da geringes Trocknungspotential weiter abnimmt.**
- **Einbau trockener Materialien – Austrocknung nach Einbau kaum möglich!**
- **Gute Luftdichtheit anstreben und prüfen.**
- **Keine Trocknung durch die Begrünungsschicht nach oben möglich – daher möglichst dampfbremsende Dachbahnen einsetzen**

Nicht jede Konstruktion verträgt eine Begrünung! Sowohl bei Neubau als auch bei Sanierung sind eine sorgfältige Prüfung und meist. Anpassungen erforderlich!

Fazit und Ausblick

Begrünungen sind

- energetisch sinnvoll
- verbessern Komfort und Lebensqualität
- tragen zur Erhaltung der Lebensräume in den Städten bei (Biodiversität)
- und entlasten die Kanalisation bei Starkregenereignissen (Klimawandel)

Auswirkung auf die Dachkonstruktion:

- Dämpfung der Extreme: nicht so kalt im Winter, nicht so heiß im Sommer
- Verdunstungskühlung im Sommer verbessert Komfort aber verschlechtert Trocknung.
- Gründachsubstrat praktisch immer im Bereich 99 – 100 % r.F., da Voraussetzung für Pflanzenwachstum ⇒ Nie Trocknung nach oben – ggf. Feuchteabgabe nach unten!

Fazit und Ausblick

Fokus des hygrothermischen Simulationsmodells bisher auf bauphysikalischen Fragestellungen:

- **Feuchtetechnische Bemessung von Bauteilen und Wahl geeigneter Dampfbremsen und Dachbahnen (besonders aber nicht nur bei Holzkonstruktionen).**
- **Simulation der Energieeinsparungseffekte in Sommer und Winter durch Begrünung.**

Möglich wären aber auch auch Analysen zu:

- **Beurteilung und Optimierung der Wasserrückhaltung.**
- **Klimaabhängige Simulation der Verdunstung.**
- **Optimierung von Bewässerungsmethoden (wo, wann und wieviel?)**
- **Ableitung von Parametern für andere Bepflanzungen und intensive Begrünung**



BMLEH Fachsymposium Stadtgrün

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr.-Ing. Daniel Zirkelbach