

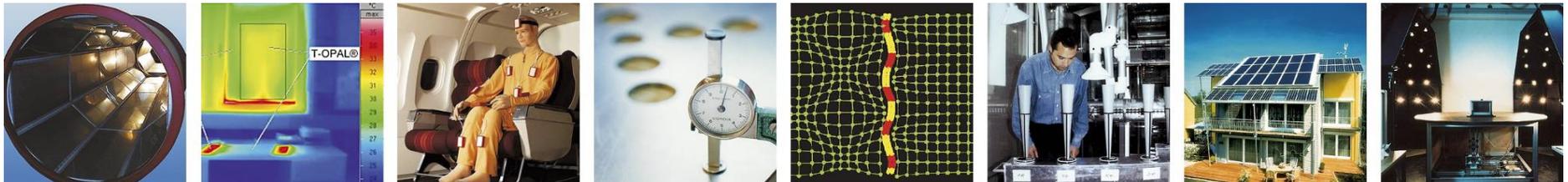
---

# Anwendungsbeispiel: Hygrothermische Referenzjahre (HRY) und Lokalklimamodell

---

Stand: 2017-03

Auf Wissen bauen



# Inhalt

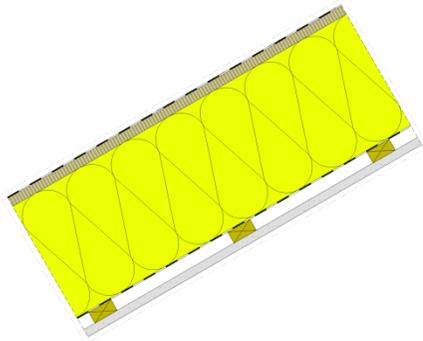
- 1) **Hygrothermische Referenzjahre**
- 2) **Lokalklimagenerator**
- 3) **Anwendungsbeispiel HRY**
- 4) **Anwendungsbeispiel angepasstes HRY**
- 5) **Anwendungsbeispiel Bemessungszeitraum**

# Hygrothermische Referenzjahre: Auswahlprozess

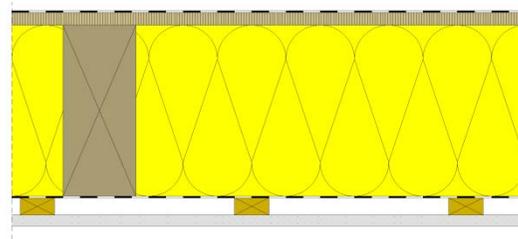
Die HRY sollen zu einem typischen aber tendenziell kritisch repräsentativen Wassergehalt in den betrachteten sensitiven Konstruktionen führen. Die Schritte hierzu sind:

1. Auswahl der notwendigen Klimaelemente
2. Erstellung des hygrothermischen Referenzjahres (HRY)
3. Vergleich des Bauteilverhaltenes

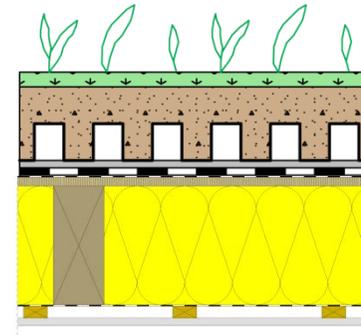
**geneigtes  
Blechdach**



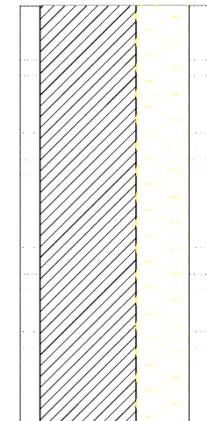
**helles Flachdach**



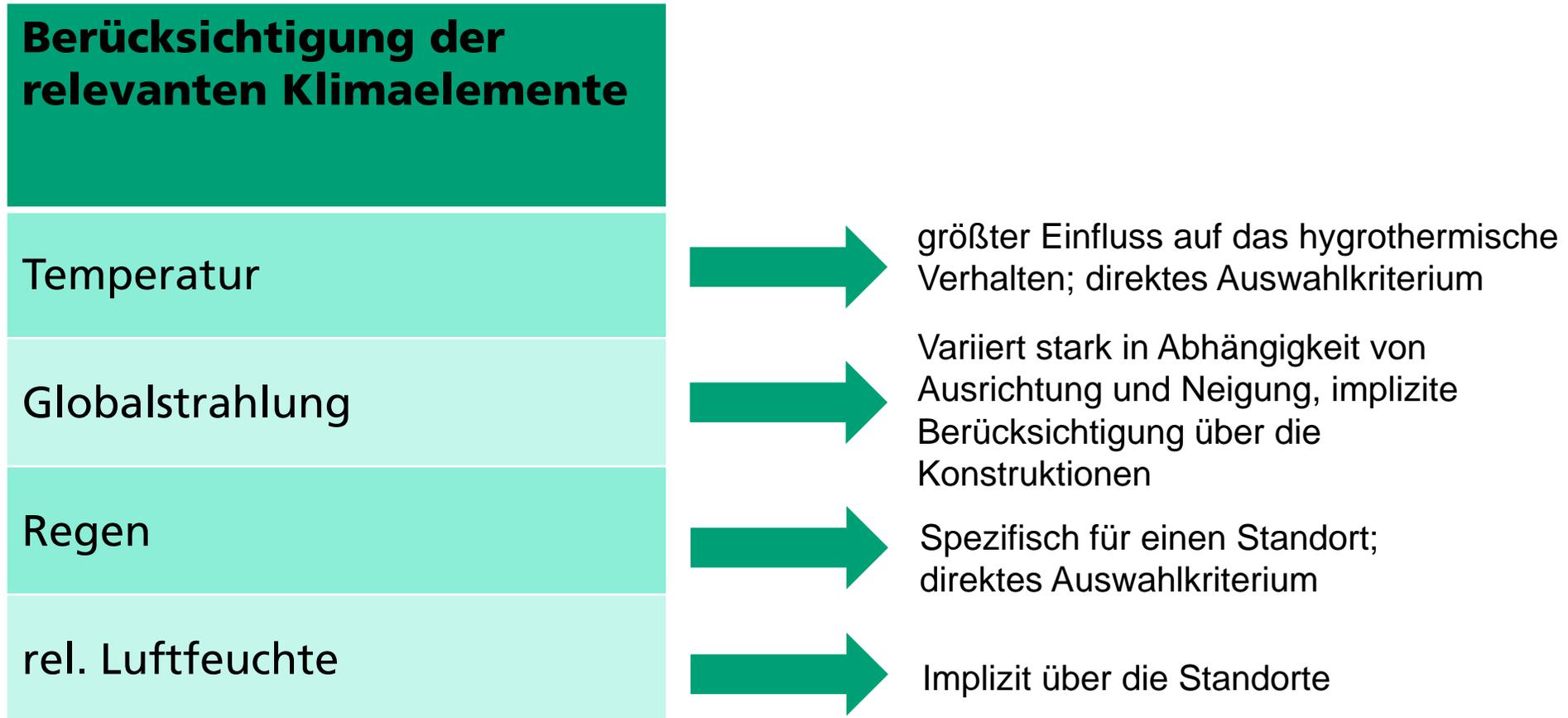
**Gründach**



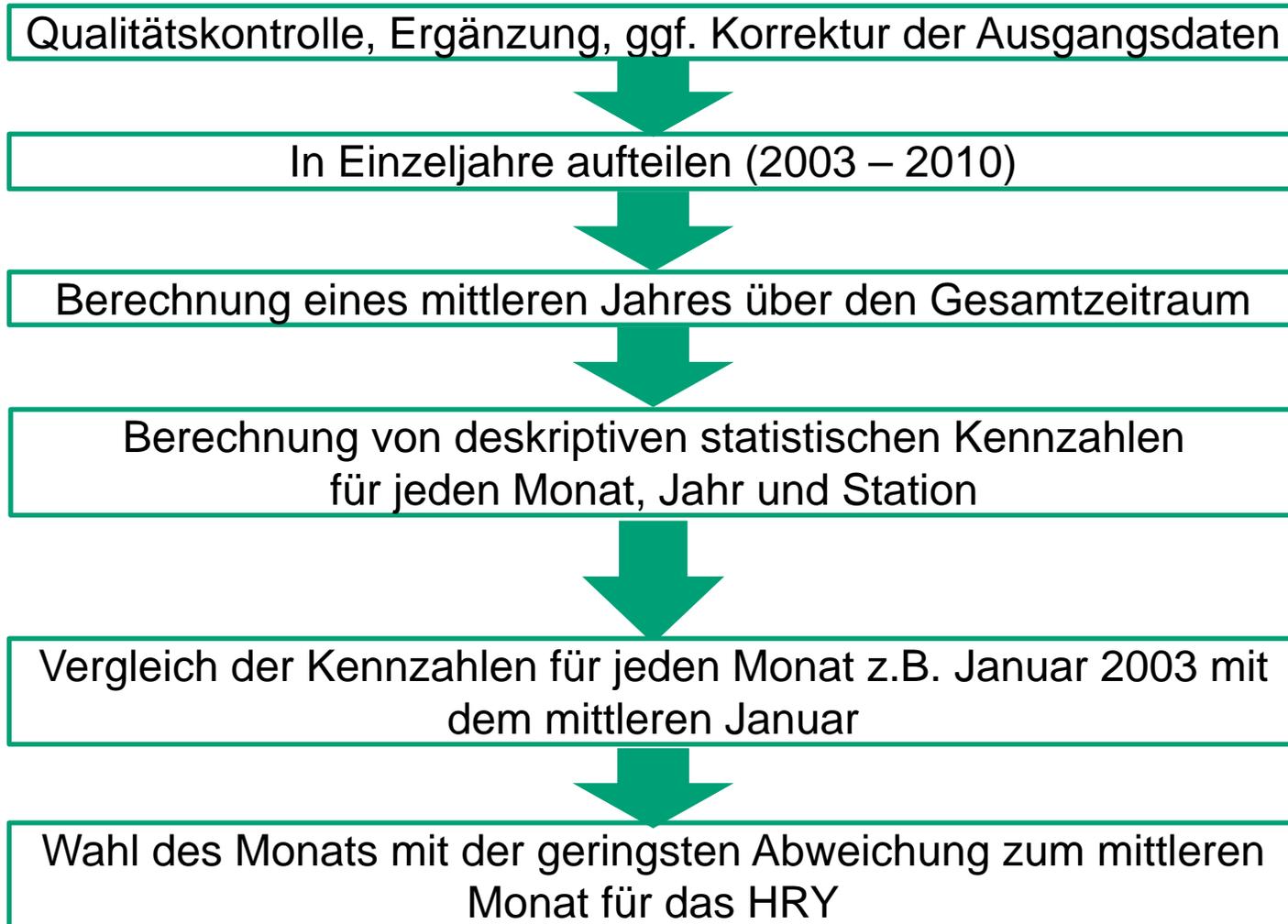
**westliche  
Außenwand**



# Hygrothermische Referenzjahre: Auswahlprozess

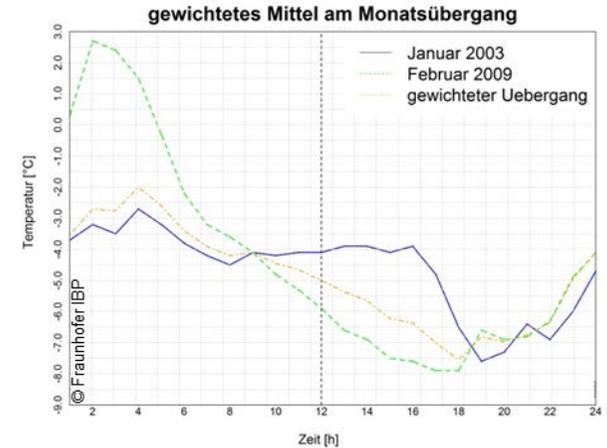


# Hygrothermische Referenzjahre: Auswahlprozess

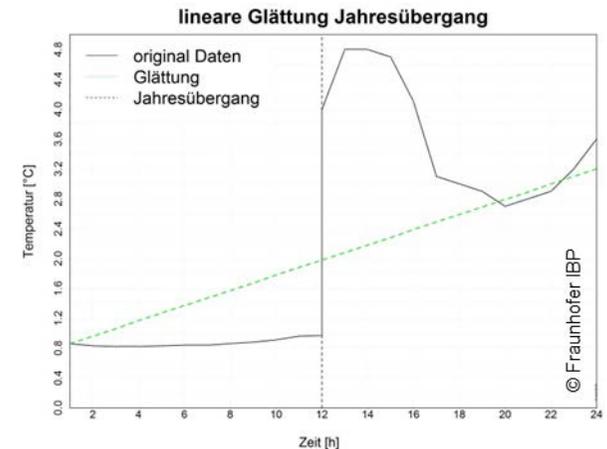


# Hygrothermische Referenzjahre: Auswahlprozess

Braunlage	
HRJ Januar	Januar 2003
HRJ Februar	Februar 2009
HRJ März	März 2004
HRJ April	April 2004
HRJ Mai	Mai 2009
HRJ Juni	Juni 2008
HRJ Juli	Juli 2003
HRJ August	August 2007
HRJ September	September 2004
HRJ Oktober	Oktober 2008
HRJ November	November 2008
HRJ Dezember	Dezember 2004



Glättung der Monatsübergänge



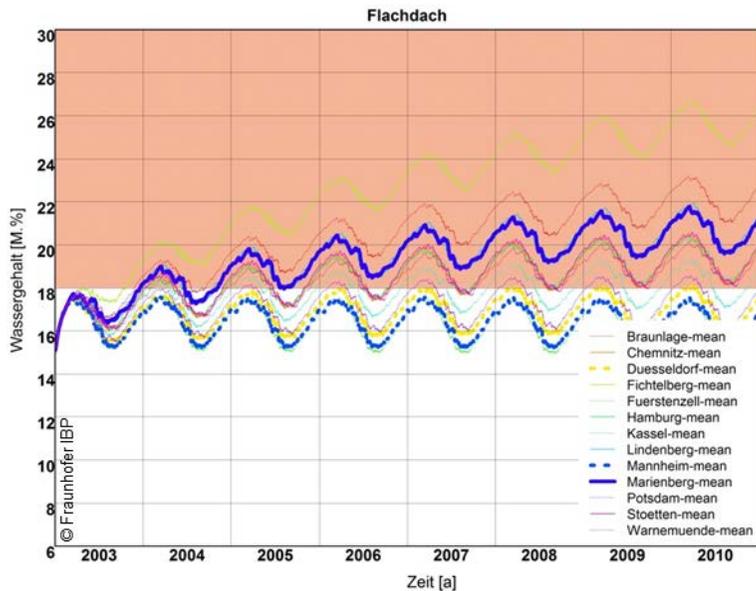
Glättung des Jahresübergangs



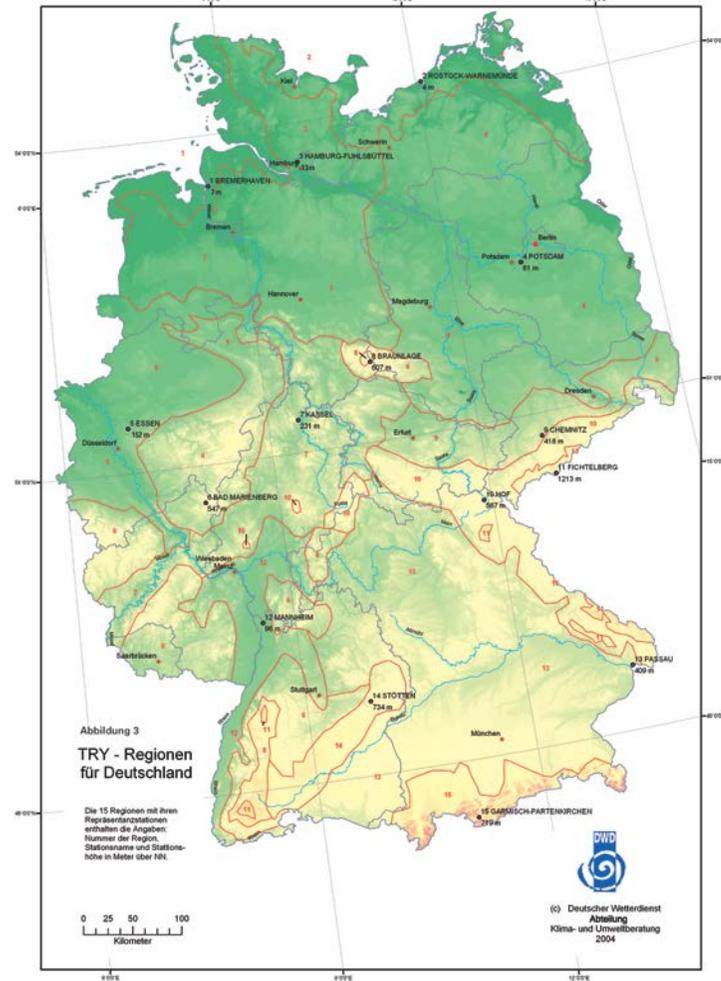
Die Glättung der Monats- und Jahresübergänge beugt etwaigen Problemen durch sprunghafte Veränderungen der Temperatur vor.

# Hygrothermische Referenzjahre: Zonierung

- HRY decken Gesamtdeutschland ab
- Zonale Einteilung orientiert sich an der Einteilung der TRY Regionen

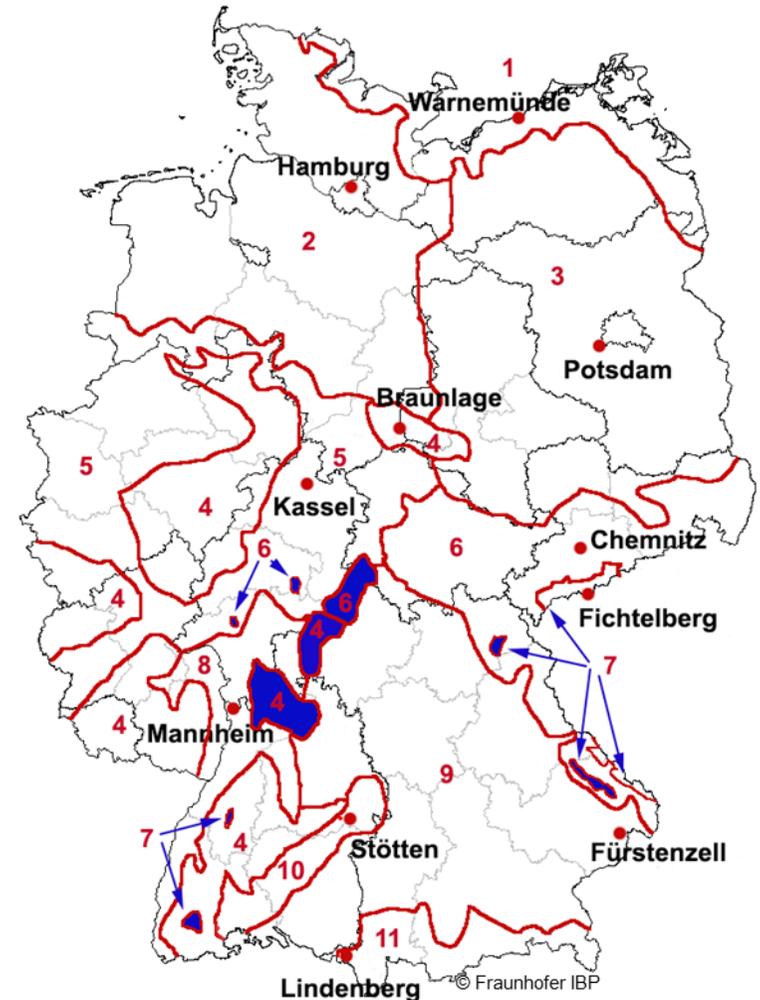


**Weitere  
Vereinfachung !**



# Hygrothermische Referenzjahre: Zonierung

Referenzstation		
HRV Nr.	zugehörige TRY Zone	Stationsname
1	2	Warnemünde
2	1,3	Hamburg
3	4	Potsdam
4	6,8	Braunlage
5	5,7	Kassel
6	9, 10	Chemnitz
7	11	Fichtelberg
8	12	Mannheim
9	13	Fürstenzell
10	14	Stötten
11	15	Lindenberg

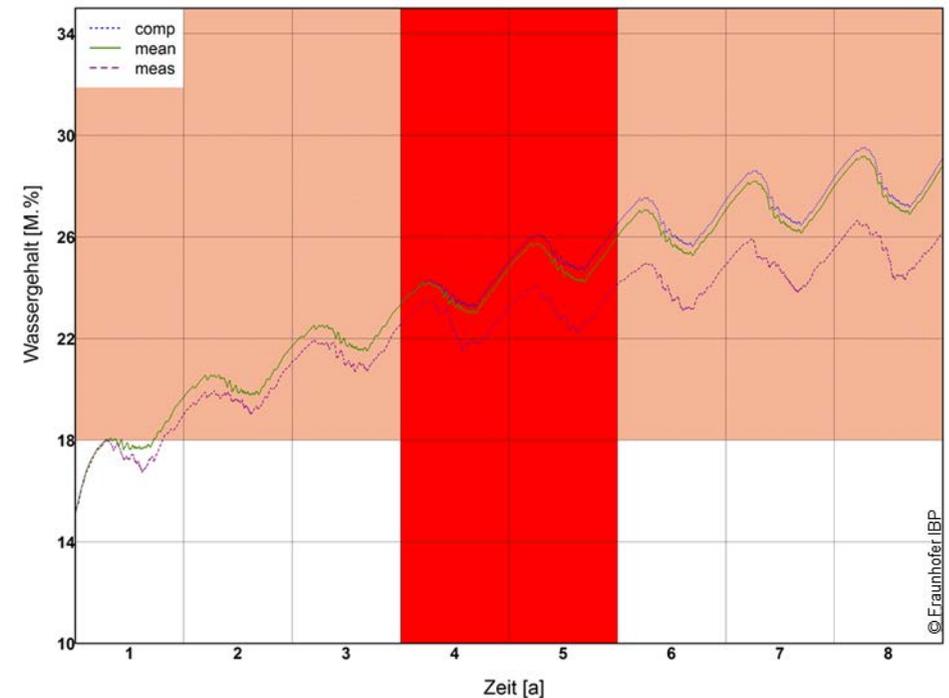
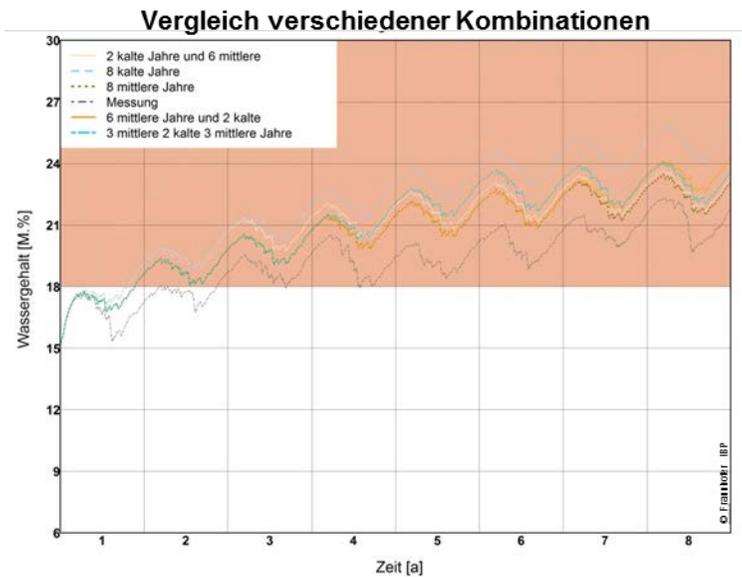


# Hygrothermische Referenzjahre: Überblick

1. HRY decken das typische Bauteilverhalten ab -> z.B. zur Beurteilung des Langzeitverhaltens
2. Kalte HRY, Temperatur gemäß EN 15026 um 2 K abgesenkt -> „worst case“ z.B. für Parameterstudien
- 3. Bemessungszeiträume, Kombination aus 3 HRY, 2 kalten HRY und 3 HRY -> Gutachten, Bauteilauslegung**

# Hygrothermische Referenzjahre: Bemessungszeitraum

- 8-jährige Bemessungszeiträume aus HRY und kalten HRY
- Die kalten HRY wurden gemäß EN15026 um 2 K abgesenkt
- Die extremen Jahre der gemessenen Zeitreihen lassen sich, auf der sicheren Seite liegend, am besten mit der Kombination aus drei HRY, zwei kalten HRY und drei HRY abbilden.
- Einschwingphase, Auffeuchtung und Rücktrocknung



# Inhalt

- 1) **Hygrothermische Referenzjahre**
- 2) **Lokalklimagenerator**
- 3) **Anwendungsbeispiel HRY**
- 4) **Anwendungsbeispiel angepasstes HRY**
- 5) **Anwendungsbeispiel Bemessungszeitraum**

# Lokalklimagenerator: Lokalanpassung

## Warum eine weitere Anpassung der HRY?

- Die HRY Referenzstandorte sind für große Regionen typisch
- Das hygrothermische Verhalten eines Bauteils kann dabei von der direkte Umgebung entscheidend beeinflusst werden

Umgebungsbebauung ?  
Vegetation ?



Höhenlage ?  
Gewässernähe ?



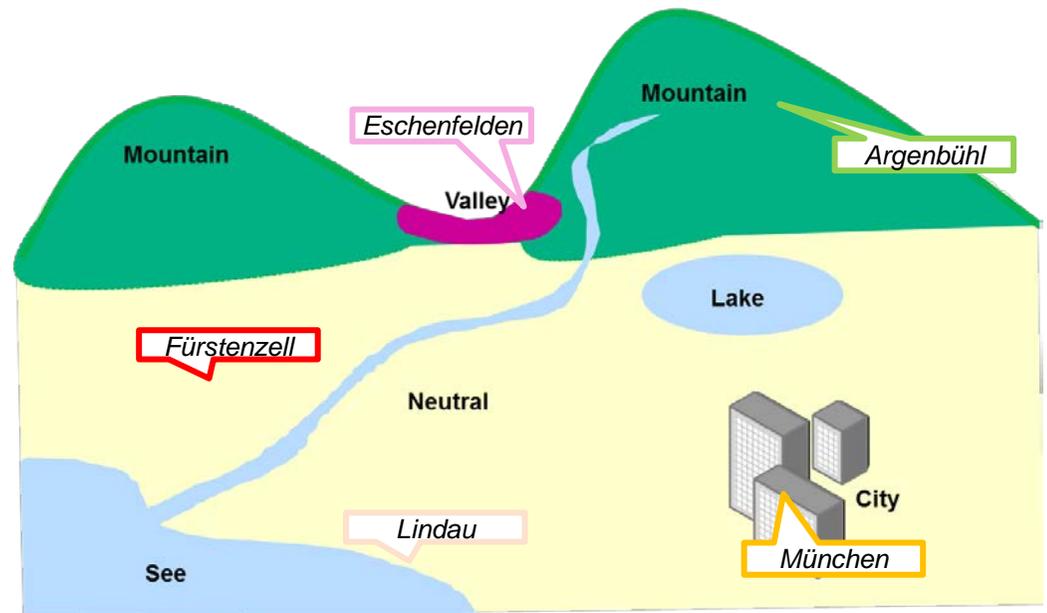
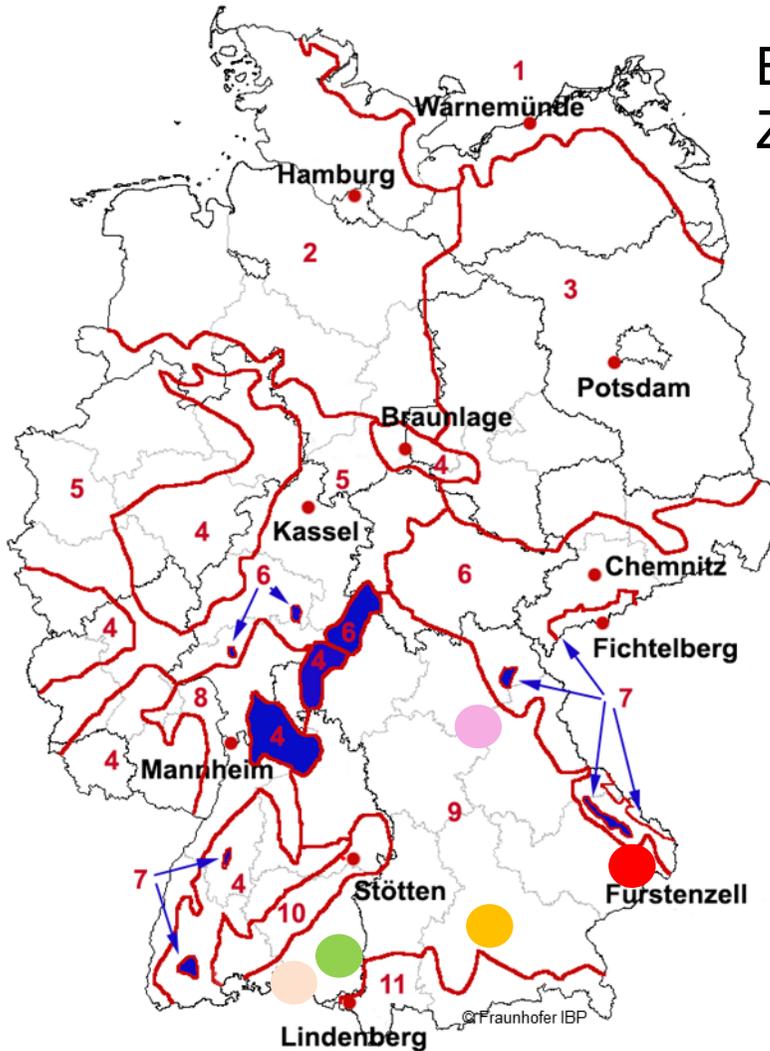
Exposition ?  
Orientierung ?



# Lokalklimagenerator: Lokalanpassung

Beispiel für mögliche Lokalkategorien der HRY Zone 9:

- Berg- und Tallagen
- Innerstädtische Lagen
- Gewässernähe



# Lokalklimagenerator: Lokalanpassung

## Berücksichtigung über Lokalklimakorrekturfunktionen:

Monatliche Anpassungsfaktoren für die wichtigsten stündlichen Klimaelemente.

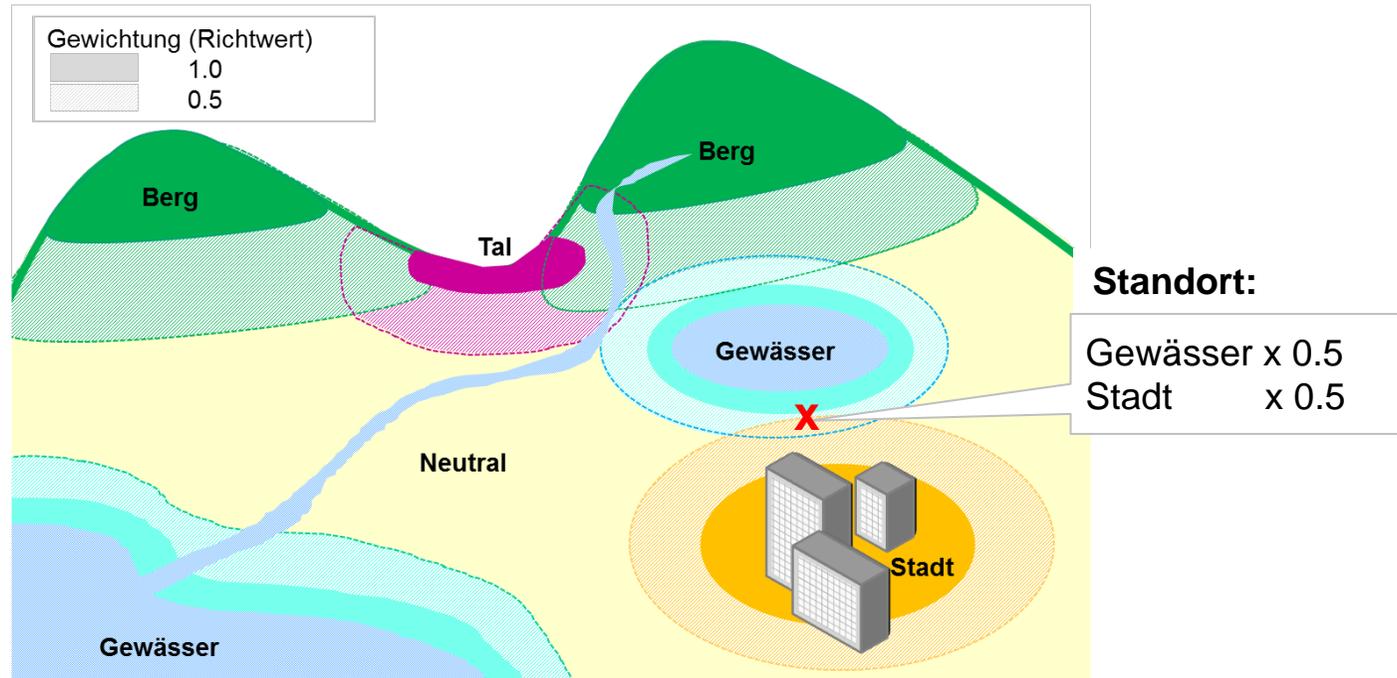


Dies ermöglicht die rechnerische Anpassung des Referenzortes auf die gewünschte Lokalkategorie. Die Korrekturfunktionen erfüllen dabei folgende Anforderungen:

- **Typisch** für die jeweilige Lokalkategorie (z.B. höhere Temperatur in Städten, höhere Feuchte am Gewässer)
- **Übereinstimmend** mit der Literatur und etablierten Modellen
- **Kritisch** für die hygrothermische Verhältnisse im Bauteil d.h. die Ergebnisse der hygrothermischen Simulation sollen, im Zweifelsfall **auf der sicheren Seite liegen**.

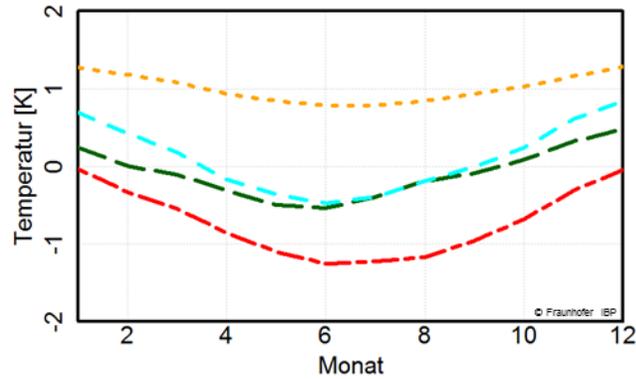
# Lokalklimagenerator: Kombination von Kategorien

Bei **Kombinationen** von verschiedenen Lokalkategorien können die einzelnen Korrekturfaktoren gewichtet werden (0 bis 1). Dies führt zu einer noch besseren Übereinstimmung zwischen angepassten und gemessenen Klimadaten.

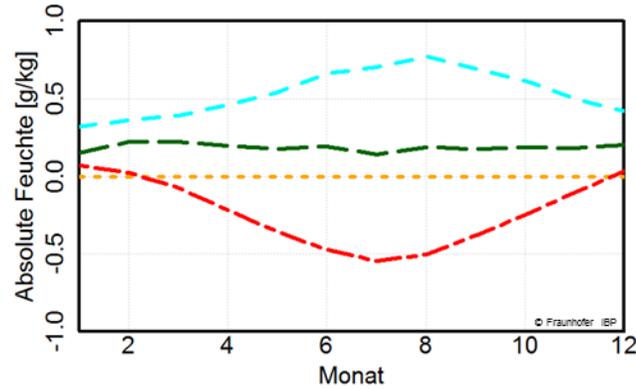


# Lokalklimagenerator: Anpassungsfunktionen

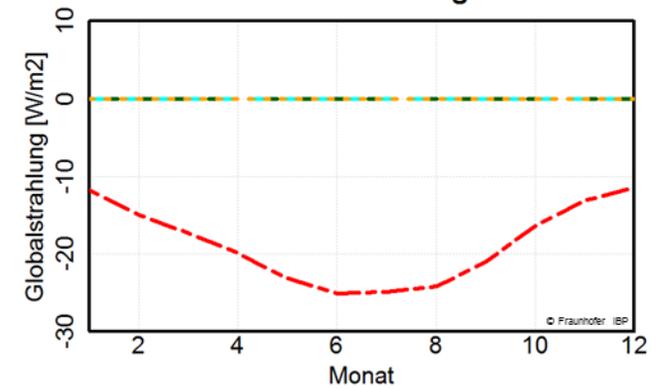
Temperatur



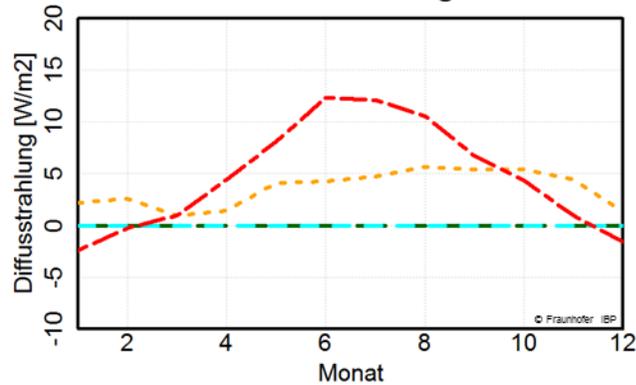
Absolute Feuchte



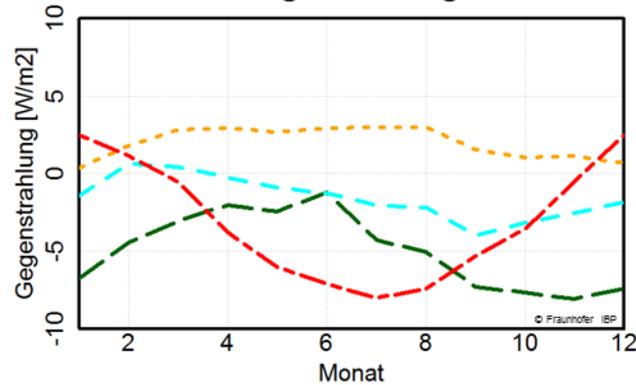
Globalstrahlung



Diffusstrahlung



Gegenstrahlung



Lokalkategorie:

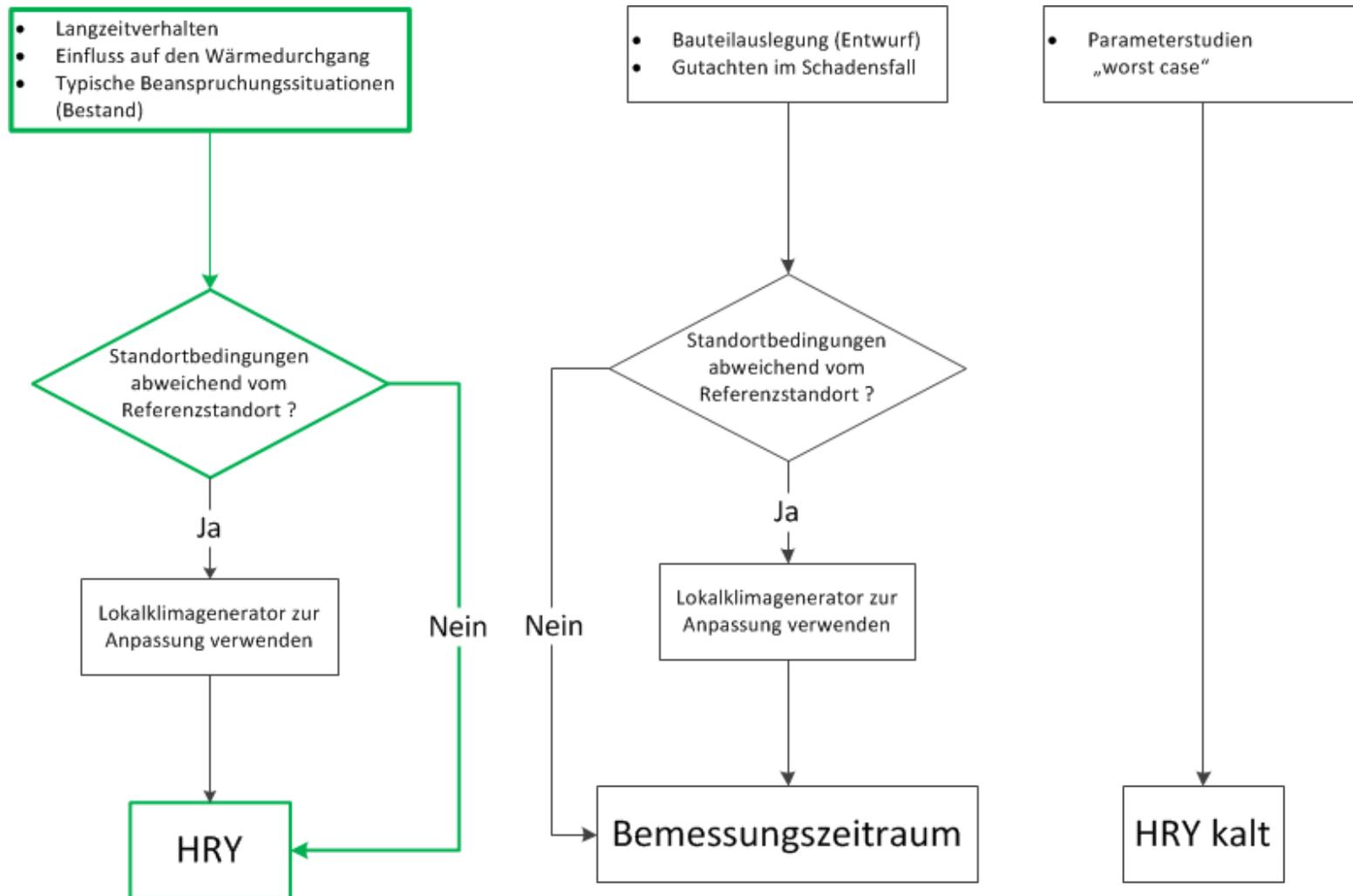
- Berg
- Gewaesser
- Stadt
- Tal

Korrektur nur bei einem eindeutigen Zusammenhang

# Inhalt

- 1) **Hygrothermische Referenzjahre**
- 2) **Lokalklimagenerator**
- 3) **Anwendungsbeispiel HRY**
- 4) **Anwendungsbeispiel angepasstes HRY**
- 5) **Anwendungsbeispiel Bemessungszeitraum**

# Anwendungsbeispiel HRY



# Anwendungsbeispiel HRY: Bsp. Gründach

## Aufbau von außen nach innen:

6 cm	generisches Substrat
	Dachbahn (ändern: $s_d = 300$ m)
2,5 cm	Holzschalung (Weichholz)
28 cm	Mineralfaser WLG 040
	feuchtevariable Dampfbremse (PA Folie)
1,25 cm	Gipskartonplatte

## Randbedingungen:

Standort:	München ( <u>mit HRY Fürstenzell</u> )
Innenklima:	EN 15026 mit normaler Feuchtelast
Neigung:	0°
Strahlungsabsorption:	0.3
Anfangsbedingung:	Ausgleichsfeuchte bei 80 % r.F.
Berechnungszeit:	20 Jahre (Beginn: Oktober)

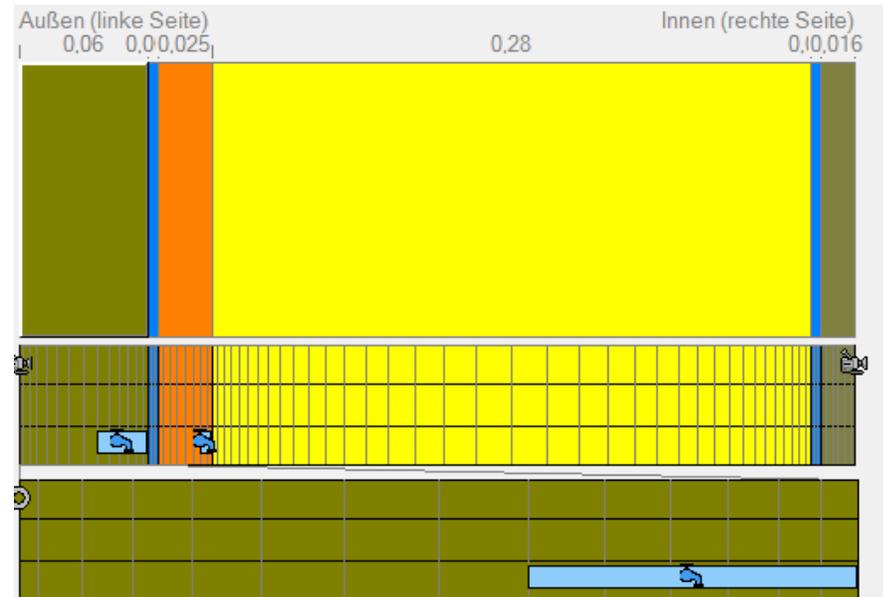
# Anwendungsbeispiel HRY: Bsp. Gründach

## Feuchtequelle:

in den unteren 2 cm der Substratschicht  
40 % des Niederschlags  
begrenzt auf die freie Wassersättigung

## Infiltrationsquelle:

in den unteren 5 mm der Holzschalung  
Luftdichtigkeitsklasse B  
Höhe des Gebäudes: 5 m  
begrenzt auf die freie Wassersättigung



# Anwendungsbeispiel HRY: Bsp. Gründach

The screenshot shows a software interface for roof construction simulation. The main window is titled "Projekt" and contains a menu bar with "Eingaben", "Rechnen", "Ausgabe", "Einstellungen", "Datenbank", and "Ergebnisanalyse". Below the menu is a toolbar with various icons. On the left, a project tree shows "Projekt" and "Variante: 1 Gründach ohne Kiesschicht" with sub-items: "Bauteil", "Aufbau/Monitorpositionen", "Orientierung", "Oberflächenübergangskoeff.", "Anfangsbedingungen", "Steuerung", "Klima", and "Schnellgrafik". The main area displays a cross-section of a roof with the following layers and properties:

Schichtname	Dicke [m]
Weichholz	0,025
Außen (linke Seite)	0,06
Innen (rechte Seite)	0,10,016

The cross-section shows a yellow layer (Weichholz) with a thickness of 0,025 m. Below it is a grid of orange and yellow layers. The total thickness is 0,383 m. The thermal properties are: Wärmedurchlasswiderstand: 7,43 m<sup>2</sup>K/W and U-Wert: 0,131 W/m<sup>2</sup>K.

Buttons and options on the right include: "Materialdaten", "Quellen, Senken", "Neue Schicht", "Duplizieren", "Löschen", "Bearbeiten Aufbau" (with "Bild" selected), and "Zuordnung aus Datenbanken" (with "Materialdatenbank" and "Konstruktionsdatenbank" buttons). The "Gitteraufbau" section has a dropdown set to "Automatisch (I)", a value of "70", and a dropdown set to "Mittel". A button "Aut. Unterteilung in Manuelle kopieren" is also present.

# Anwendungsbeispiel HRY: Bsp. Gründach

## Bewertungsmatrix

Die Bewertungsmatrix legt fest, welche Kriterien einer Konstruktion bewertet werden. Die Matrix bildet dann auch die Grundlage für die abschließende Bewertung der Konstruktion

	<b>Kriterium</b>
1) Numerik	Bilanzunterschiede gering ?
	Wenige oder keine Konvergenzfehler ?
2) Bewertungsgrößen	Gesamtwassergehalt, eingeschwungen ?
	Wassergehalt in der Schalung, kleiner 20 M.% nach DIN 68800 ?



Konstruktion OK ?

# Anwendungsbeispiel HRY: Bsp. Gründach

## Bewertung der Numerik

Letzter Rechenlauf

Rechenverlauf

Datum/Zeit der Rechnung	14.02.2017 15:55:38	
Rechenzeit	5 min,39 sek	
Beginn / Ende der Rechnung	01.01.2003 / 31.12.2023	
Anzahl der Konvergenzfehler	0	✓

Numerische Qualitätsprüfung

Integral der Ströme, linke Seite (kl,dl)	[kg/m <sup>2</sup> ]	-1855,45	-1282,49
Integral der Ströme, rechte Seite (kr,dr)	[kg/m <sup>2</sup> ]	0,0	1,57
Bilanz 1	[kg/m <sup>2</sup> ]	14,74	✓
Bilanz 2	[kg/m <sup>2</sup> ]	12,66	

Wassergehalt [kg/m<sup>2</sup>]

	Start	Ende	Min.	Max.
Gesamtwassergehalt	3,84	18,89	3,84	21,11

Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]

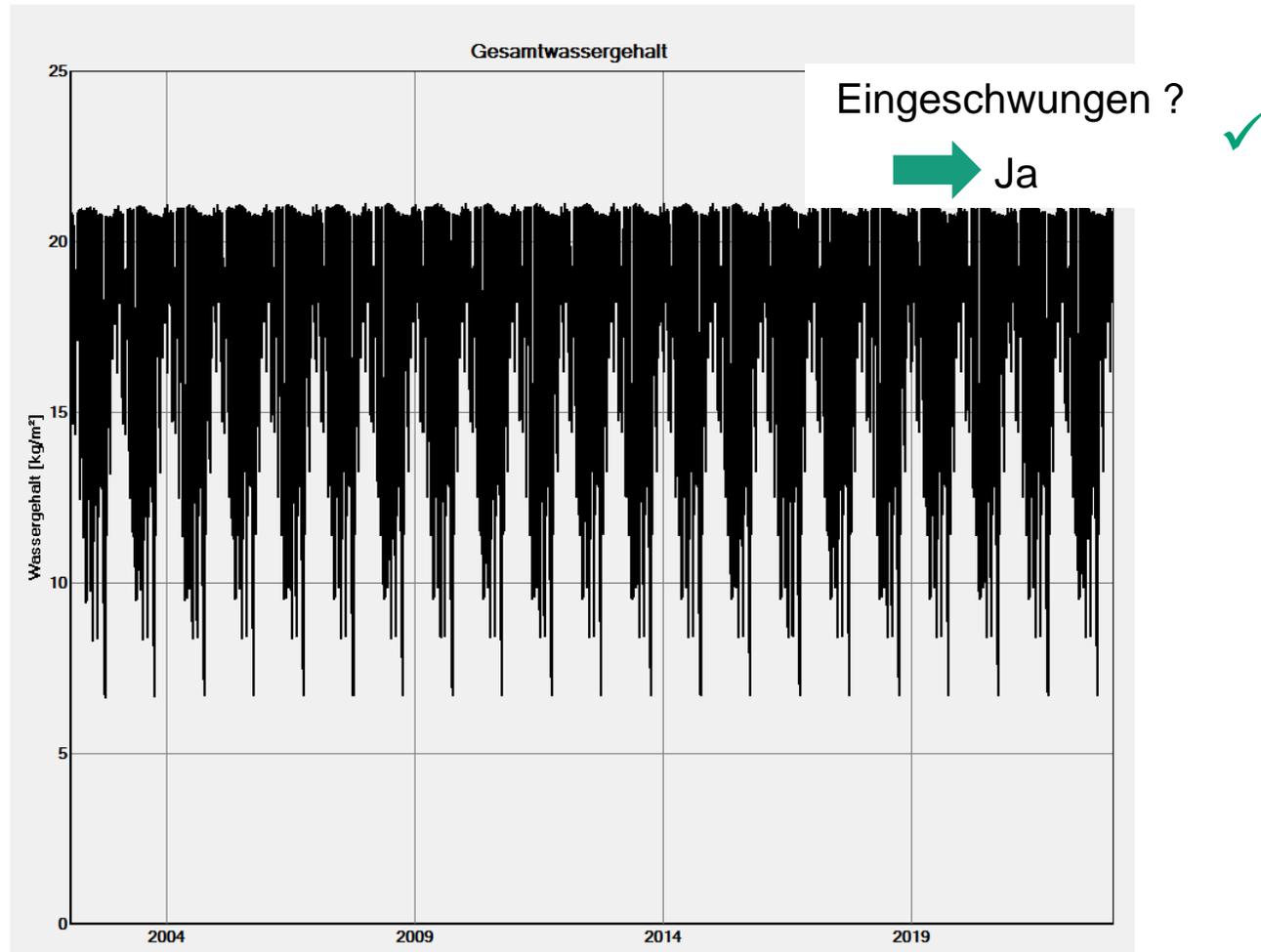
Schicht/Material	Start	Ende	Min.	Max.
------------------	-------	------	------	------

Rechnung gesperrt

Schließen Hilfe

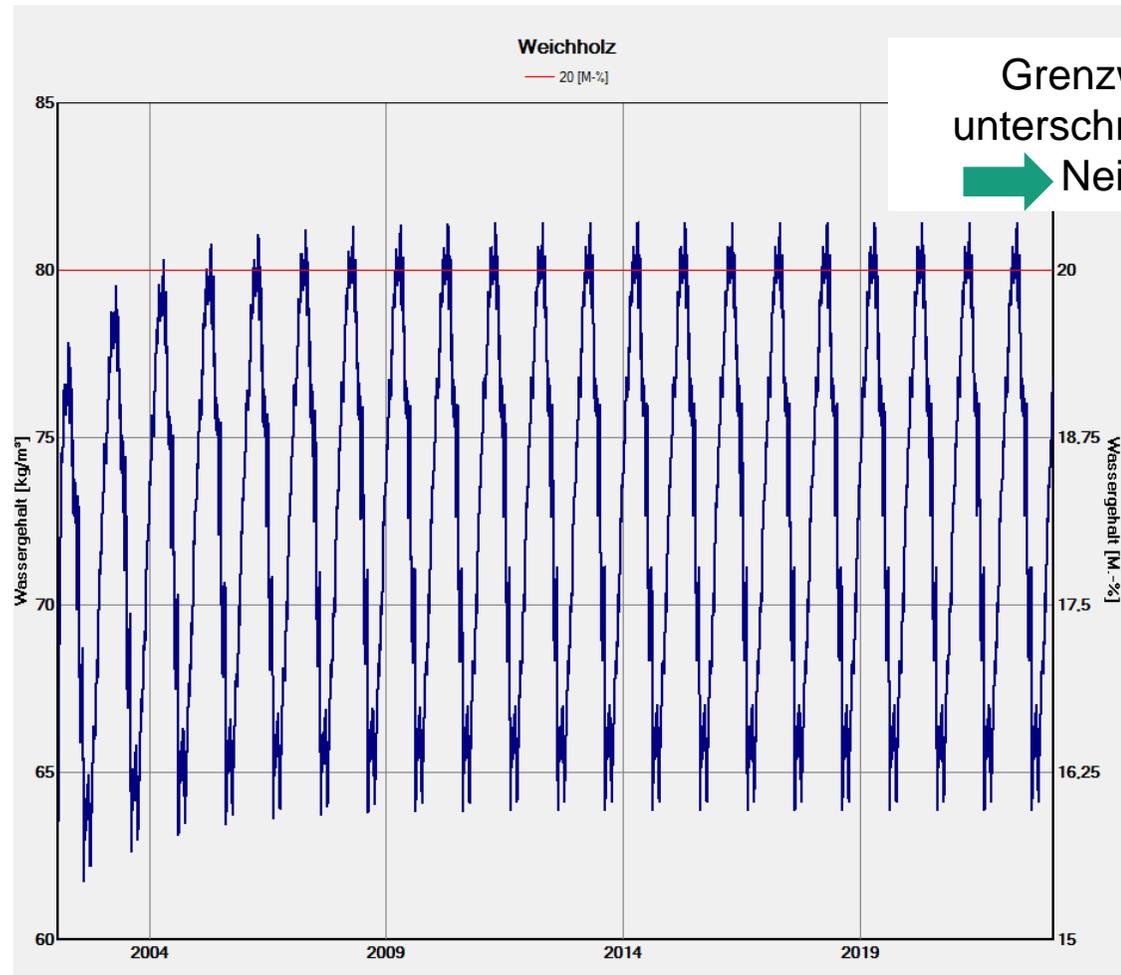
# Anwendungsbeispiel HRY: Bsp. Gründach

## Bewertung des Gesamtwassergehaltes



# Anwendungsbeispiel HRY: Bsp. Gründach

## Bewertung des Wassergehaltes in der Holzschalung



# Anwendungsbeispiel HRY: Bsp. Gründach

## Abschließende Bewertung

	Kriterium	Gründach HRY
1) Numerik	Bilanzunterschiede gering ?	✓
	Wenige oder keine Konvergenzfehler?	✓
2) Bewertungsgrößen	Gesamtwassergehalt, eingeschwungen ?	✓
	Wassergehalt in der Schalung, kleiner 20 M.% nach DIN 68800 ?	⚡

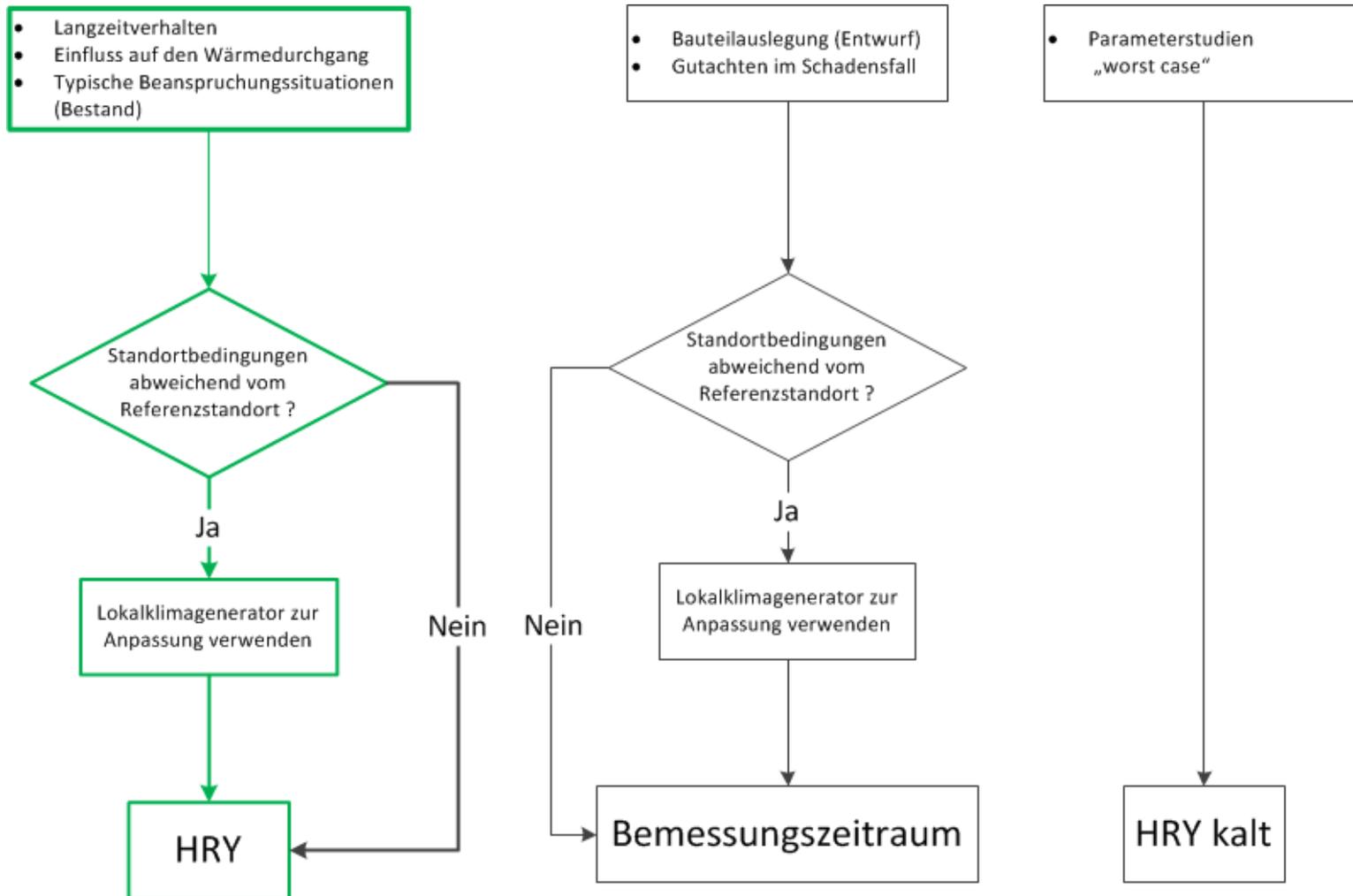


Konstruktion nicht OK !

# Inhalt

- 1) **Hygrothermische Referenzjahre**
- 2) **Lokalklimagenerator**
- 3) **Anwendungsbeispiel HRY**
- 4) **Anwendungsbeispiel angepasstes HRY**
- 5) **Anwendungsbeispiel Bemessungszeitraum**

# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach



# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Bauteilaufbau

### Aufbau von außen nach innen:

6 cm	generisches Substrat
	Dachbahn (ändern: $s_d = 300$ m)
2,5 cm	Holzschalung (Weichholz)
28 cm	Mineralfaser WLG 040 feuchtevariable Dampfbremse (PA Folie)
1,25 cm	Gipskartonplatte

### Randbedingungen:

<b>Standort:</b>	München ( <u>mit HRY angepasst Fürstencell</u> )
Innenklima:	EN 15026 mit normaler Feuchtelast
Neigung:	0°
Strahlungsabsorption:	0.3
Anfangsbedingung:	Ausgleichsfeuchte bei 80 % r.F.
Berechnungszeit:	20 Jahre (Beginn: Oktober)

# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Lokalklimagenerator

Vorgehen zur Lokalanpassung:

1. Referenzstandort gemäß HRY Karte auswählen
2. Lokalkategorien (Stadt, Berg, Tal oder Gewässer) anpassen
3. Standorthöhe auf die gewünschte Höhe anpassen
4. Anpassung der Wind Exposition
5. Anpassung der Niederschlagsmenge
6. Abschließende Plausibilitätskontrolle
7. Export der angepassten .wac Datei des Zielortes

# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Lokalklimagenerator: Standortwahl

Lokalklimagenerator **Referenzort** Zielort Wind / Regen Export Hilfe

Lokalklimagenerator Für **WUFI**®

### Referenzort

**Klimadaten von Referenzort**

HRY Zone  
 Benutzerdefinierte Datei

Meereshöhe des Referenzorts [m]  
0

**Lage des Referenzorts**  
In [Hilfe] steht die Definition der Lage  
Die Lage vom Referenzort jeder HRY Zone ist vordefiniert.

**Berg**  
0 1

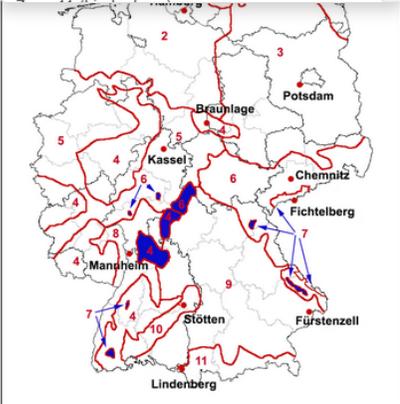
**Gewässer**  
0 1

**Tal**  
0 1

**HRY Zone**

Bitte auswählen

- Zone 04 (Braunlage)
- Zone 05 (Kassel)
- Zone 06 (Chemnitz)
- Zone 07 (Fichtelberg)
- Zone 08 (Mannheim)
- Zone 09 (Fürstenzell)**
- Zone 10 (Stötten)



Nutzereingabe Länge und Breite

- Lokalklimagenerator öffnen
- Standort Fürstenzell auswählen, da München in der HRY Zone 9 liegt

# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Lokalklimagenerator: Standortwahl

Lokalklimagenerator Referenzort **Zielort** Wind / Regen Export Hilfe

**Zielort**

Meereshöhe des Zielorts [m]  
476

Temperatur, absolute-, relative Feuchte und atmosphärische Gegenstrahlung werden höhenabhängig angepasst.

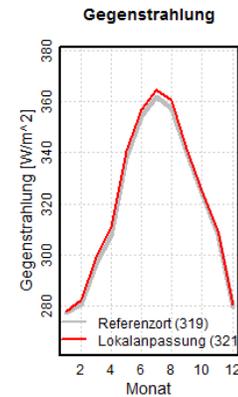
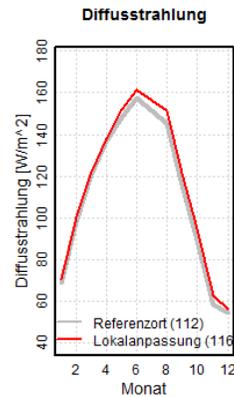
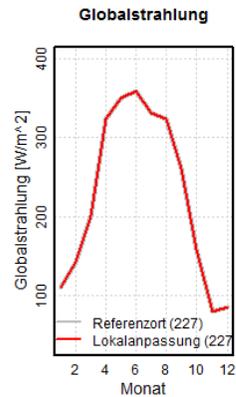
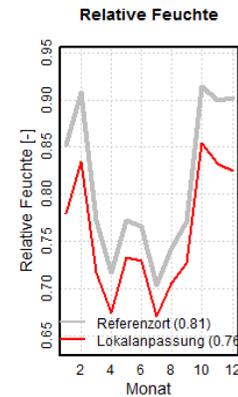
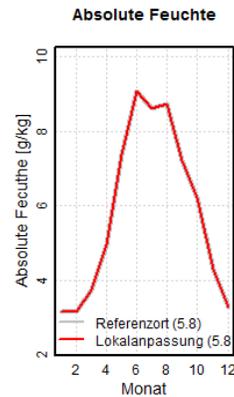
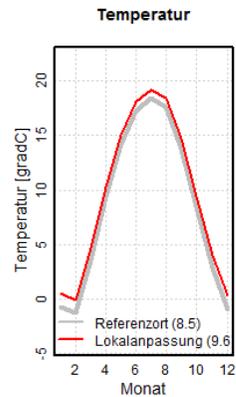
**Lage des Zielorts**  
In [Hilfe] steht die Definition der Lage

**Berg**  
0 1

**Gewässer**  
0 1

**Tal**  
0 1

**Stadt**  
0 1



- München -> innerstädtisch im Gegensatz zu Fürstzell
- Stadtfaktor von 0 auf 1 setzen

# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Lokalklimagenerator: Standorthöhe anpassen

Lokalklimagenerator Referenzort **Zielort** Wind / Regen Export Hilfe

**Zielort**

Meereshöhe des Zi...  
 476  519

Temperatur, absolute-, relative Feuchte und atmosphärische Gegenstrahlung werden hoehenabhaengig angepasst.

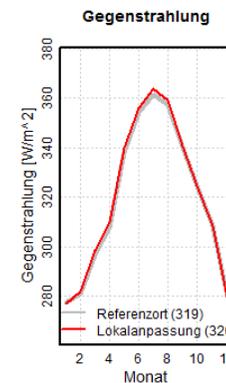
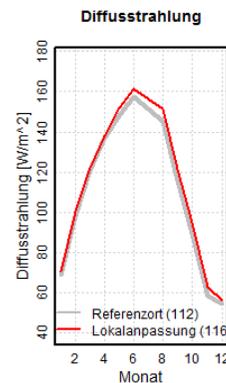
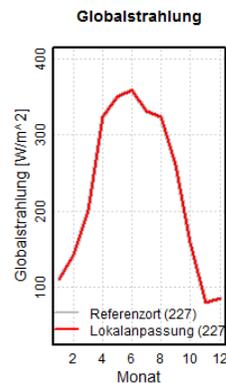
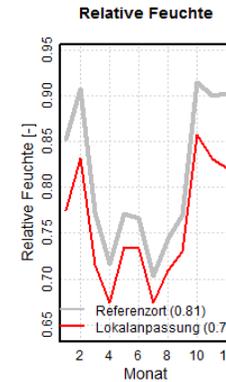
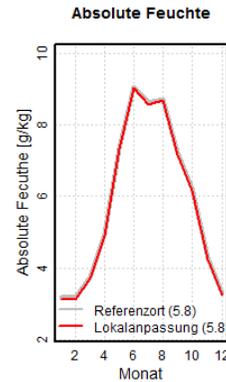
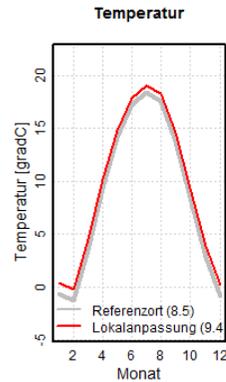
**Lage des Zielorts**  
 In [Hilfe] steht die Definition der Lage

**Berg**

**Gewaesser**

**Tal**

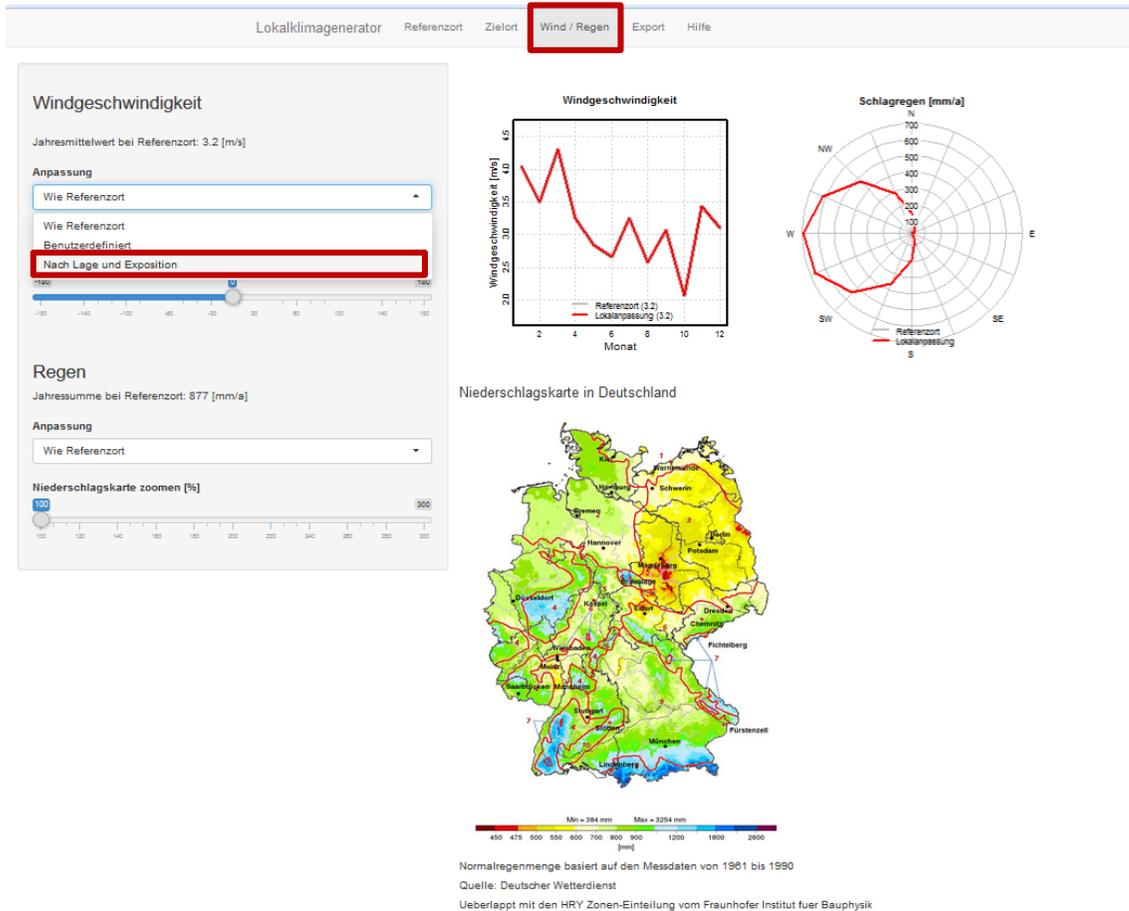
**Stadt**



- Standorthöhe korrigieren
- Von 476 Fürstenzell auf München 519 m über NN erhöhen

# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Lokalklimagenerator: Windgeschwindigkeit anpassen



- Windgeschwindigkeit anpassen nach „Lage und Exposition“
- Hier sind typische Bandbreiten der Windgeschwindigkeit einzelner Lokalkategorien hinterlegt

# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Lokalklimagenerator: Windgeschwindigkeit anpassen

Lokalklimagenerator Referenzort Zielort **Wind / Regen** Export Hilfe

**Windgeschwindigkeit**

Jahresmittelwert bei Referenzort: 3.2 [m/s]

**Anpassung**

Nach Lage und Exposition

Wie Referenziert

Benutzerdefiniert

Nach Lage und Exposition

Bitte auswählen

Neutral

**Stadt**

Gewässer (See)

Gewässer (Küste, Insel)

Insel

Tal

Bero (Bero)

**Windrichtung**

Drehungsgrad (+ nach Uhrzeigersinn, - nach gegen Uhrzeigersinn)

-180 0 180

-180 -140 -100 -60 -20 20 60 100 140 180

**Regen**

Jahressumme bei Referenzort: 877 [mm/a]

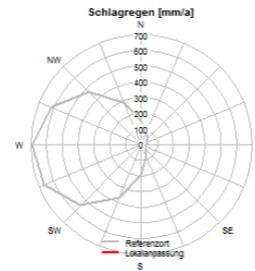
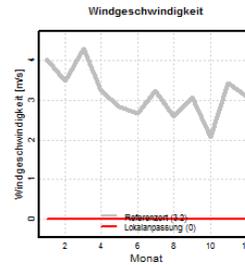
**Anpassung**

Wie Referenziert

**Niederschlagskarte zoomen [%]**

100 300

100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300



Niederschlagskarte in Deutschland



Min = 384 mm Max = 3254 mm  
[mm]

Normalregenmenge basiert auf den Messdaten von 1961 bis 1990

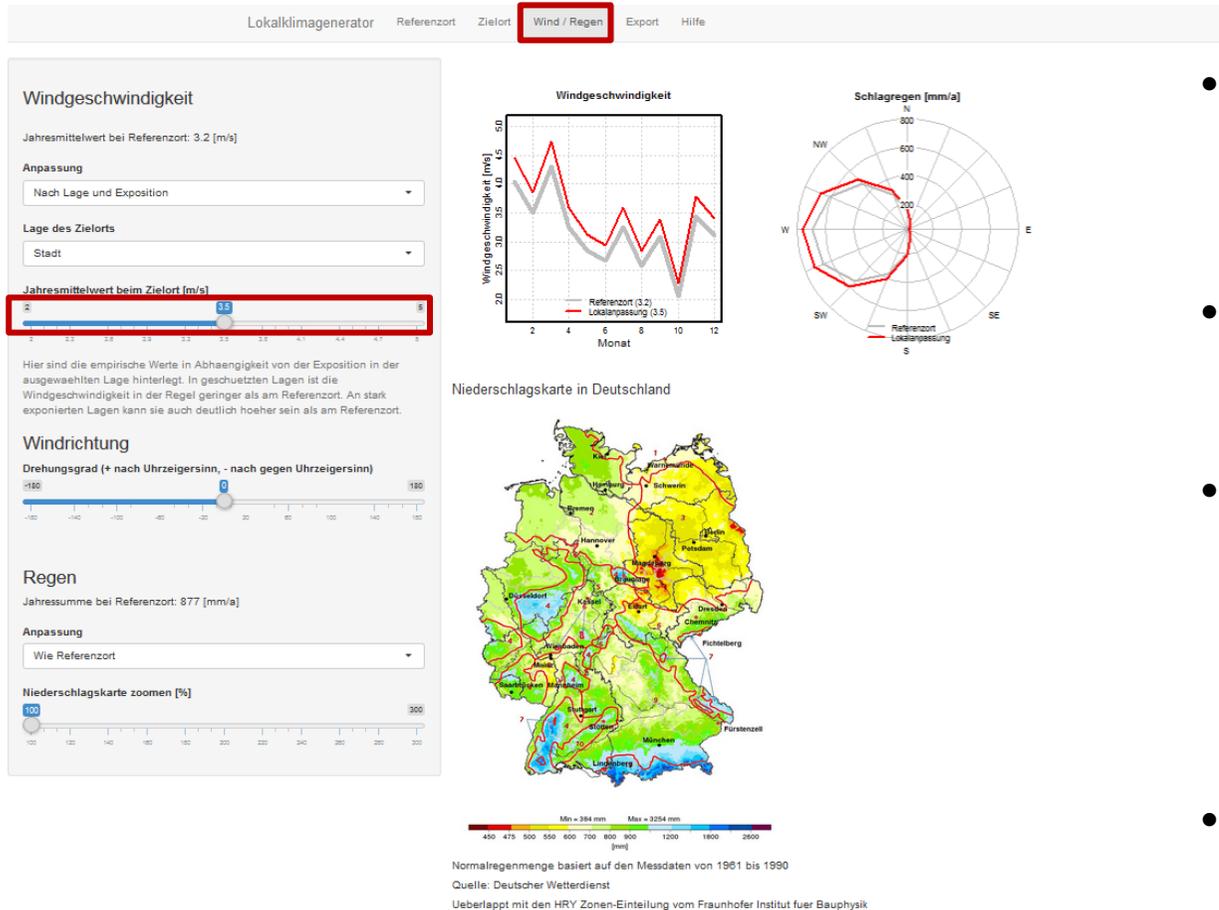
Quelle: Deutscher Wetterdienst

Überlappt mit den HRY Zonen-Einteilung vom Fraunhofer Institut fuer Bauphysik

- Lagekategorie „Stadt“ auswählen

# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

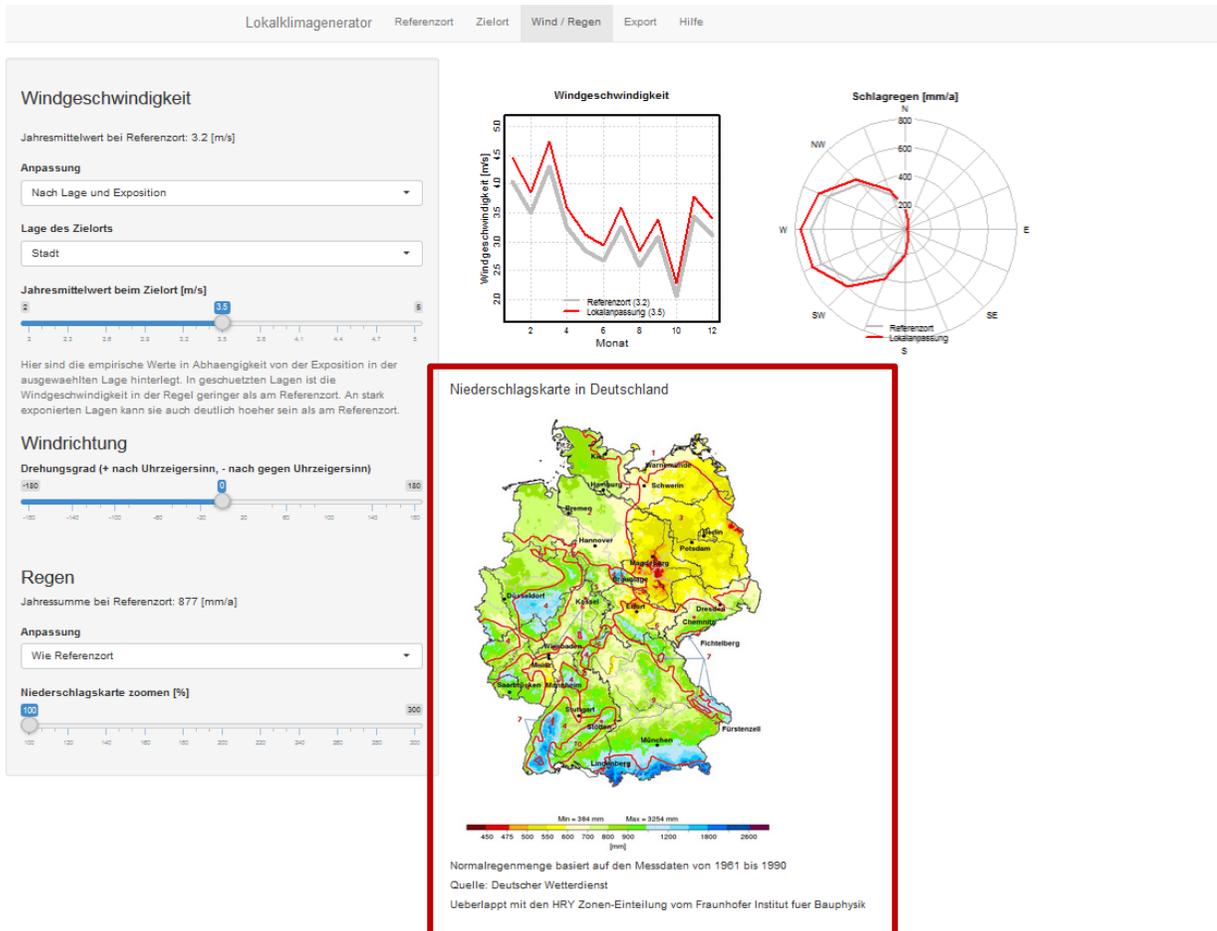
## Lokalklimagenerator: Windgeschwindigkeit anpassen



- Der Generator schlägt die empirisch ermittelte Bandbreite für die jeweilige Lagekategorie vor
- Für das Bsp. Stadt liegt diese zwischen 2 m/s und 5 m/s
- Hier kann differenziert werden ob es sich innerhalb einer Lagekategorie um einen eher geschützten oder exponierten Standort handelt
- Für das Bsp. wird eine mittel exponierte „Stadt“ Lage (3,5 m/s) gewählt

# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

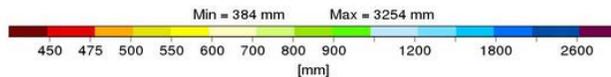
## Lokalklimagenerator: Niederschlag anpassen



- Für die Berechnung des Schlagregens sind der Normalregen und die Windgeschwindigkeit notwendig
- Als Hilfestellung kann die Niederschlagskarte des DWD verwendet werden
- Es sollte auf der sicheren Seite liegende immer die höchste am Standort vorkommende Normalregenmenge verwendet werden

# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Lokalklimagenerator: Niederschlag anpassen



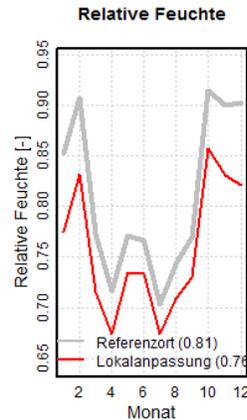
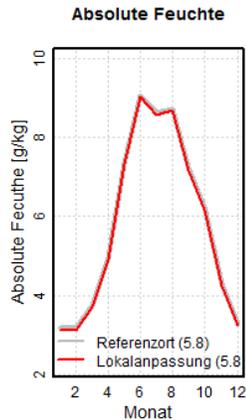
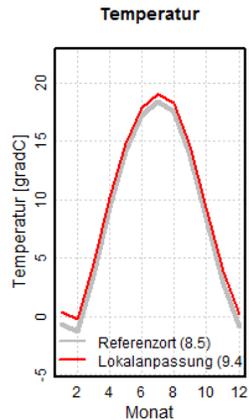
Normalregenmenge basiert auf den Messdaten von 1901 bis 1990  
Quelle: Deutscher Wetterdienst  
Überlappt mit den HRY Zonen-Einteilung vom Fraunhofer Institut fuer Bauphysik

- Niederschlag Fürstenzell HRY 877 mm/a;  
langjährig 900 m/a
- Niederschlag München (Norden)  
langjährig 900 m/a
- ➔ Keine Anpassung notwendig bzw.  
(wie Referenzort)

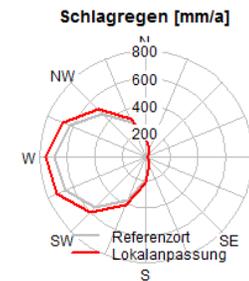
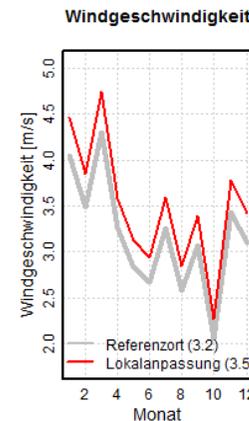
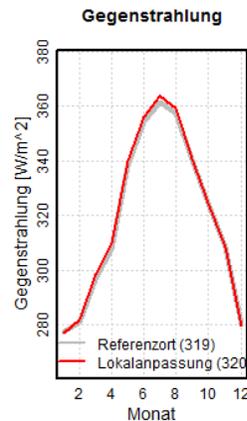
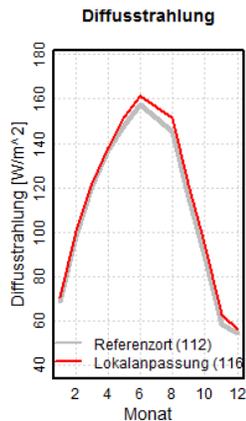
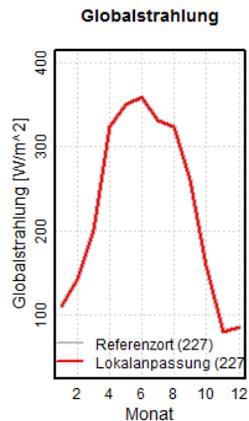
*Hinweis: Aus der angegebenen Bandbreite sollten möglichst die auf der sicheren Seite liegenden höheren Werte verwendet werden.*

# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Lokalklimagenerator: Abschließende Plausibilitätsprüfung

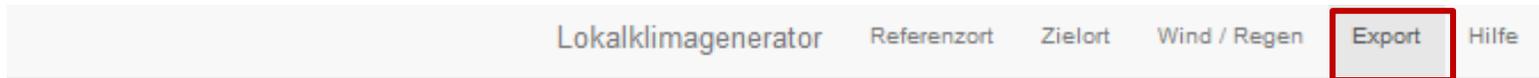


- Verläufe auf Plausibilität prüfen, achten Sie auf:
  - Sprünge oder Senken
  - Sehr starke Abweichungen zwischen Referenz- und Zielort



# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Lokalklimagenerator: Export



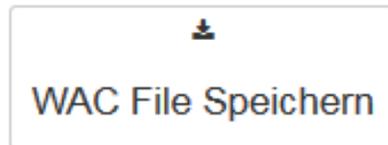
### WAC File speichern

Kommentar im WAC File (option)

Fuerstenzell auf Muenchen (Norden) angepasst

In der vierten Zeile im exportierten WAC File ist bei Bedarf einzeilige Kommentare  
z.B.: Stadt Faktor 1.0 zu HRY Zone 9

Tip: Die nicht angepassten Klimaelementen werden von den Werten in der Referenzdatei beibehalten.



- Beschreibenden Kommentar in .wac Datei ergänzen
- Danach .wac Datei exportieren

```
WUFI®_WAC_02
10 Line offset to 'Number of Columns'
Fuerstenzell
Fuerstenzell auf Muenchen(Norden) angepasst
13.35 Longitude [°]; East is positive
48.55 Latitude [°]; North is positive
476 HeightAMSL [m]
1.0 Time Zone [h from UTC]; East is positive
1 Time step [h]
8760 Number of DataLines
10 Number of DataColumns
TIME TA HREL ISGH ISD RN WD
2003-01-01 01:00 1.09 1 0 0
2003-01-01 02:00 1.17 1 0 0
```

Aussehen in der „.wac“ Datei:

# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Bewertungsmatrix

Die Bewertungsmatrix ist identisch zu dem ersten Fall, da sich die Konstruktion nicht geändert hat, sondern lediglich die Randbedingungen.

	<b>Kriterium</b>
1) Numerik	Bilanzunterschiede gering ?
	Wenige oder keine Konvergenzfehler ?
2) Bewertungsgrößen	Gesamtwassergehalt, eingeschwungen ?
	Wassergehalt in der Schalung, kleiner 20 M.% nach DIN 68800 ?



Konstruktion OK ?

# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Bewertung der Numerik

Letzter Rechenlauf

Rechenverlauf

Datum/Zeit der Rechnung	14.02.2017 16:20:57
Rechenzeit	5 min,31 sek
Beginn / Ende der Rechnung	01.01.2003 / 31.12.2023
Anzahl der Konvergenzfehler	0

Numerische Qualitätsprüfung

Integral der Ströme, linke Seite (kl,dl)	[kg/m <sup>2</sup> ]	-1926,45 -1424,14
Integral der Ströme, rechte Seite (kr,dr)	[kg/m <sup>2</sup> ]	0,0 1,57
Bilanz 1	[kg/m <sup>2</sup> ]	13,3
Bilanz 2	[kg/m <sup>2</sup> ]	12,86

Wassergehalt [kg/m<sup>2</sup>]

	Start	Ende	Min.	Max.
Gesamtwassergehalt	3,84	17,41	3,84	21,01

Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]

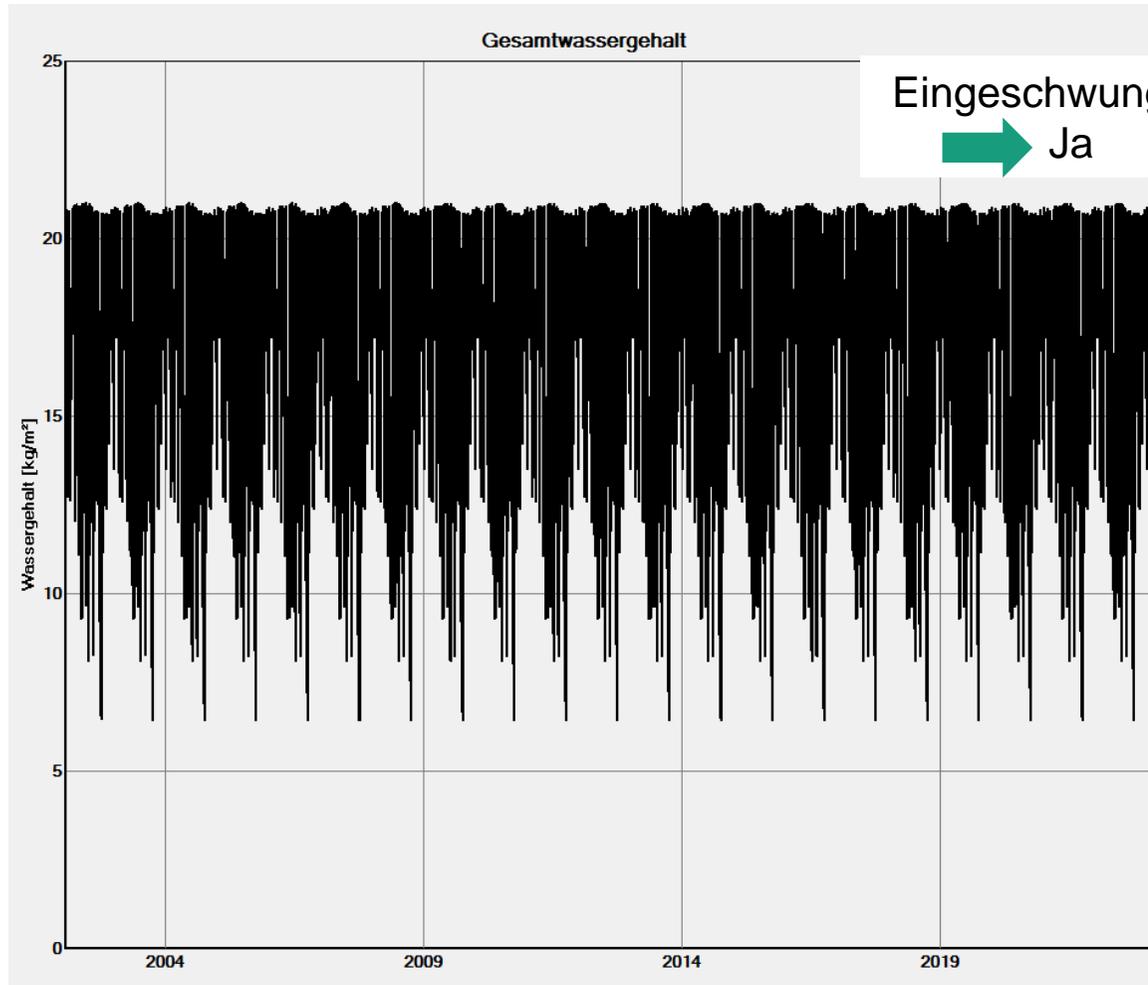
Schicht/Material	Start	Ende	Min.	Max.

Rechnung gesperrt

Schließen Hilfe

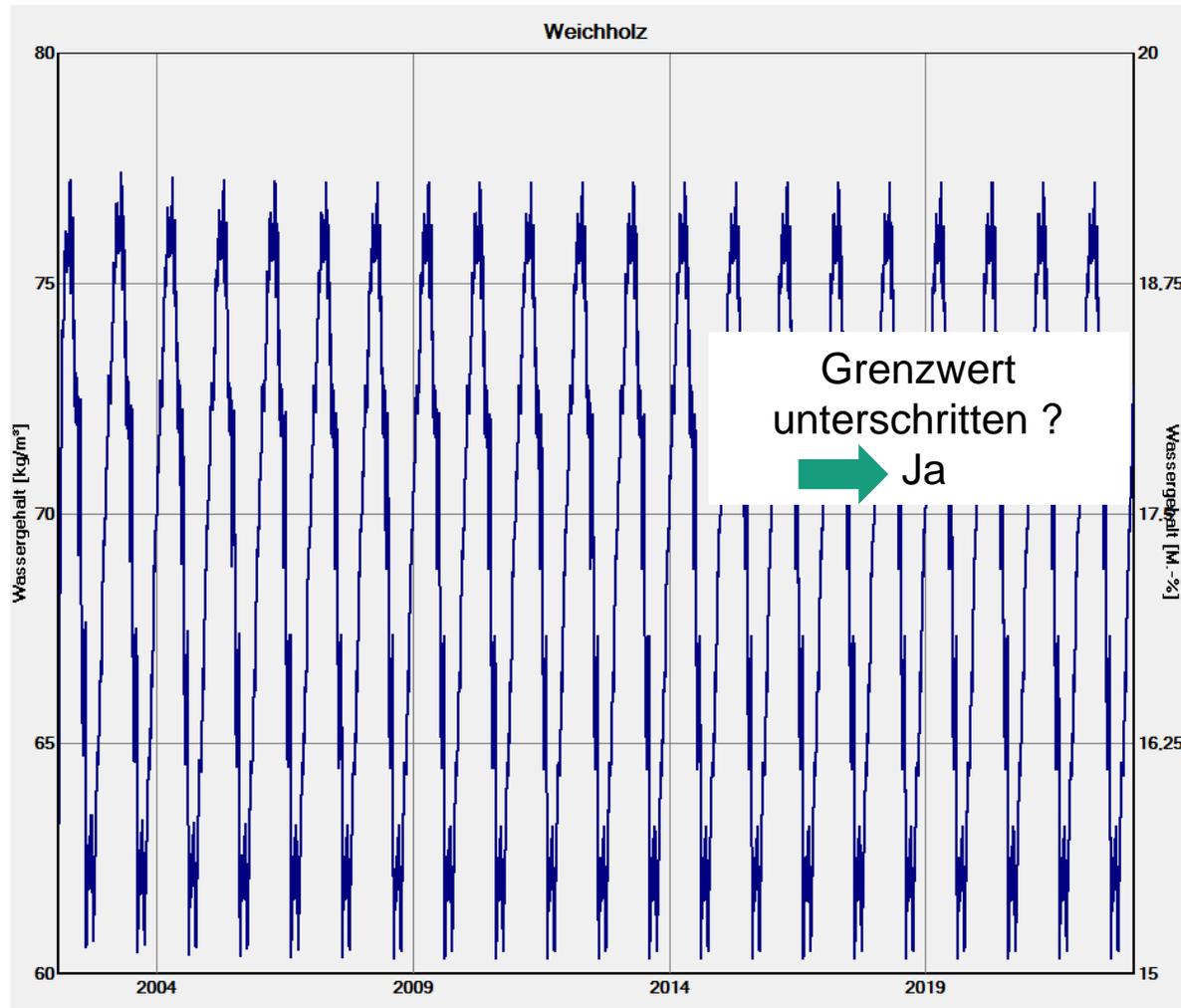
# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Bewertung des Gesamtwassergehaltes



# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Bewertung des Wassergehaltes in der Holzschalung



# Anwendungsbeispiel angepasstes HRY: Bsp. Gründach

## Abschließende Bewertung

	Kriterium	Gründach HRY	Gründach angepasstes HRY
1) Numerik	Bilanzunterschiede gering ?	✓	✓
	Wenige oder keine Konvergenzfehler?	✓	✓
2) Bewertungsgrößen	Gesamtwassergehalt, eingeschwungen ?	✓	✓
	Wassergehalt in der Schalung, kleiner 20 M.% nach DIN 68800 ?	⚡	✓



Konstruktion: nicht OK !

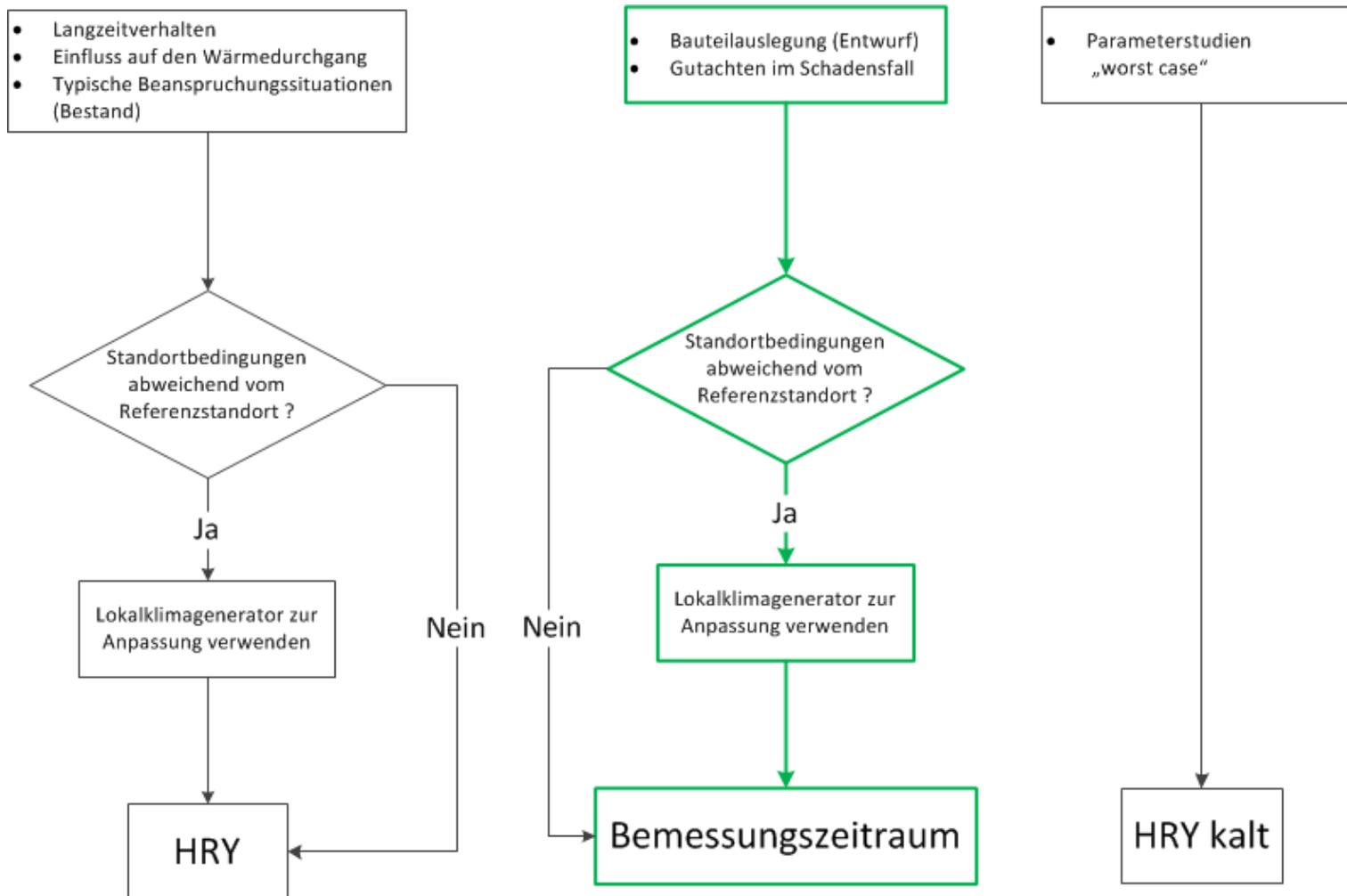


Ok !

# Inhalt

- 1) **Hygrothermische Referenzjahre**
- 2) **Lokalklimagenerator**
- 3) **Anwendungsbeispiel HRY**
- 4) **Anwendungsbeispiel angepasstes HRY**
- 5) **Anwendungsbeispiel Bemessungszeitraum**

# Anwendungsbeispiel (Bemessungszeitraum)



# Anwendungsbeispiel Bemessungszeitraum: Bsp. Gründach

## Lokalklimagenerator: Benutzerdefiniert

Lokalklimagenerator Referenzort Zielort Wind / Regen Export Hilfe



Lokalklimagenerator Für **WUFI**®

### Referenzort

Klimadaten von Referenzort

- HRY Zone
- Benutzerdefinierte Datei

Meereshöhe des Referenzorts [m]  
0 [m]

Lage des Referenzorts  
In [Hilfe] steht die Definition der Lage  
Die Lage vom Referenzort jeder HRY Zone ist vordefiniert.

Berg

Gewässer

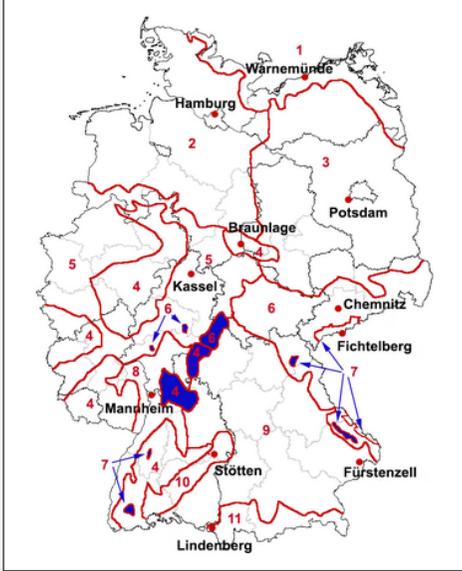
Tal

Stadt

Erweiterung der Lagefaktor

HRV Zone  
Bitte auswählen

Karte zoomen [%]



Nutzereingabe Länge und Breite

- Benutzerdefinierte Klimadaten auswählen

# Anwendungsbeispiel Bemessungszeitraum: Bsp. Gründach

## Lokalklimagenerator: Benutzerdefiniert

Lokalklimagenerator   Referenzort   Zielort   Wind / Regen   Export   Hilfe

**Lokalklimagenerator Für WUFI®**

### Referenzort

Klimadaten von Referenzort

HRY Zone  
 Benutzerdefinierte Datei

Meereshöhe des Referenzorts [m]  
Bitte eine Klimadatei für den Referenzort auswählen!

Lage des Referenzorts  
In [Hilfe] steht die Definition der Lage

Berg  
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1

Gewässer  
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1

Tal  
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1

Stadt  
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1

Erweiterung der Lagefaktor

Datei (nur mit WAC Format) auswählen  
Durchsuchen... Keine Datei ausgewählt.

- Speicherpfad auswählen !

Nach erfolgreichem Hochladen:

Datei (nur mit WAC Format) auswählen

Durchsuchen... Fuerstenzell\_Bemessungszeitraum.wac

Upload complete

# Anwendungsbeispiel Bemessungszeitraum: Bsp. Gründach

## Lokalklimagenerator: Benutzerdefiniert

Die übrigen Einstellungen werden wie zuvor durchgeführt und sind nachfolgend noch einmal zusammengefasst:

1. Stadtfaktor -> auf 1 setzen
2. Standorthöhe anpassen 476 m über NN -> 519 auf über NN
3. Windgeschwindigkeit „Nach Lage und Exposition“
  1. „Stadt“ auswählen
  2. Jahresmittelwert von 3,5 m/s auswählen
4. Regen unverändert belassen wie am Referenzort
5. Anpassung in der Kommentarzeile des „.wac“ Files vermerken

# Anwendungsbeispiel Bemessungszeitraum: Bsp. Gründach

## Bewertung der Numerik

Letzter Rechenlauf

Rechenverlauf

Datum/Zeit der Rechnung	16.02.2017 12:06:02	
Rechenzeit	5 min,46 sek	
Beginn / Ende der Rechnung	01.01.2003 / 31.12.2023	
Anzahl der Konvergenzfehler	0	

Numerische Qualitätsprüfung

Integral der Ströme, linke Seite (kl,dl)	[kg/m <sup>2</sup> ]	-1958,35 -1392,69
Integral der Ströme, rechte Seite (kr,dr)	[kg/m <sup>2</sup> ]	0,0 1,43
Bilanz 1	[kg/m <sup>2</sup> ]	13,53
Bilanz 2	[kg/m <sup>2</sup> ]	13,26

Wassergehalt [kg/m<sup>2</sup>]

	Start	Ende	Min.	Max.
Gesamtwassergehalt	3,84	17,55	3,84	21,22

Wassergehalt [kg/m<sup>3</sup>]

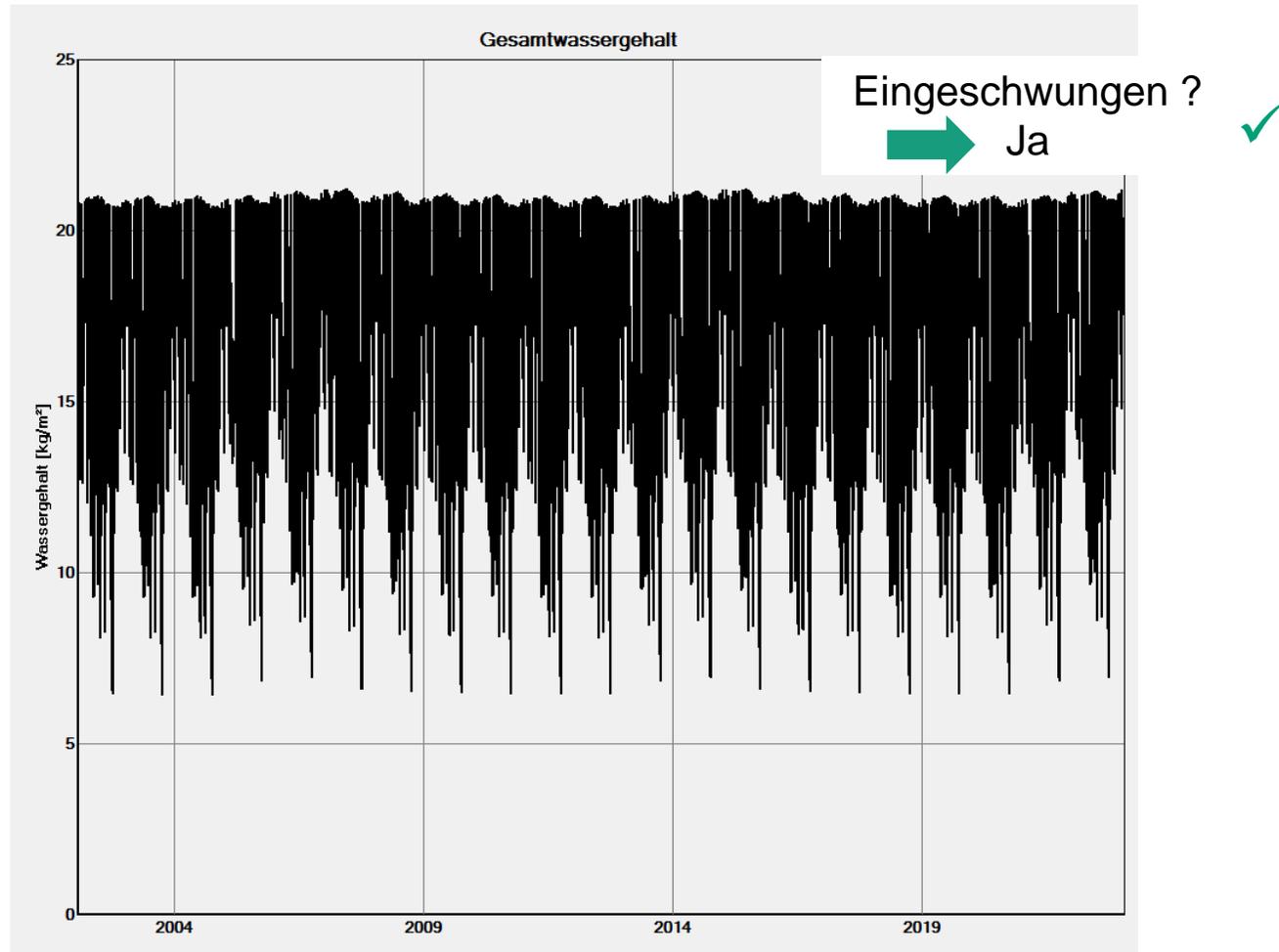
Schicht/Material	Start	Ende	Min.	Max.

Rechnung gesperrt

Schließen Hilfe

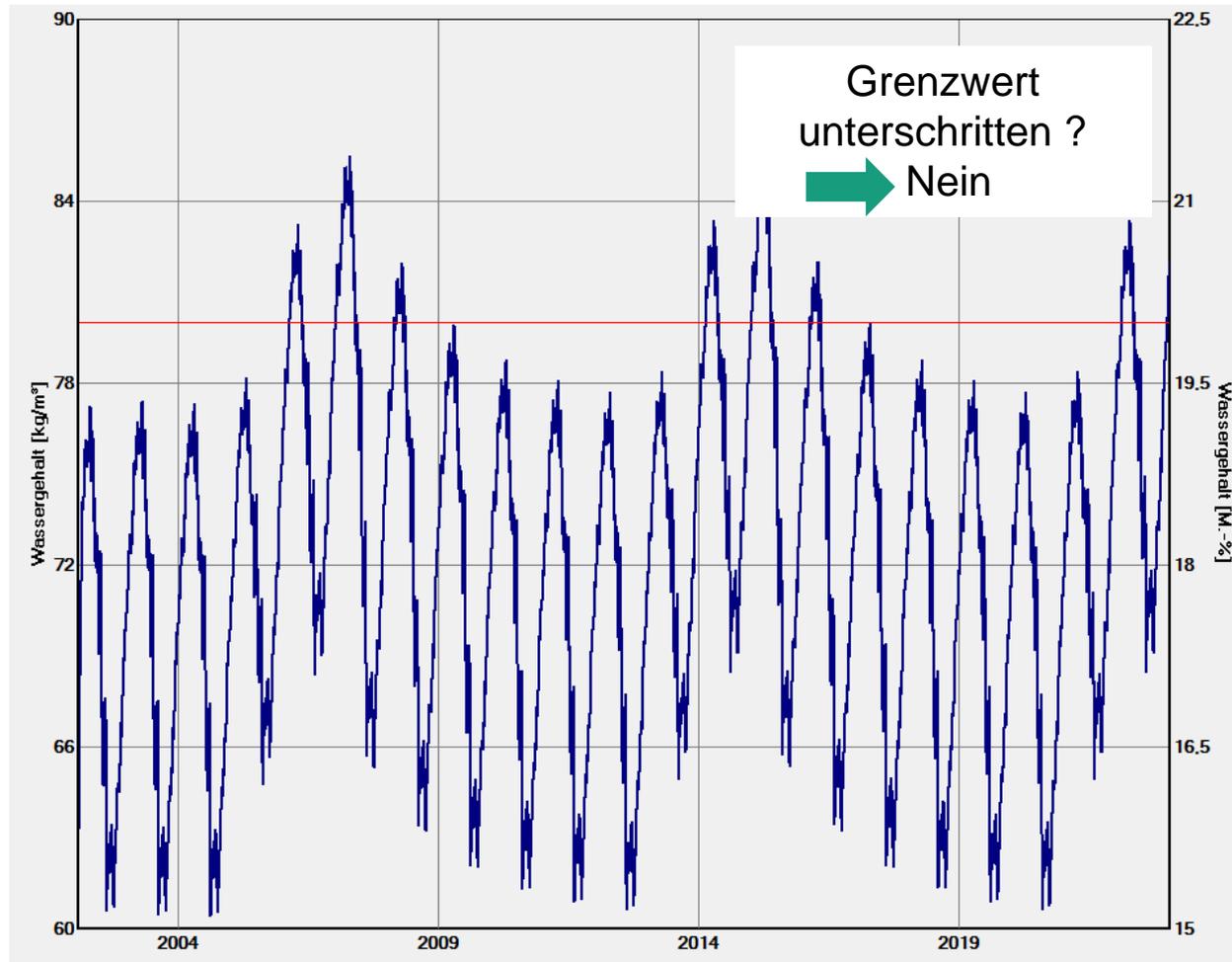
# Anwendungsbeispiel Bemessungszeitraum: Bsp. Gründach

## Bewertung des Gesamtwassergehaltes



# Anwendungsbeispiel Bemessungszeitraum: Bsp. Gründach

## Bewertung des Wassergehaltes in der Holzschalung



# Anwendungsbeispiel Bemessungszeitraum: Bsp. Gründach

## Abschließende Bewertung

	Kriterium	Gründach HRY	Gründach angepasstes HRY	Gründach Bemessungszeitraum
1) Numerik	Bilanzunterschiede gering ?	✓	✓	✓
	Wenige oder keine Konvergenzfehler?	✓	✓	✓
2) Bewertungsgrößen	Gesamtwassergehalt, eingeschwungen ?	✓	✓	✓
	Wassergehalt in der Schalung, kleiner 20 M.% nach DIN 68800 ?	⚡	✓	⚡



nicht OK !



Ok !

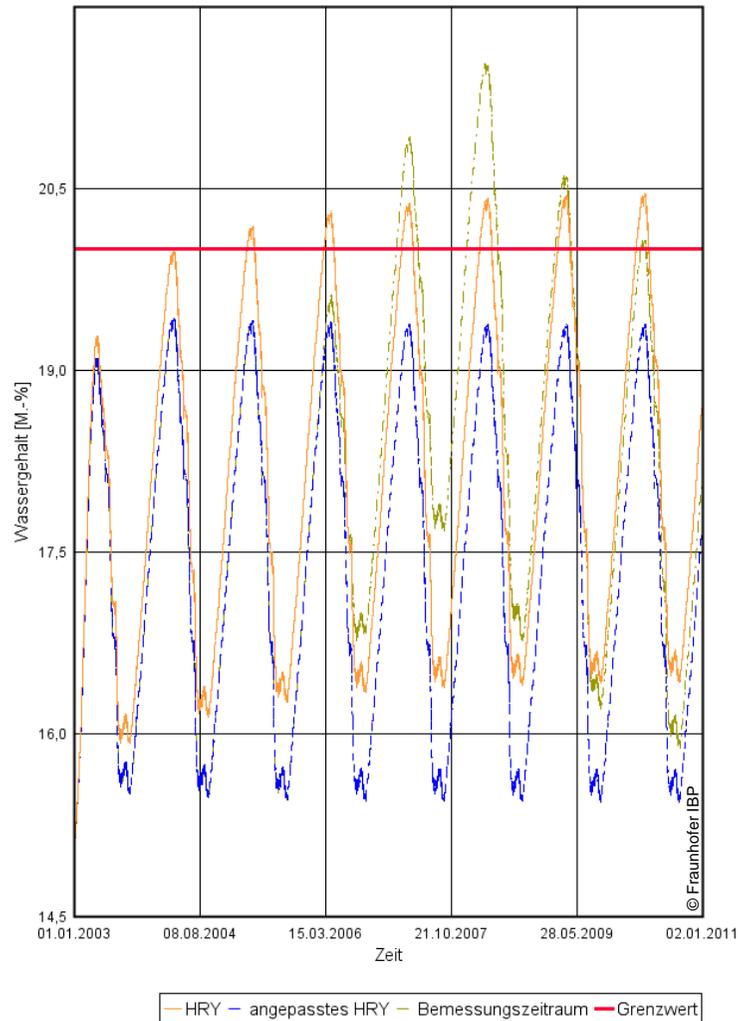


nicht OK !

Konstruktion:

# Anwendungsbeispiel : Bsp. Gründach

## Vergleichende Bewertung



- Die Konstruktion sollte für diesen Standort angepasst werden um auch real auftretende klimatisch extremere Zeiträume abdecken zu können
- Die höchsten Wassergehalte treten in den Jahren 5 und 6 auf, also erst 2 bzw. 3 Jahre nach dem Auftreten des kritischen Außenklimas

# Anwendungsbeispiel HRY

## Zusammenfassung

- Das hygrothermische Referenzjahr (HRY) erzeugt, auf der sicheren Seite liegende Ergebnisse für normale Jahre.
- Um auch extreme Jahre, auf der sicheren Seite liegend, abzudecken sollten die Bemessungszeiträume verwendet werden.
- Die Verwendung der lokalen Anpassungen ermöglicht es, einen standortspezifischen Klimadatensatz zu generieren. Dabei werden, die Standorthöhe, der Schlagregen und die typischen Veränderungen innerhalb einer Lokalkategorie adaptiert.
- Der Vergleich der Ergebnisse unter Verwendung der unterschiedlichen Klimadatensätze (HRY, kalte HRY und Bemessungszeiträume) erlaubt eine grundsätzliche Abschätzung der Sensitivität einer Konstruktion. Das betrachtete Gründach ist beispielsweise eine sensitive Konstruktion bzgl. des Niederschlags und der Temperatur.
- Die beiden kalten HRY in der Mitte des Bemessungszeitraums erlauben eine Aussage über das Verhalten der Konstruktion nach kälteren Perioden sowie über das Rücktrocknungspotential.

# Anwendungsbeispiel: Hygrothermische Referenzjahre (HRY) und Lokalklimamodell

Abschlussbericht Klimaprojekt auf [wufi.de](http://wufi.de) unter:



Auf Wissen bauen

