
10. GRE-Kongress, 8./9. Mai 2014

Kennwertverfahren zur Bewertung des sommerlichen Komforts

Dipl.-Ing. Stephan Schlitzberger

Vortrag

Nachweis des sommerlichen Mindestwärmeschutzes nach EnEV 2014

- von DIN 4108-2:2003-07 zur DIN 4108-2:2013-02
- Rückmeldungen zur Anwendung des Kennwertverfahrens aus DIN 4108-2:2013-02

Komfortbewertung des Sommerfalls

- Vorstellung des (weiter-)entwickelten Kennwertverfahrens

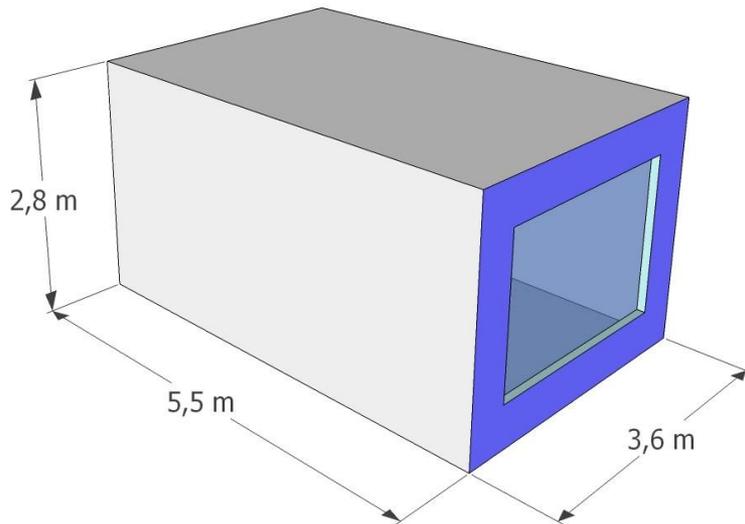
Zusammenfassung und Diskussion

von **DIN 4108-2:2003-07** zur **DIN 4108-2:2013-02**

Überarbeitung und Erweiterung des Sonneneintragskennwert-Verfahrens:

- neue **Klimakarte**, Kennwertkalibrierung auf Basis der Testreferenzjahre 2011
Anforderungswert Wohnnutzung: 1200 Kh/a
Anforderungswert Nichtwohnnutzung: 500 Kh/a
- Unterscheidung zwischen **Wohn- und Nichtwohnnutzung**,
- Verfahrenskorrektur für den Fall „**ohne Nachtlüftung**“ und Einführung der Nachtlüftungsklasse „**hohe Nachtlüftung**“
- Verfahrenskorrektur zur korrekten Abbildung der Abhängigkeit vom **Fensterflächenanteil**
- Einführung eines **anteiligen Sonneneintragskennwertes** zur Berücksichtigung **passiver Kühlung**

Raummodell und Berechnungsrandbedingungen - Basisfall

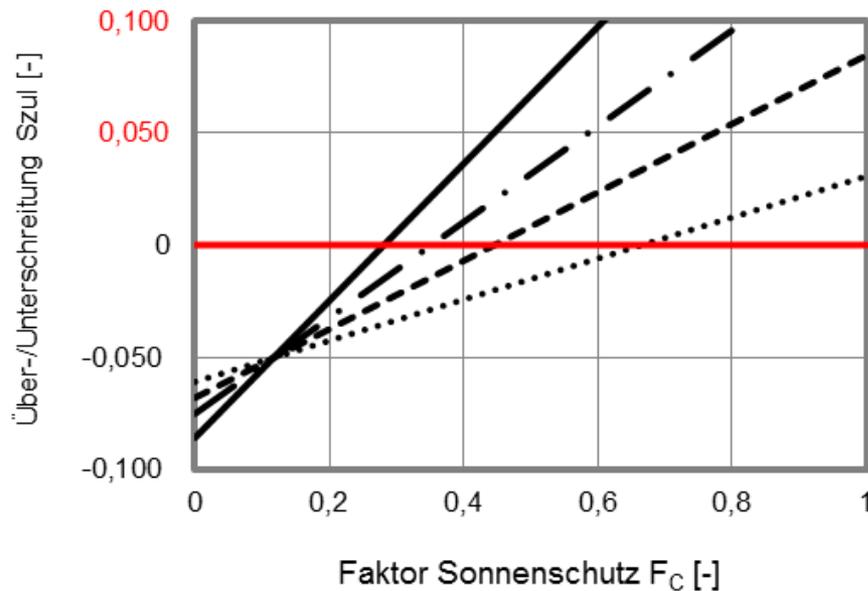


Parameter	Wert
Raummodell:	Zentralraum
Wärmeschutzniveau	EnEV 2009
Bauart:	mittlere Bauart
Klima	Potsdam
Fensterflächenanteil (fassadenbezogen)	50 %
g-Wert Fenster	0,60
Taglüftung	$n = 3 \text{ h}^{-1}$
Nachtlüftung	$n = 2 \text{ h}^{-1}$

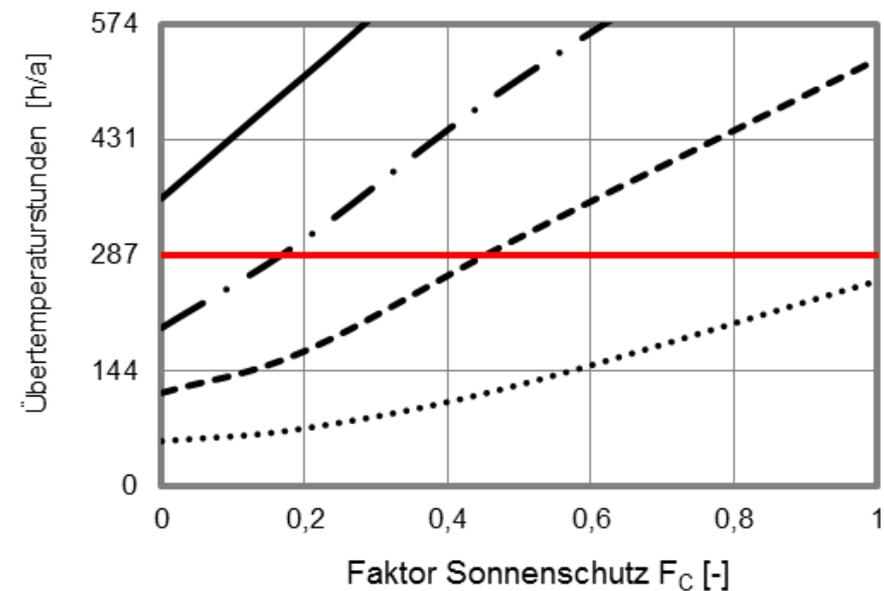
Fehlbewertung des Fensterflächenanteils in **DIN 4108-2:2003-07**

..... Fall 1	$f_w = 30\%$ (fassadenbez.)
- - - - - Fall 2	$f_w = 50\%$ (fassadenbez.)
- · - · - Fall 3	$f_w = 70\%$ (fassadenbez.)
———— Fall 4	$f_w = 100\%$ (fassadenbez.)

DIN 4108-2:2003-07 Verfahren Sonneneintragskennwerte
Wohnnutzung/Nichtwohnnutzung



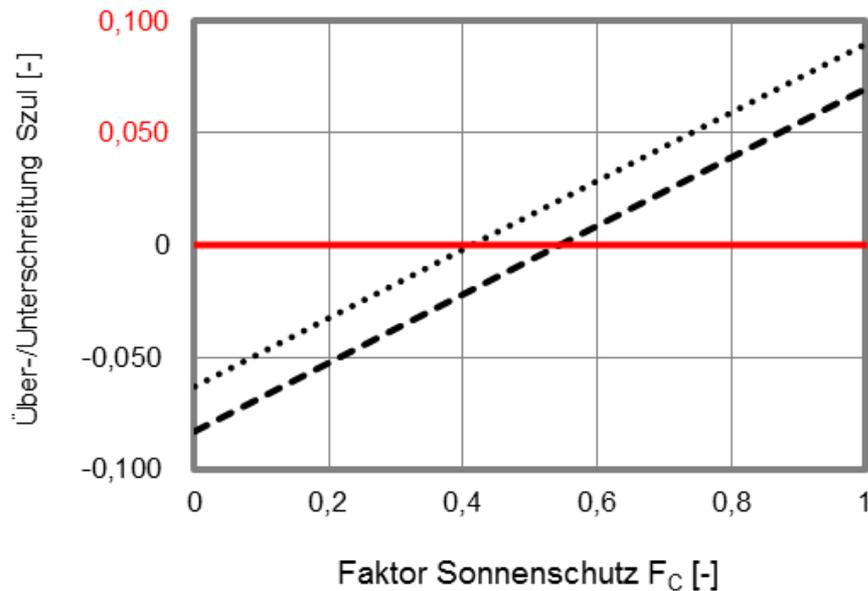
DIN 4108-2:2003-07 Simulation Überschreitungshäufigkeiten
Nichtwohnnutzung



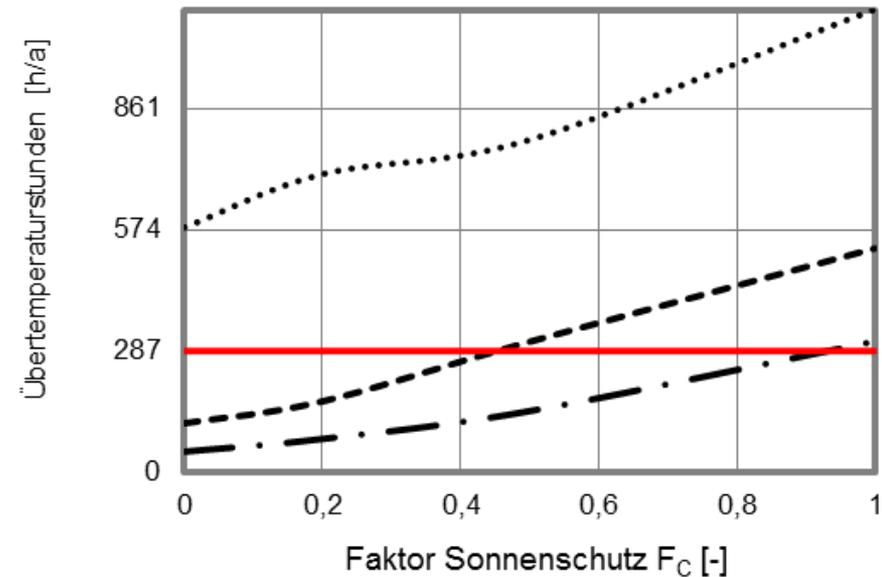
Fehlbewertung des Falls „ohne Nachtlüftung“ in **DIN 4108-2:2003-07**

..... Fall 1	ohne Nachtlüftung
----- Fall 2	erhöhte Nachtlüftung
— · — Fall 3	hohe Nachtlüftung (nicht normativ nach DIN 4108-2:2003-07!)

DIN 4108-2:2003-07 Verfahren Sonneneintragskennwerte
Wohnnutzung/Nichtwohnnutzung



DIN 4108-2:2003-07 Simulation Überschreitungshäufigkeiten
Nichtwohnnutzung



Rückmeldungen zur Anwendung des Kennwertverfahrens aus DIN 4108-2:2013-02

- Verfahrenskorrekturen (Fensterflächenanteil, Fall „ohne Nachtlüftung“) werden als Anforderungsverschärfungen wahrgenommen
- für bisher (nach DIN 4108-2:2003-07) „baubare“ Situationen ist die Nachweiserbringung über das vereinfachte Verfahren nicht mehr möglich, daher öfter Notwendigkeit zur Durchführung von Simulationsrechnungen

→ Weiterentwicklung des Sonneneintragskennwerte-Verfahrens...

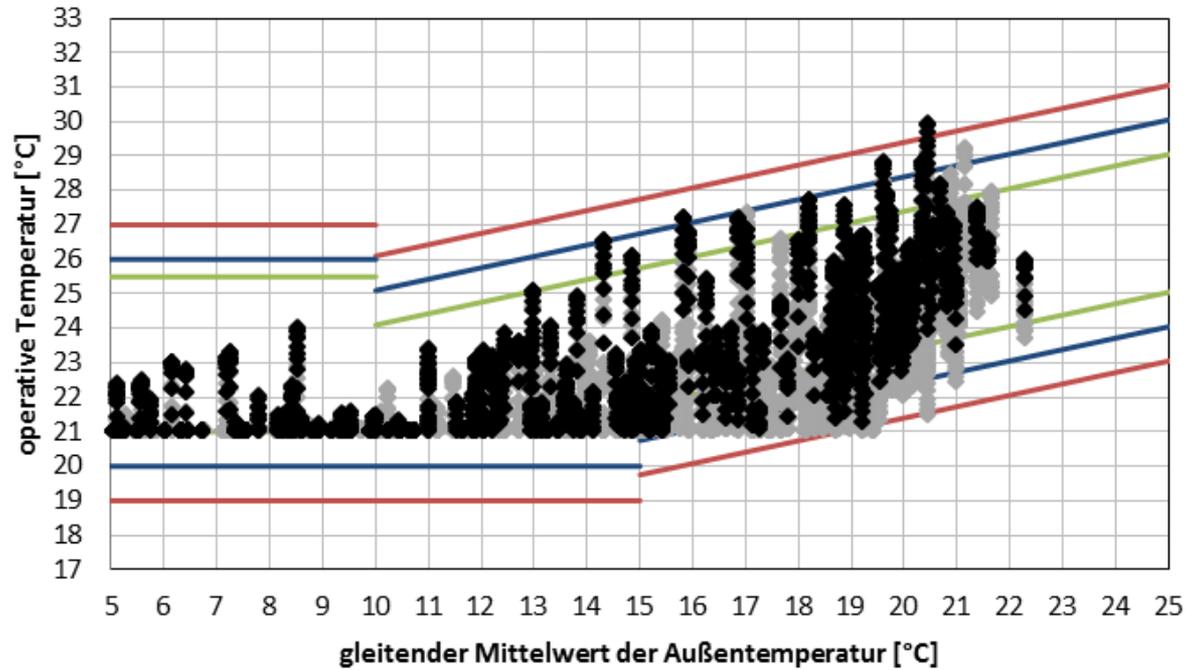
Komfortbewertung des Sommerfalls

- Vorstellung des (weiter-)entwickelten Kennwertverfahrens

Ziele der (Weiter-)Entwicklung des Kennwertverfahrens

- Basis: **Komfortkategorie II aus DIN EN 15251**
- Regionalisierung/Klimagrundlage: **15 TRY-Regionen/Zukunfts-Normal-TRYs**
- Beibehaltung von $S_{\text{vorh}} \leq S_{\text{zul}}$
- Sonneneintragskennwert-Verfahren: Kennwerte S_{vorh} und $S_{\text{zul}} \rightarrow [\text{kWh/a}]$
- **Überarbeitungen:**
 - g-Wert
 - Orientierung und Neigung
- **Erweiterungen:**
 - Einfluss der Grenzbestrahlungsstärke im Bereich von 300 bis 100 W/m²
 - Einfluss der internen Wärmeeinträge
(Wohngebäude: EFH/MFH; Nichtwohngebäude: gering/mittel/hoch)
 - Höhenkorrektur
 - Stadtklima

Komfortbewertung nicht maschinell gekühlter Gebäude nach DIN EN 15251



Verfahrensstruktur

- bekannte „Grundstruktur“ der Nachweisführung wird beibehalten:

$$S_{\text{vorh}} \leq S_{\text{zul}}$$

- Bestimmung der Kennwerte S_{vorh} und S_{zul} wird neu strukturiert:

- Ziele:**
1. alle Parameter, die den **Wärmeeintrag** beeinflussen (g-Wert, Orientierung/Neigung, F_c -Wert, Steuerung Sonnenschutz, Ortslage, Stadtklima), haben Einfluss auf den vorhandenen Sonneneintragskennwertes S_{vorh}
 2. **Raumeigenschaften** (Bauart, Geometrie, Nutzung, Nachtlüftung) bestimmen den zulässigen Sonneneintragskennwert S_{zul}

Bestimmung von S_{vorh} :

direkte Eingabewerte
Tabellenwerte

$$S_{\text{vorh}} = \left(\sum_j A_{w,j} * F_{g,j} * \frac{g_j^a}{0,60^a} * q_{\text{spez},j} \right) * k_H * k_{St}$$

Glasanteil Fenster

g-Wert

Fensterfläche

Korrektorexponent a
Nachtlüftung (3)
Grenzbestrahlung (5)
Nutzung (5)

spezifische Einstrahlung

$$q_{\text{spez},j} = q_0 + F_C * q_1$$

q_0 und q_1 , jeweils

F_C -Wert

Grenzbestrahlung (5)

Neigung (4)

Orientierung (4)

Höhenkorrektur

Ortshöhe

Nachtlüftung (3)

Nutzung (5)

Stadtklima

Einwohner

Nachtlüftung (3)

Intensität (3)

Nutzung (5)

Bestimmung von S_{zul} :

direkte Eingabewerte
Tabellenwerte

Fensterflächenanteil,
grundflächenbezogen

$$S_{zul} = (S_0 + f_{w,g} * S_1) * k_b * k_t$$

Parameter S_0

Nachlüftung (3)
Bauart (3)
Nutzung (5)

Parameter S_1

Grenzbestrahlung (5)
Nachlüftung (3)
Bauart (3)
Nutzung (5)

$$k_b = \frac{b}{b_0}$$

Raubbreite
($t_0 = 3,6$ m)

$$k_t = \frac{t}{t_0}$$

Raumtiefe
($t_0 = 5,5$ m)

Parameter q_0 und q_1 (Auszug) zur Bestimmung von q_{spez} in TRY-Region 4:

$$S_{vorb} = \left(\sum_j A_{w,j} * F_{g,j} * \frac{g_j^a}{0,60^a} * q_{spez,j} \right) * k_H * k_{St}$$

$$q_{spez,j} = q_0 + F_C * q_1$$

Grenzbestrahlungsstärke	q_0 [kWh/(m ² a)] (Strahlungssumme für $I < I_{grenz}$)				q_1 [kWh/(m ² a)] (Strahlungssumme für $I \geq I_{grenz}$)			
	Neigung				Neigung			
	0°	30°	60°	90°	0°	30°	60°	90°
I_{grenz} [W/m ²]	Nord							
	...							
I_{grenz} [W/m ²]	Ost							
300	292	293	322	345	802	736	551	310
250	227	244	268	291	867	786	605	364
200	172	189	214	238	922	841	659	417
150	120	135	153	168	974	894	720	487
100	69	78	85	94	1026	951	788	561
I_{grenz} [W/m ²]	Süd							
	...							
I_{grenz} [W/m ²]	West							
	...							

Beispiel: Ost bei 30° für $I_{grenz} = 300 \text{ W/m}^2$ und 100 W/m^2 bei $F_C = 0,25$:

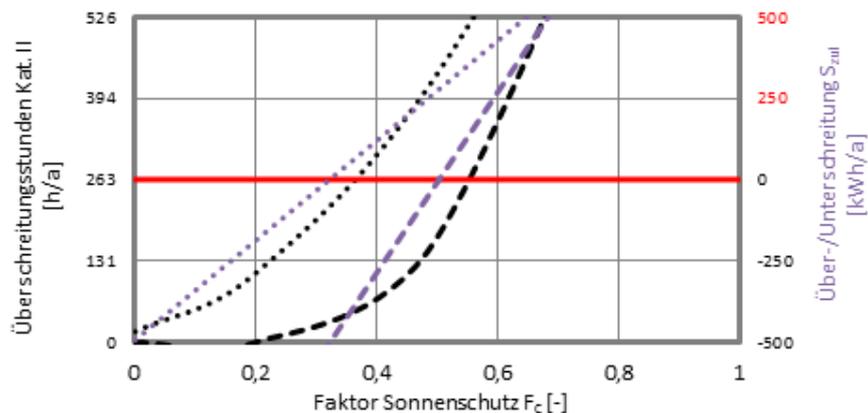
300 W/m²: $q_{spez} = 293 + 0,25 * 736 = 477 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

100 W/m²: $q_{spez} = 78 + 0,25 * 951 = 316 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

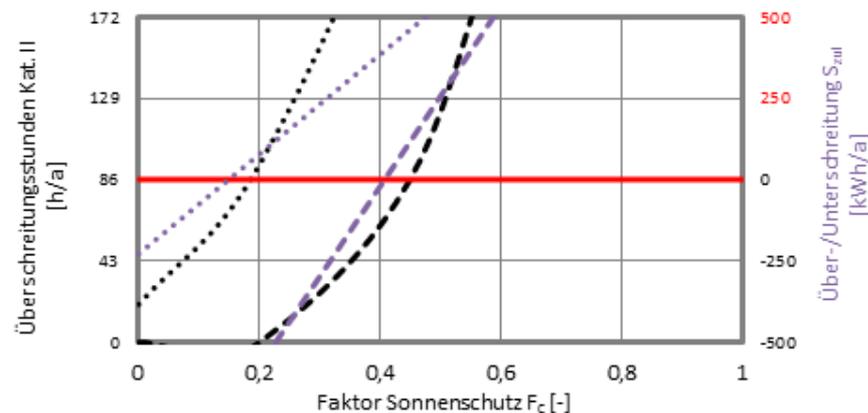
Einfluss der Grenzbestrahlungsstärke in Kennwertverfahren und Simulation

Konfiguration				Fall	DIN EN 15251	Kennwertverfahren	variiertes Parameter: Grenzbestrahlungsstärke
I_{grenz}	variiert	Nutzung:	variiert	1	.....	.....	$I_{grenz} = 300 \text{ W/m}^2$
Nachtl.:	erhöht (NL2)	$f_{w,f}/f_{w,g}$:	50 % / 25 %	2	-----	-----	$I_{grenz} = 100 \text{ W/m}^2$
Raum:	zen	g-Wert:	0,60				
Bauart:	mittel	Orient.:	Ost				

Wohnnutzung MFH mit $q_i = 90 \text{ Wh/(m}^2\text{d)}$

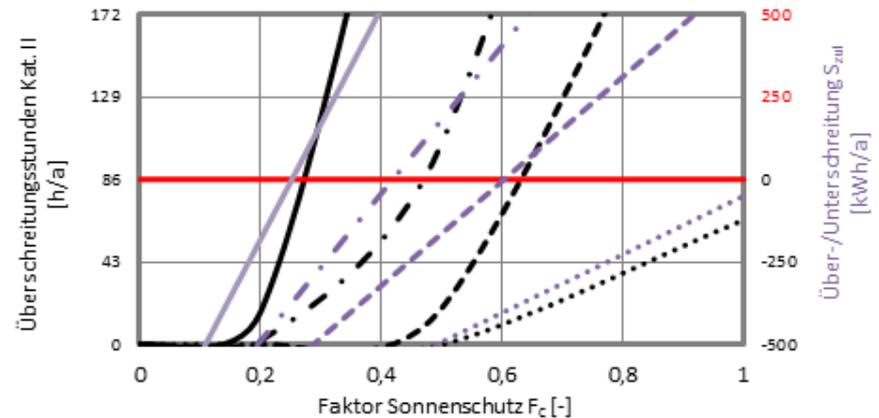
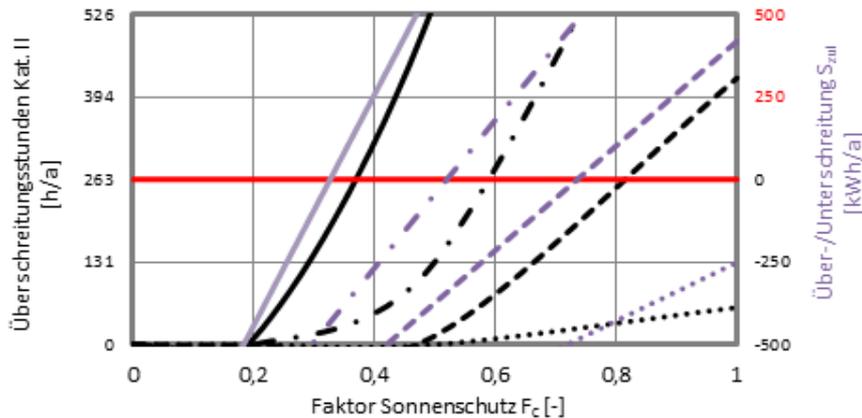


Nichtwohnnutzung mit $q_i = 78 \text{ Wh/(m}^2\text{d)}$

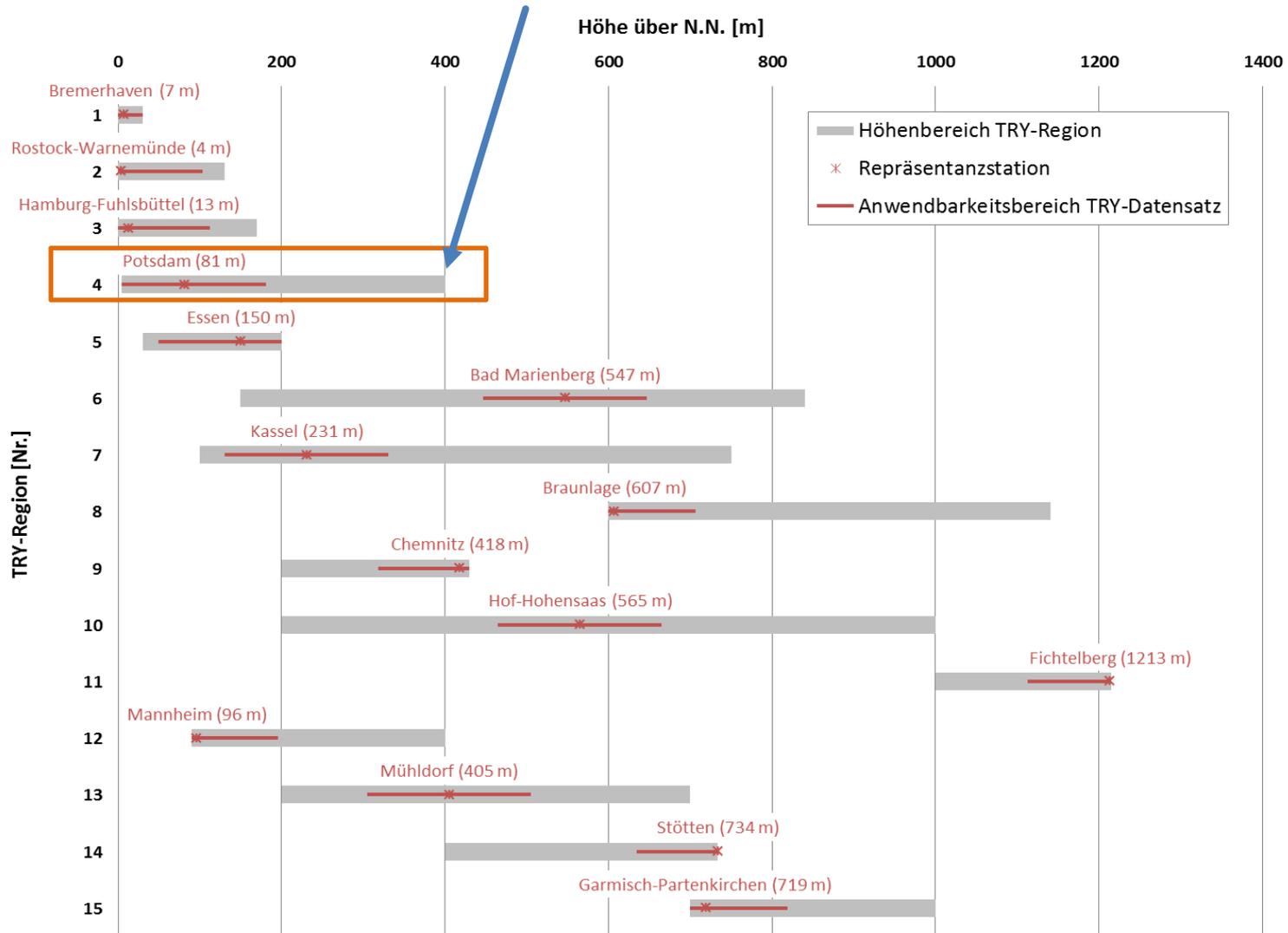


Einfluss der Fensterneigung in Kennwertverfahren und Simulation

Konfiguration				Fall	DIN EN 15251	Kennwertverfahren	variiertes Parameter: Geometrie/Fensterneigung
I_{grenz}	200 W/m ²	Nutzung:	variiert	1	.....	.....	zen
Nachtl.:	erhöht (NL2)	$f_{w,DF}/f_{w,g}$:	30 % / 15 %	2	-----	-----	dachzen60
Raum:	variiert	g-Wert:	0,60	3	-.-.-.-.-	-.-.-.-.-	dachzen45
Bauart:	mittel	Orient.:	Ost	4	—————	—————	dachzen30
Wohnnutzung MFH mit $q_i = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$				Nichtwohnnutzung mit $q_i = 78 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$			



Höhenbereiche der 15 TRY-Regionen



Faktoren $\Delta k_{H,max}$ für höchsten Punkt in TRY-Region 4

$$S_{vorh} = \left(\sum_j A_{w,j} * F_{g,j} * \frac{g_j^a}{0,60^a} * q_{spez,j} \right) * k_H * k_{St}$$

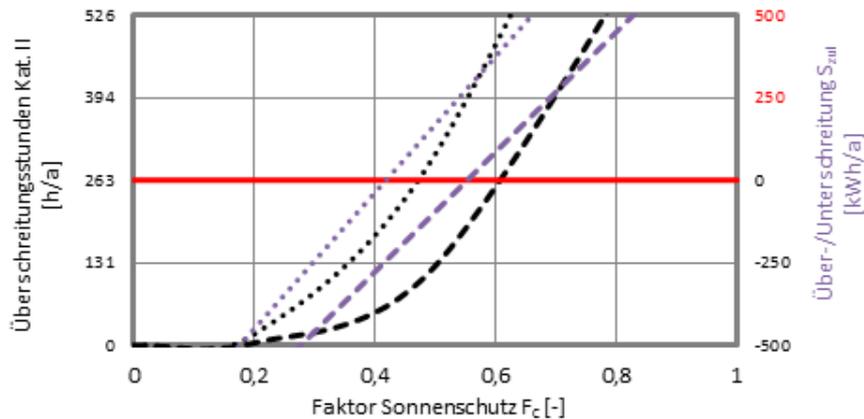
für höchsten Punkt in TRY-Region: $k_H = 1 + \Delta k_{H,max}$

$\Delta k_{H,max}$	Wohnnutzung		Nichtwohnnutzung		
	EFH mit $q_i = 45$ Wh/(m ² d)	MFH mit $q_i = 90$ Wh/(m ² d)	mit $q_i = 45$ Wh/(m ² d)	mit $q_i = 78$ Wh/(m ² d)	mit $q_i = 144$ Wh/(m ² d)
Nachtlüftung					
ohne Nachtlüftung	-0,14	-0,15	-0,19	-0,25	-0,34
erhöhte Nachtlüftung	-0,11	-0,12	-0,10	-0,11	-0,17
hohe Nachtlüftung	-0,09	-0,11	-0,06	-0,08	-0,11

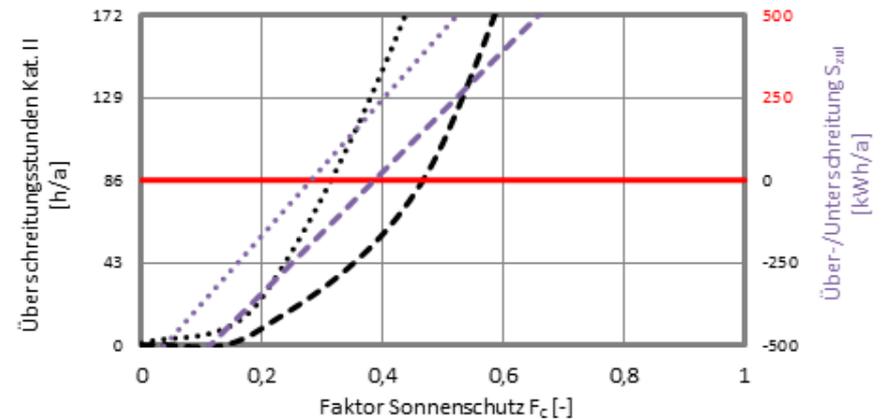
Einfluss der Höhenkorrektur in Kennwertverfahren und Simulation

Konfiguration				Fall	DIN EN 15251	Kennwertverfahren	variiertes Parameter:
I_{grenz}	200 W/m ²	Nutzung:	variiert	1	.....	.....	Referenz (Potsdam, 81m)
Nachtl.:	erhöht (NL2)	$f_{w,f}/f_{w,g}$:	70 % / 36 %	2	-----	-----	höchste Lage (400 m)
Raum:	zen	g-Wert:	0,60				
Bauart:	mittel	Orient.:	Ost				

Wohnnutzung MFH mit $q_i = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$



Nichtwohnnutzung mit $q_i = 78 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$



Faktoren $\Delta k_{St,max}$ für größte Großstadt in für TRY-Region 4 (Berlin)

$$S_{vorh} = \left(\sum_j A_{w,j} * F_{g,j} * \frac{g_j^a}{0,60^a} * q_{spez,j} \right) * k_H * k_{St}$$

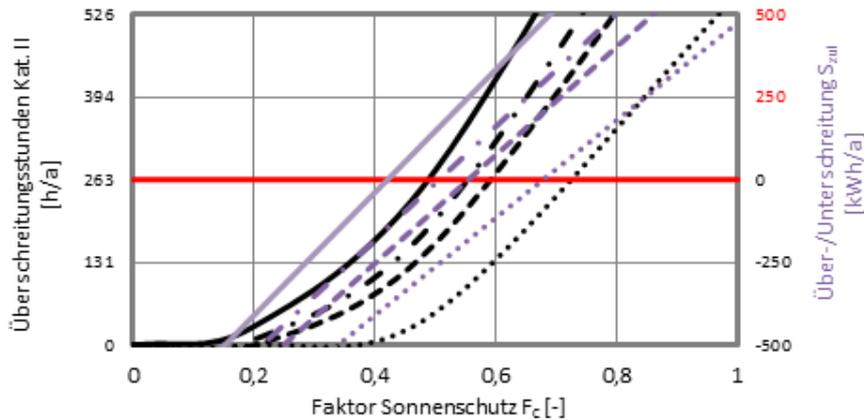
für Berlin: $k_{St} = 1 + \Delta k_{St,max}$

$\Delta k_{St,max}$		Wohnnutzung		Nichtwohnnutzung		
Nachtlüftung	Stadtklima	EFH mit $q_i = 45 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$	MFH mit $q_i = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$	mit $q_i = 45$ $\text{Wh}/(\text{m}^2\text{d})$	mit $q_i = 78 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$	mit $q_i = 144$ $\text{Wh}/(\text{m}^2\text{d})$
ohne Nachtlüftung	SR	0,06	0,10	0,04	0,05	0,06
	SG	0,10	0,15	0,07	0,08	0,09
	SZ	0,19	0,25	0,13	0,14	0,15
erhöhte Nachtlüftung	SR	0,09	0,11	0,07	0,08	0,10
	SG	0,13	0,16	0,12	0,13	0,16
	SZ	0,22	0,26	0,17	0,22	0,26
hohe Nachtlüftung	SR	0,10	0,12	0,09	0,10	0,12
	SG	0,14	0,17	0,13	0,14	0,17
	SZ	0,23	0,27	0,22	0,23	0,28

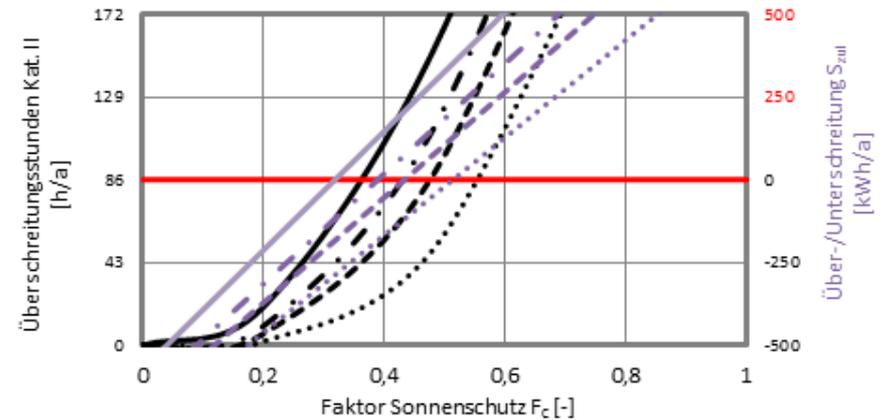
Einfluss des Stadtklimas in Kennwertverfahren und Simulation

Konfiguration				Fall	DIN EN 15251	Kennwertverfahren	variiertes Parameter: Stadtklimaeffekte
I_{grenz}	200 W/m ²	Nutzung:	variiert	1	.....	.....	ohne Stadtklima
Nachtl.:	erhöht (NL2)	$f_{w,f}/f_{w,g}$:	50 % / 25 %	2	-----	-----	Berlin, Stadtrand (SR)
Raum:	zen	g-Wert:	0,60	3	- · - · - · - · -	- · - · - · - · -	Berlin, Stadtgebiet (SG)
Bauart:	mittel	Orient.:	Ost	4	—————	—————	Berlin, Stadtzentrum (SZ)

Wohnnutzung MFH mit $q_i = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$



Nichtwohnnutzung mit $q_i = 78 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$



Zusammenfassung

- Bewertung des Sommerfalls wird zunehmend an Bedeutung gewinnen
- aktuellen normativen Regelungen ergeben häufiger die Notwendigkeit zur Simulation
 - Softwareanwendungen zur EnEV-Bilanzierung implementieren zunehmend Simulations-Plugins für den Sommerfall (Standardrandbedingungen!)
- Wunsch nach vereinfachtem Bewertungsverfahren für frühe Planungsphasen
- das vorgestellte Kennwertverfahren
 - hat einen deutlich größeren Anwendungsbereich im Vergleich zum Kennwertverfahren aus DIN 4108-2:2013-02
 - kann einen wertvollen Beitrag zur Sicherstellung definierter Komfortverhältnisse bzw. zur Reduzierung des Energiebedarfs für Gebäudekühlung leisten