

BAUSIM 2012

EINFLUSS MEHRDIMENSIONALER WÄRMELEITUNG AUF DAS WÄRMESPEICHERVERMÖGEN VON BAUKONSTRUKTIONEN

Klaus Kreč, Joachim Nackler, Tomasz Kornicki



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

EINLEITUNG

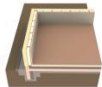
INHALT | WWW | EINFÜHRUNG

CONCLUSIO

- Bei weithin verbreiteten Modellen der Außenabmessungen wird Wärmeübertragung meist über $U_{w,e}$ berechnet
 - weitaus bessere Übereinstimmung mit 3D-Simulationen
- Für die Tagesperiode kann das 1D-Modell verwendet werden, für die Jahresperiode die präsentierten 3D-Modelle
- Keine Planungssicherheit bei Vereinfachungen (z.B. bei der Berechnung der Wärmeübertragung durch Bauteile (starke Überschätzung))
- Berechnung des thermischen Verhaltens von Bauteilen ist in 3D, periodisch (jährlicher Zyklus) in hoher Genauigkeit möglich
 - benutzerfreundliche Simulationen

SIMULATION FUNDAMENTALPLATTE

ÜBERSICHT | BEISPIEL | VERGLEICH



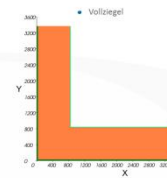
- 1D Ansatz nicht sinnvoll
- 2D keine brauchbaren Ergebnisse
- Einfluss der Ecken!

3D

3D

SIMULATION WANDKANTE

VOLLZIEGEL | VERGLEICH | VORSCHLAG FÜR 1D



LEITWERT-THEORIE

GRUNDLAGEN

- Konzept für stationären Fall bereits seit 1987 (Heindl et al.)
 - Sonderfall des instationären (zeitlich periodisch) verallgemeinerten Konzepts der harmonischen Wärmeleitung

- In Ansätzen in EN ISO 10211

$$\Phi_i = -\sum_j \dot{Q}_{j,i}$$

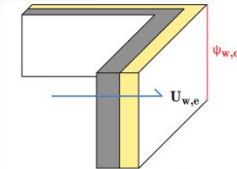
- Zusammenhang zwischen einem Raum und den anderen Räumen

- Grundlage eines Simulationen

EINLEITUNG

INHALT | WWW | EINFÜHRUNG

- Indirekte Verfahren EN ISO 10211 wird generell verwendet.
- Fiktion: Gebäudehülle aus plattenförmigen, homogenen Bauteilen. (Teil-)Leitwerte durch Wärmedurchgangskoeffizient x Fläche. Danach versucht mit Leitwertzuschlägen Fehler kompensieren.

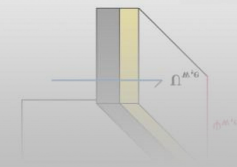


EINFLUSS MEHRDIMENSIONALER WÄRMELEITUNG AUF WÄRMESPEICHERVERMÖGEN

KEEĆ, NACKLER, KORNICKI

EINFLUSS MEHRDIMENSIONALER WÄRMELEITUNG AUF WÄRMESPEICHERVERMÖGEN

KEEĆ, NACKLER, KORNICKI



EINLEITUNG

INHALT | [WWW](#) | EINFÜHRUNG

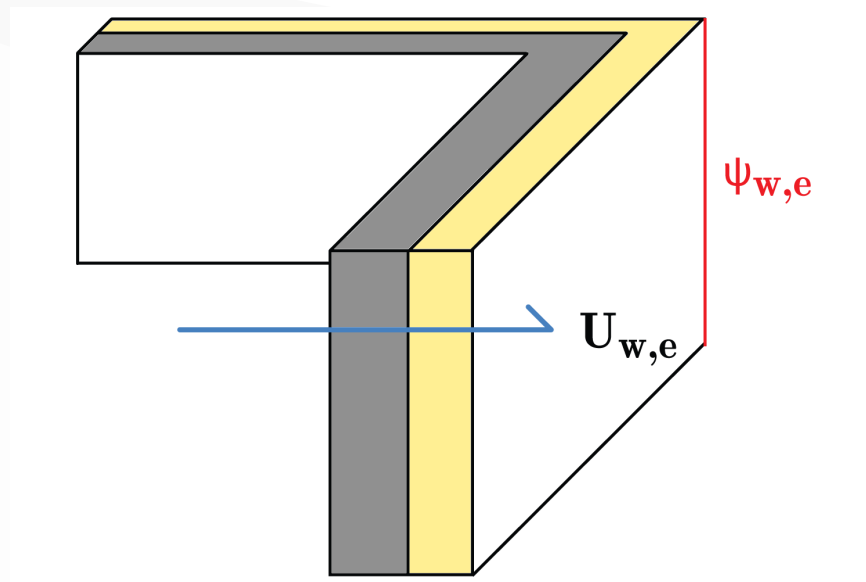


- Wärmebrücken werden heute meist zeitunabhängig behandelt → Effekte der Wärmespeicherung bleiben dabei unberücksichtigt.
- Anhand der verallgemeinerten Leitwert-Theorie wird gezeigt, wie stark die Wärmespeicherung den Wärmedurchgang beeinflussen kann.
- Detaillierte Behandlung des Spezialfalls Wandkante → Vorschlag zu korrekteren 1D Ersatz-Modellierung von Wänden

EINLEITUNG

INHALT | WWW | EINFÜHRUNG

- Indirektes Verfahren der EN ISO 10211 wird generell verwendet.
- Fiktion: Gebäudehülle plattenförmige, homogen geschichtete Bauteile.
(Teil-)Leitwerte: Wärmedurchgangskoeffizient x Fläche.
Kompensation der Fehler mittels Leitwertzuschlägen.





Indirektes Verfahren



- Einfache Handhabung
- Mehrdeutigkeit - nur korrekt wenn gleiche Annahmen bei Psi-Wert Ermittlung und 1D Modell
- Korrektur nur stationär – Einfluss mehrdimensionaler Wärmeleitung auf Wärmespeicherfähigkeit bleibt unberücksichtigt!

- Konzept für stationären Fall bereits seit 1987 (Heindl et al.) → Sonderfall des instationären (zeitlich periodisch) verallgemeinerten Konzepts der harmonischen, thermischen Leitwerte (Kreč, 1993)
- Zusammenhang zwischen zeitlichen Verlauf des Wärmeverlusts eines Raumes und den zeitlichen Verläufen der Lufttemperaturen in den anderen Räumen. (Ist in Ansätzen in EN ISO 13786 verankert).

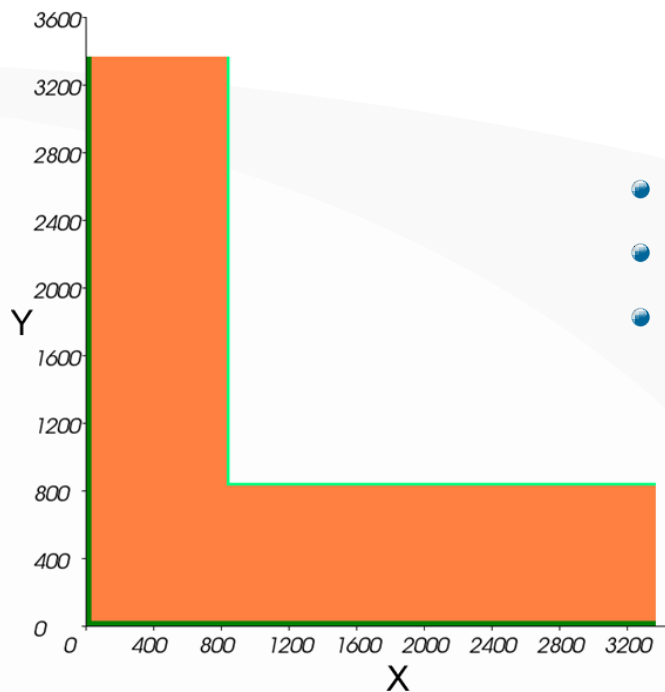
$$\hat{\Phi}_i = -\sum_j \tilde{L}_{i,j} \cdot \hat{\Theta}_j$$

- Grundlage für Simulationsprogramm für 3D-thermische Modelle

SIMULATION WANDKANTE

VOLLZIEGEL | VERGLEICH | VORSCHLAG FÜR 1D

- Die Anwendung der verallgemeinerten Leitwert-Theorie nur möglich mit Programm zur Berechnung der harmonischen thermischen Leitwerte → Hier Instationär-Version von **AnTherm**



- 80cm Vollziegelmauerwerk
- Tagesperiode: 86400 Sekunden
- Adiabatische Grenzen lt. 10211

Wandkante (Eingabedokumentation AnTherm)

SIMULATION WANDKANTE

VOLLZIEGEL | VERGLEICH | VORSCHLAG FÜR 1D



AUSSENMASSBEZUG

	AUSSEN	INNEN
AUSSEN	-41,55 - 29,25 j	0,019 - 0,019 j
INNEN	0,02 - 0,02 j	-21,37 - 7,80 j

Harmonisch
thermische
Leitwerte
(1.Harmonische)

	AUSSEN	INNEN
AUSSEN	-42,15 - 29,01 j	0,03 - 0,02 j
INNEN	0,03 - 0,02 j	-28,43 - 10,49 j

Instationär: Wirksame Wärmekapazität gem. EN ISO 13786:

$$C_i = \frac{T}{2 \cdot \pi} \cdot |\tilde{L}_{i,i} + \tilde{L}_{i,e}|$$

312,7 kJm⁻¹K⁻¹

vs.

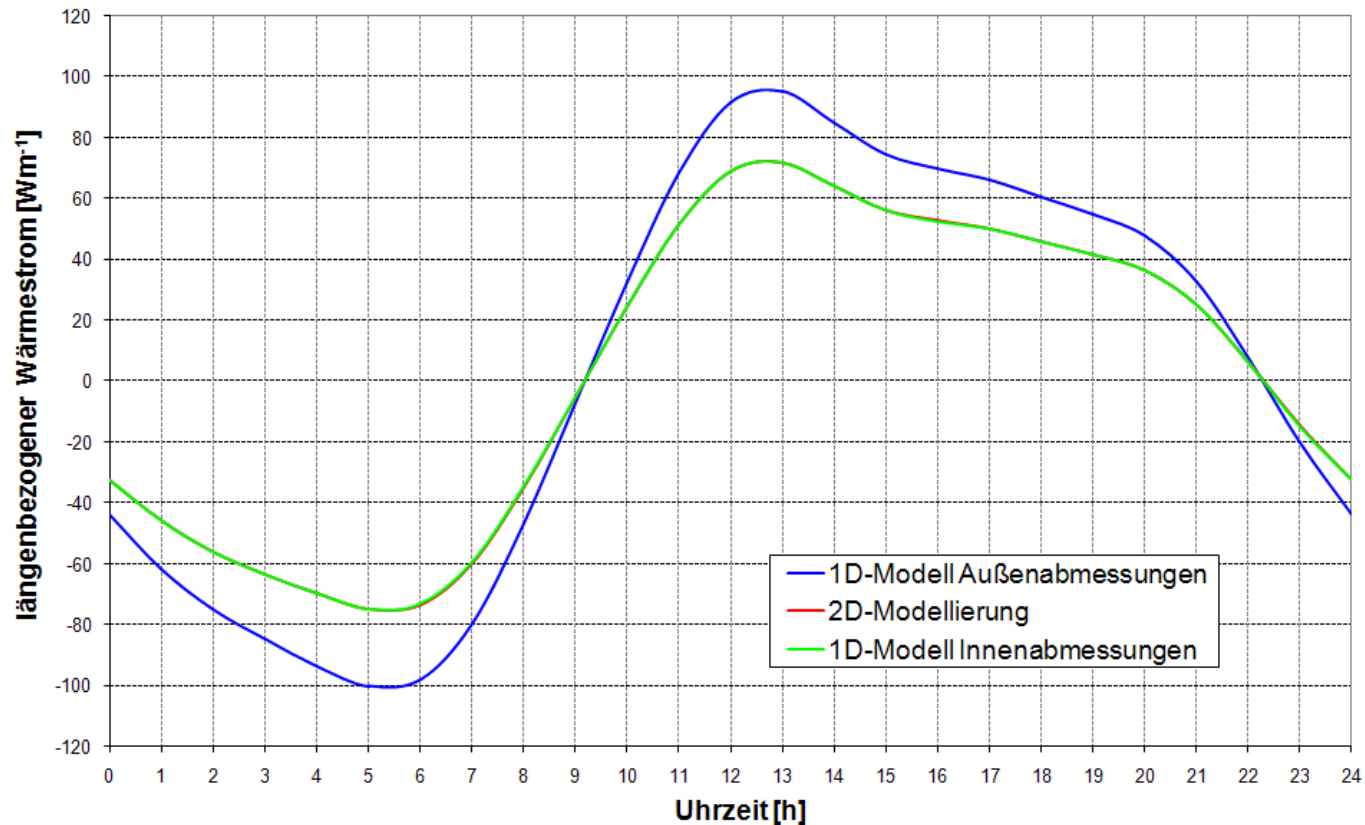
416,5 kJm⁻¹K⁻¹ (=133%) (Außenmaß)

312,3 kJm⁻¹K⁻¹ (Innenmaß)

SIMULATION WANDKANTE

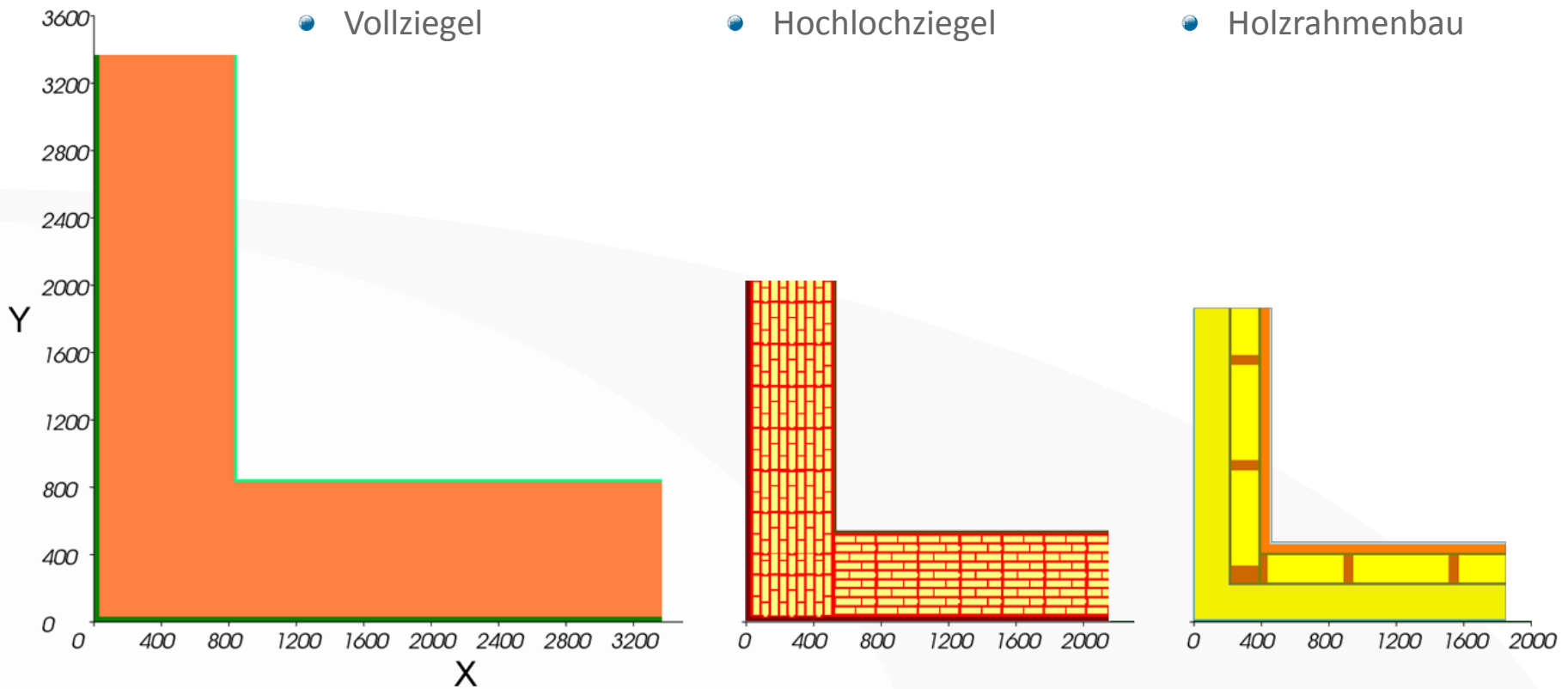
VOLLZIEGEL | VERGLEICH | VORSCHLAG FÜR 1D

- Besseren Eindruck durch Simulation unter periodisch eingeschwungenen Bedingungen: heißer Sommertag



SIMULATION WANDKANTE

VOLLZIEGEL | VERGLEICH | VORSCHLAG FÜR 1D



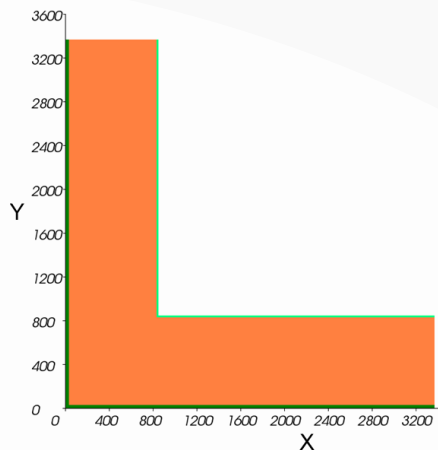
Wandkanten (Eingabedokumentation AnTherm)

SIMULATION WANDKANTE

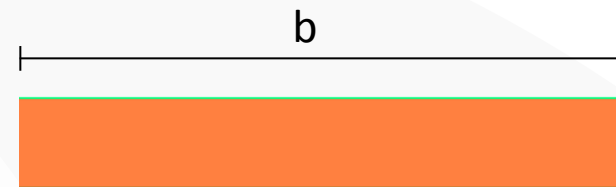
VOLLZIEGEL | VERGLEICH | VORSCHLAG FÜR 1D

Ansatz: gesucht wird Wandbreite b , bei der das Wandstück die gleiche wirksame Wärmespeicherkapazität besitzt, wie die Wandkante

$$b = \frac{C_i^{2D}}{C_i} = \frac{|\tilde{L}_{i,i}^{2D} + \tilde{L}_{i,e}^{2D}|}{|\tilde{Y}_{i,i} + \tilde{Y}_{i,e}|}$$



\cong

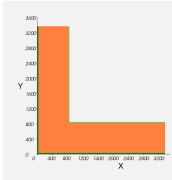
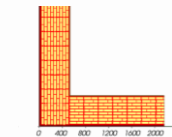
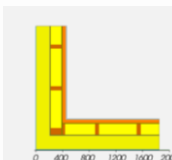


SIMULATION WANDKANTE

VOLLZIEGEL | VERGLEICH | VORSCHLAG FÜR 1D

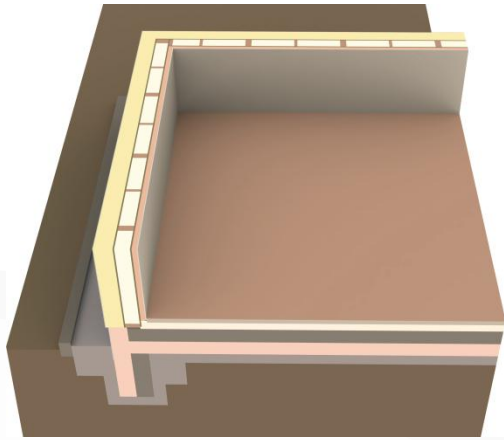
Ansatz: gesucht wird Wandbreite b , bei der das Wandstück die gleiche wirksame Wärmespeicherkapazität besitzt, wie die Wandkante

$$b = \frac{C_i^{2D}}{C_i} = \frac{|\tilde{L}_{i,i}^{2D} + \tilde{L}_{i,e}^{2D}|}{|\tilde{Y}_{i,i} + \tilde{Y}_{i,e}|}$$

	Aussenmaß	Innenmaß	Tagesperiode	Jahresperiode
	6,72m	5,04m	5,05m	5,23m
	4,32m	3,24m	3,26m	3,39m
	3,71m	2,78m	2,80m	2,94m

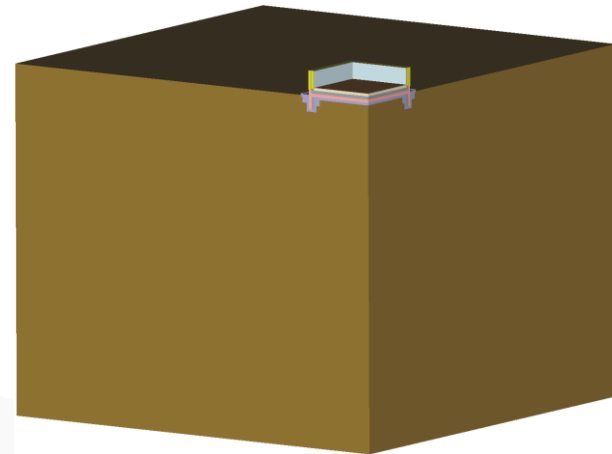
SIMULATION FUNDAMENTPLATTE

ÜBERSICHT | BEISPIEL | VERGLEICH



- 1D Ansatz nicht sinnvoll
- 2D keine brauchbaren Ergebnisse
Einfluss der Ecken!

3D

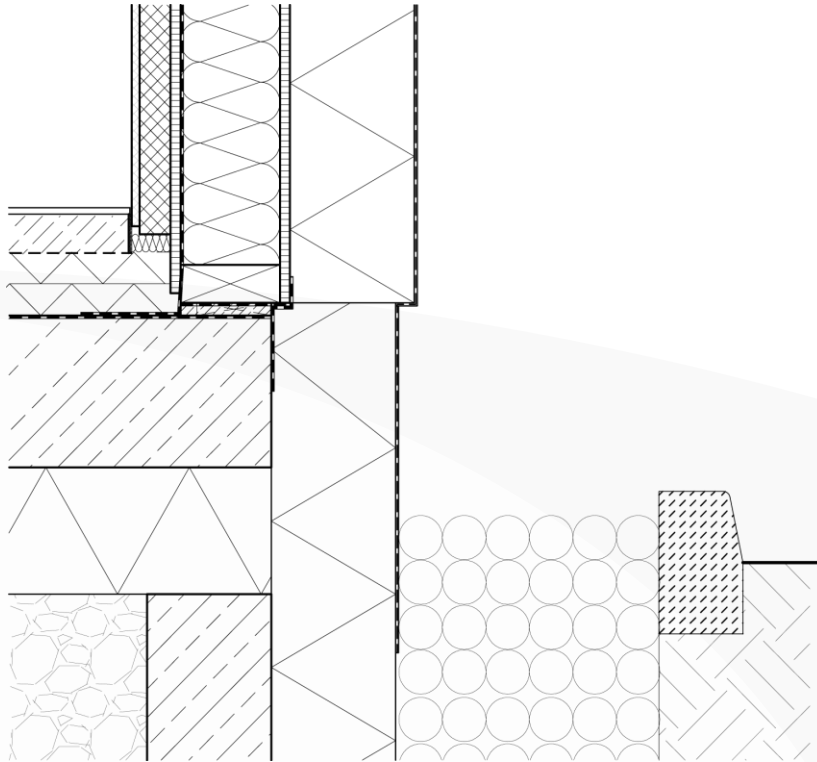


- Weite Bereiche im Umfeld des Gebäudes vom Wärmeabfluss betroffen
- Wärmespeicherung nicht vernachlässigbar!

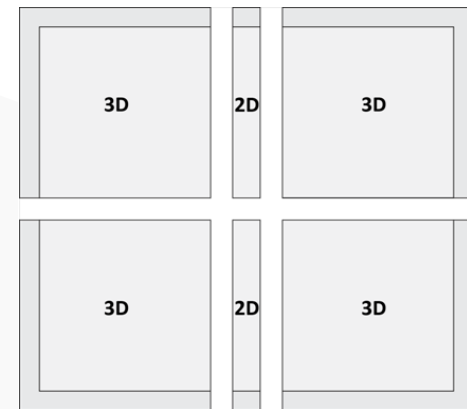
instationär

SIMULATION FUNDAMENTPLATTE

ÜBERSICHT | BEISPIEL | VERGLEICH



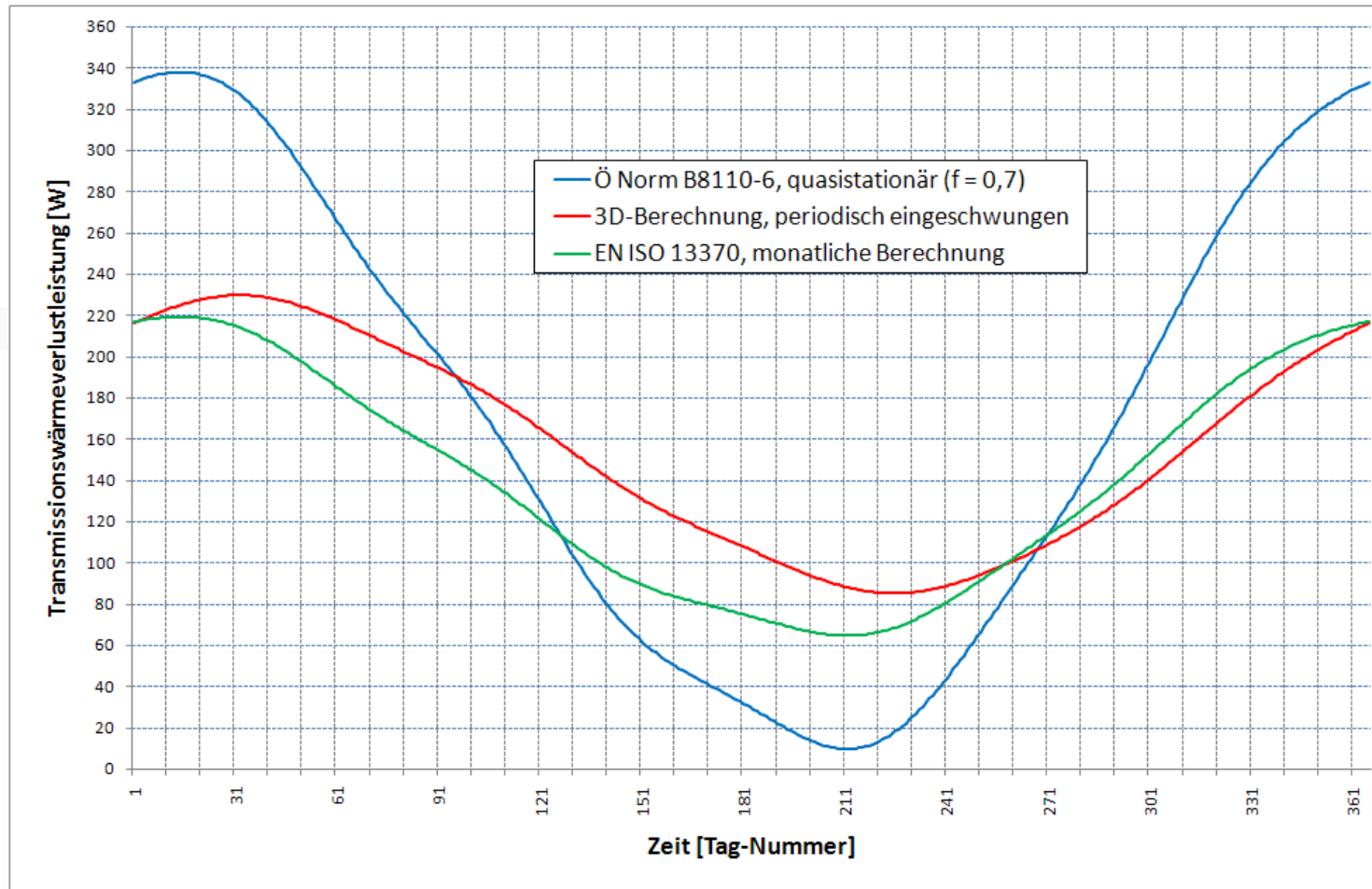
Vertikalschnitt



Berechnungsmodell

SIMULATION FUNDAMENTPLATTE

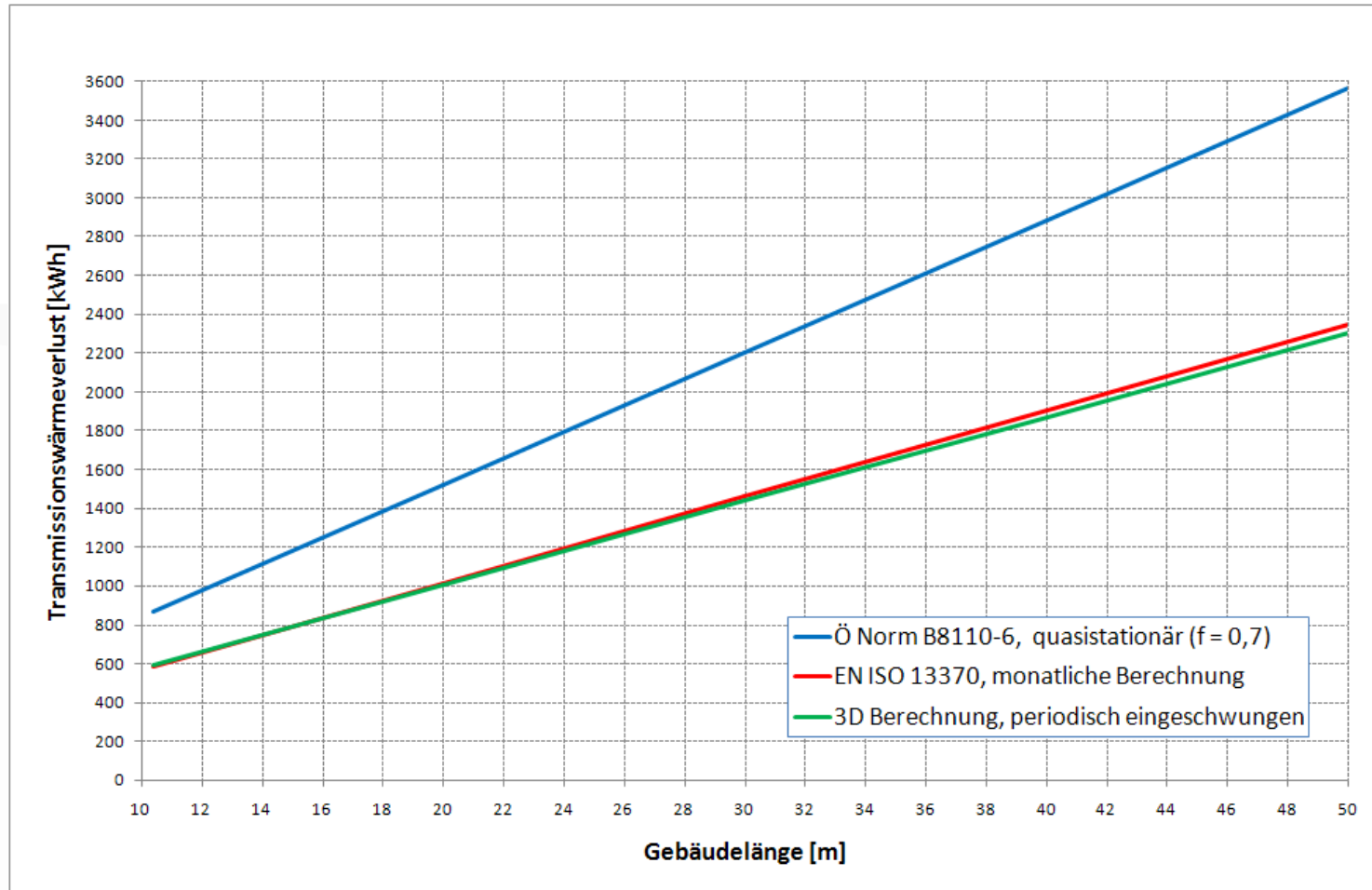
ÜBERSICHT | BEISPIEL | VERGLEICH



Jahresverläufe der Transmissionswärmeverlustleistung

SIMULATION FUNDAMENTPLATTE

ÜBERSICHT | BEISPIEL | VERGLEICH



Wärmeverluste über die Heizsaison (November – Februar)

CONCLUSIO

- Bei weithin verbreiteter Modellierung der Gebäudehülle in 1D mit Außenabmessungen wird Wärmespeicherfähigkeit deutlich überschätzt
➔ weitaus bessere Übereinstimmung mit Innenmaß.
- Für die Tagesperiode kann das Innenmaß verwendet werden, für Jahresperiode die präsentierte Formel zur Berechnung von Länge b
- Keine Planungssicherheit bei Verwendung von stationären und quasistationären Näherungsverfahren bezüglich der Berechnung der Wärmeverluste über erdbodenberührte Bauteile (starke Überschätzung der Wärmeverluste)
- Berechnung des thermischen Verhaltens von erdbodenberührten Bauteilen ist in 3D, periodisch eingeschwungener Modellierung (Jahresperiode) in hoher Genauigkeit möglich.
➔ benutzerfreundliche Simulationsprogramme (AnTherm.eu, Thesim.at)

BAUSIM 2012

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit
FRAGEN?



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology