

DAMPFDIFFUSIONS- UND U-WERT-BERECHNUNGEN

Aktenzeichen:

Bauvorhaben:

Sanierung Scheune

Bauort:

Kranichsteiner Straße 258
64289 Darmstadt

Bauherr:

Ramona Buxbaum Architekten
Dieburger Straße 218
64287 Darmstadt

Unterschriften:

Darmstadt, den 03.07.2014



(Dr.-Ing. K. Keller)

Energieeinsparnachweis

nach der Energieeinsparverordnung EnEV 2014

Bundesratsbeschluss vom 11.10.2013

**Änderung von bestehenden Gebäuden nach §9 der EnEV
und Errichtung von kleinen Gebäuden ($\leq 50 \text{ m}^2$) nach §8 der EnEV**
nach Anlage 3 der EnEV

02. Juli 2014

Projekt Kurzbeschreibung: Forsthaus Kranichstein-Scheune

Bauvorhaben : Sanierung und energetische Ertüchtigung

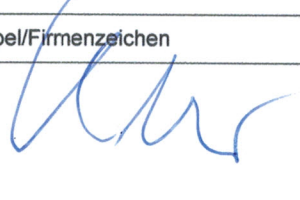
Bearbeiter : Dr.-Ing. Klaus Keller

Objektstandort
Straße/Hausnr. : Kranichsteiner Straße 258
Plz/Ort : 64289 Darmstadt
Gemarkung :

Baujahr 1900

Flurstücknummer: -----

Hauseigentümer/Bauherr
Name/Firma : Ramona Buxbaum Architekten
Straße/Hausnr. : Dieburger Straße 218
Plz/Ort : 64287 Darmstadt
Telefon / Fax :

Name, Anschrift und Funktion des Ausstellers	Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen
Dr.-Ing. Klaus Keller Dr.-Ing. Klaus Keller GmbH Seitersweg 29 B 64287 Darmstadt	03.07.2014 

Überprüfung des Mindestwärmeschutz aller Bauteile nach EnEV Anhang 3

KFW

Bauteil	Flächengewicht kg/m²	Temp	U W/m²K	Grenzwert W/m²K	Ergebnis
KFW-Wand- d= 50 cm	911.5	normal	0.367	0,240, 0,45	nicht erfüllt
KFW-Wand- d= 25 cm	461.5	normal	0.414	0,240, 0,45	nicht erfüllt
KFW-Dach	36.5	normal	0.136	0,240 0,14	OK
KFW-Bodenplatte	266.2	normal	0.229	0,300 0,25	OK

Schichtaufbau und U-Werte der verwendeten Bauteile

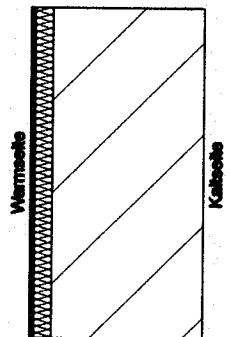
KFW-Wand- d= 50 cm	1.00 m²	U-Wert = 0.367 W/m²K
--------------------	---------	----------------------

Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wld.
Luftübergang Warmseite R_{si} 0.13					
1 Gipskarton DIN 18180	D 900.0	12.50	0.210	0.060	8
2 Polystyrolschaum extrud. 032	5.0	60.00	0.032	1.875	80 / 250
3 Vollziegel	D 1800.0	500.00	0.810	0.617	5 / 10
Luftübergang Kaltseite R_{se} 0.04					

Bauteildicke = 572.50 mm

Flächengewicht = 911.5 kg/m²

R = 2.55 m²K/W



Wärmedurchgangsberechnung

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R

2.55 [m²K/W]

Wärmedurchgangswiderstand R_t

2.72 [m²K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert

0.37 [W/m²K]

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes bei Änderungen oder Ersatz nach EnEV Anhang 3 Tabelle 1

Einsatzart: normale Außenwand beheizter Räume

Einsatztemperatur: normale Innenraumtemperatur

U-Wert

: 0.367 W/m²K

Grenzwert (Maximalwert)

: 0.240 W/m²K

die Anforderungen sind nach EnEV Anhang 3 nicht erfüllt

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite	Kaltseite
Tauperiode:		
Lufttemperatur	20.0 °C	-10.0 °C
relative Feuchte	50.0 %	80.0 %
Dauer der Tauperiode	1440 Stunden	
Verdunstungsperiode:		
Lufttemperatur	12.0 °C	12.0 °C
relative Feuchte	70.0 %	70.0 %
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden	
Dachtemperatur	— °C	

das Bauteil wird als Wand berechnet.

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL B

Tauwasser in der Tauperiode:	(1440h)	0.080 kg/m ²
mögliche Verdunstungsmenge:	(2160h)	0.245 kg/m ²
verbleibende Restmenge		0.000 kg/m ²

Aufbau ist OK. Es verbleibt kein Wasser im Bauteil

Ausfallpunkt 4.900[m] ($\mu \cdot d$) 486.3[Pa] an Schichtgrenze 2/3

Vom Ausfall betroffene Schichten:

Nr.	Material	DIN	μ_1/μ_2	μ
2	Polystyrolschaum extrudi. 032	D	μ_1	80
3	Vollziegel		μ_2	10

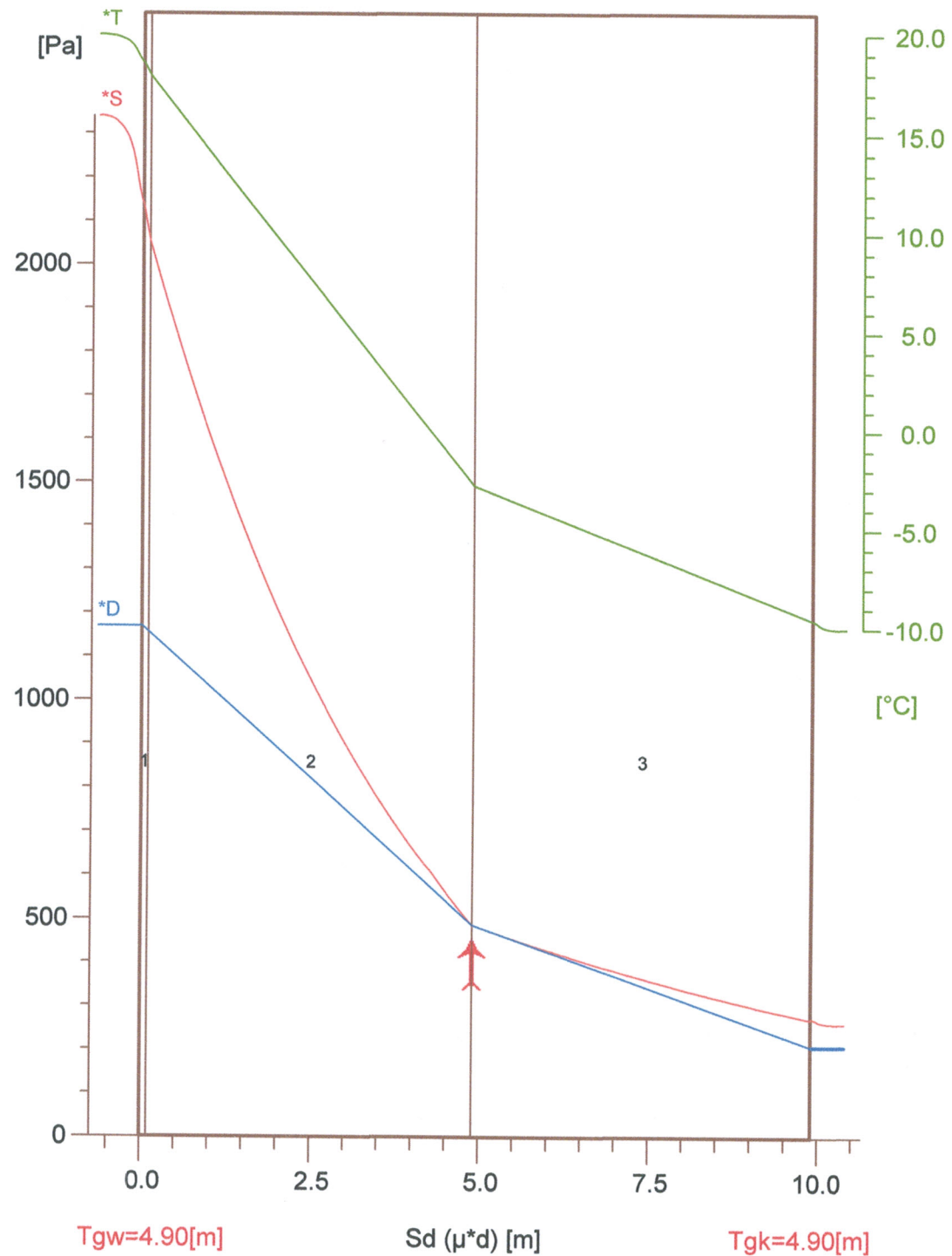
$\mu \cdot d$ an den Schichtgrenzen:

Nr.	Material	DIN	μ_1/μ_2	μ	$\mu \cdot d$ [m]	Summe $\mu \cdot s$
1	Gipskarton DIN 18180	D	μ_1	8	0.100	0.100
2	Polystyrolschaum extrudi. 032		μ_1	80	4.800	4.900
3	Vollziegel	D	μ_2	10	5.000	9.900

Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser

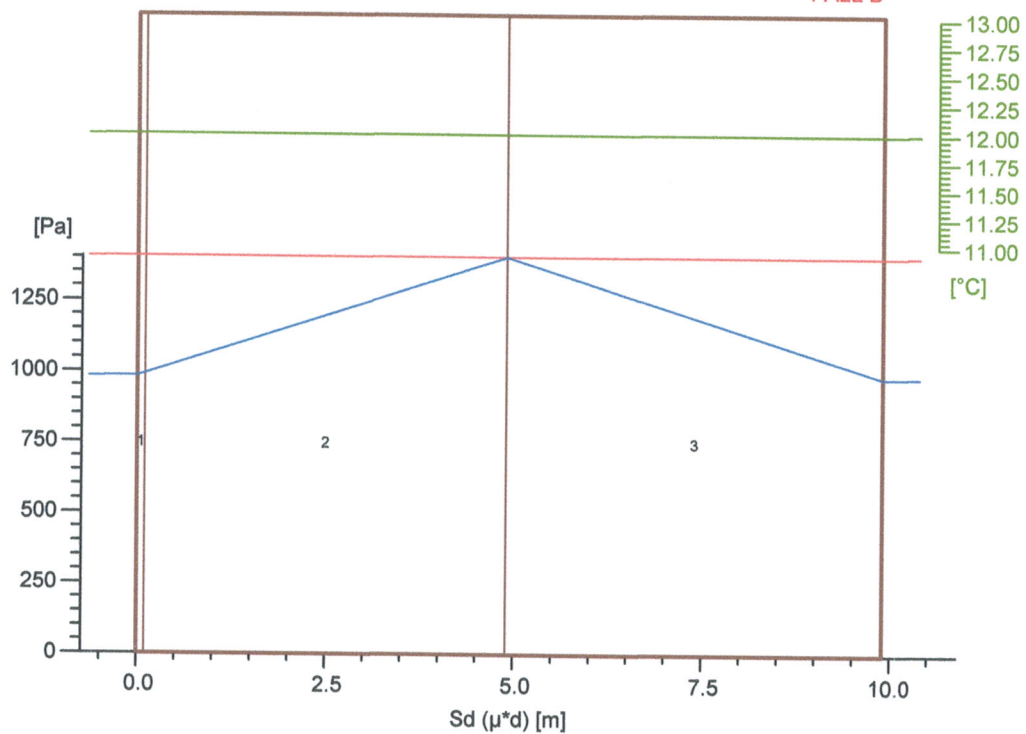
KFW-Wand- d= 50 cm

FALL B



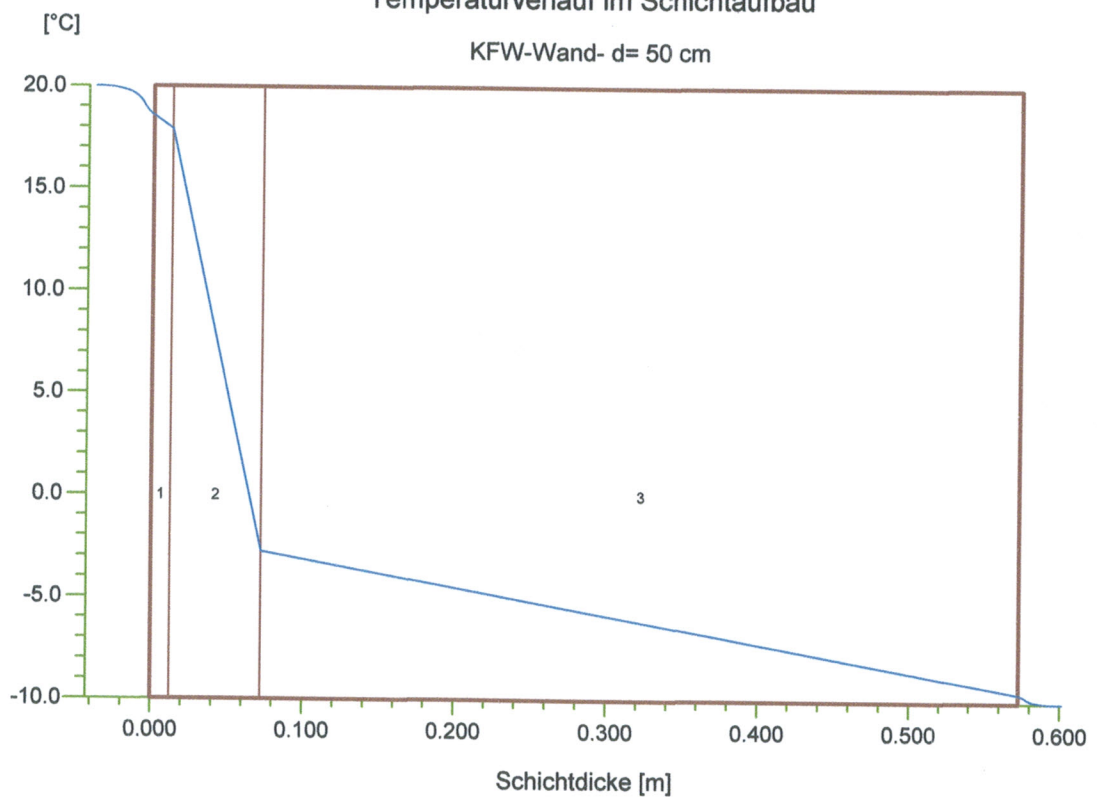
Dampfdruckverlauf der Verdunstungsperiode nach Glaser KFW-Wand- d= 50 cm

FALL B



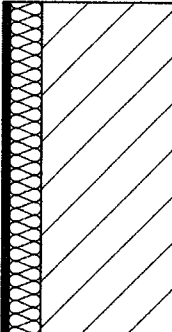
Temperaturverlauf im Schichtaufbau

KFW-Wand- d= 50 cm



KFW-Wand- d= 25 cm			1.00 m²		U-Wert = 0.414 W/m²K	
Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.	
Luftübergang Warmseite R _{si} 0.13						
1 Gipskarton DIN 18180	D 900.0	12.50	0.210	0.060	8	
2 Polystyrolschaum extrud. 032	5.0	60.00	0.032	1.875	80 / 250	
3 Vollziegel	D 1800.0	250.00	0.810	0.309	5 / 10	
Luftübergang Kaltseite R _{se} 0.04						
Bauteildicke = 322.50 mm		Flächengewicht = 461.5 kg/m²		R = 2.24 m²K/W		

Warmseite



Kaltseite

Wärmedurchgangsberechnung

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R 2.24 [m²K/W]
 Wärmedurchgangswiderstand R_T 2.41 [m²K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert 0.41 [W/m²K]

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes bei Änderungen oder Ersatz nach EnEV Anhang 3 Tabelle 1

Einsatzart: normale Außenwand beheizter Räume

Einsatztemperatur: normale Innenraumtemperatur

U-Wert : 0.414 W/m²K

Grenzwert (Maximalwert) : 0.240 W/m²K

die Anforderungen sind nach EnEV Anhang 3 nicht erfüllt

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite	Kaltseite
Tauperiode:		
Lufttemperatur	20.0 °C	-10.0 °C
relative Feuchte	50.0 %	80.0 %
Dauer der Tauperiode	1440 Stunden	
Verdunstungsperiode:		
Lufttemperatur	12.0 °C	12.0 °C
relative Feuchte	70.0 %	70.0 %
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden	
Dachtemperatur	— °C	

das Bauteil wird als Wand berechnet.

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL D

Tauwasser in der Tauperiode: (1440h) 0.089 kg/m²
 mögliche Verdunstungsmenge: (2160h) 0.364 kg/m²
 verbleibende Restmenge 0.000 kg/m²

Aufbau ist OK. Es verbleibt kein Wasser im Bauteil

Ausfallpunkt Warmseite 4.830 [m] (μ*d) 390.7 [Pa] in Schicht 2
 Ausfallpunkt Kaltseite 4.900 [m] (μ*d) 379.5 [Pa] an Schichtgrenze 2/3

Vom Ausfall betroffene Schichten:

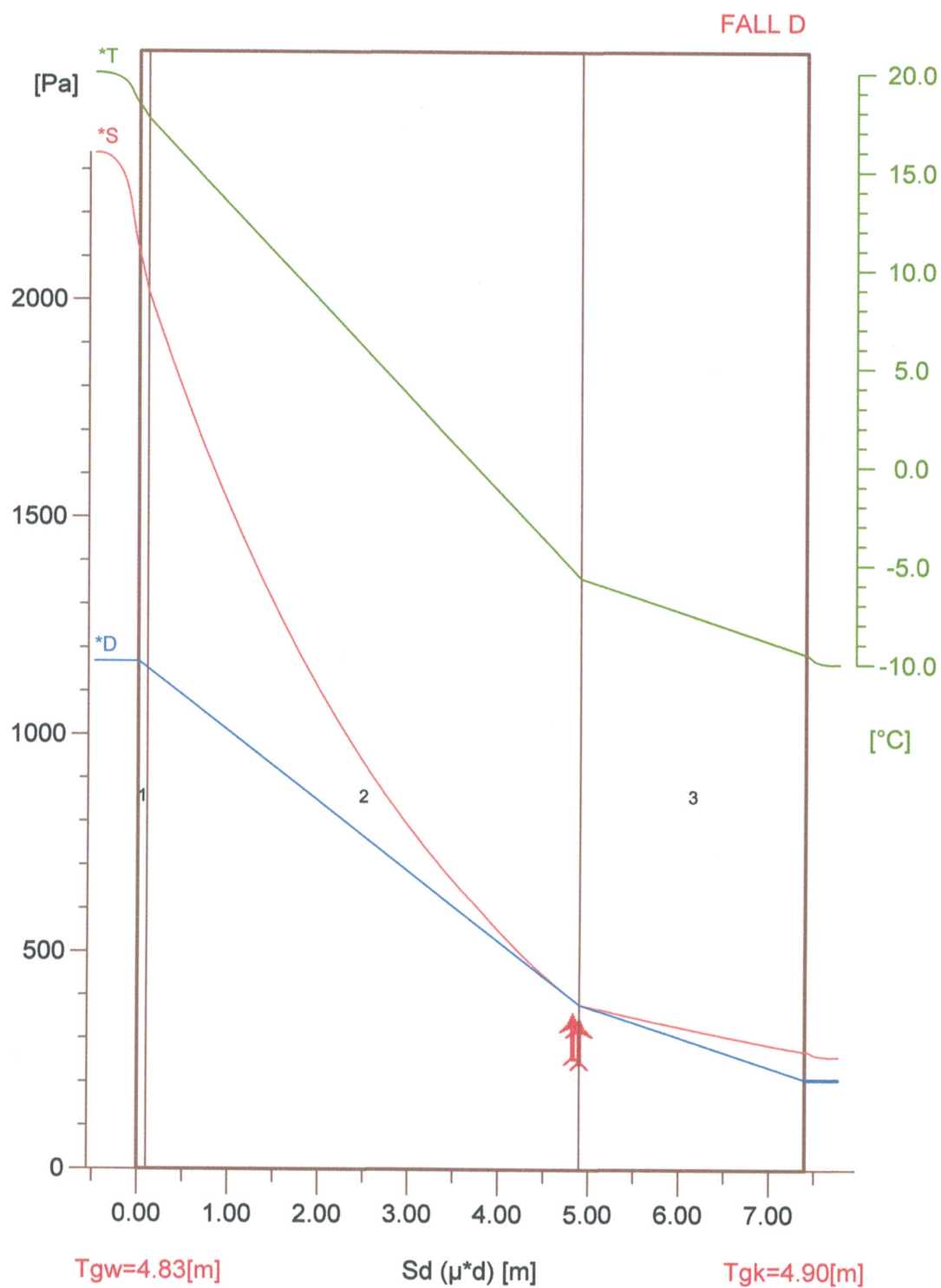
Nr.	Material	DIN	μ1/μ2	μ
2	Polystyrolschaum extrud. 032		μ1	80
3	Vollziegel	D	μ2	10

$\mu \cdot d$ an den Schichtgrenzen:

Nr.	Material	DIN	μ_1/μ_2	μ	$\mu \cdot d$ [m]	Summe $\mu \cdot s$
1	Gipskarton DIN 18180	D	μ_1	8	0.100	0.100
2	Polystyrolschaum extrud. 032		μ_1	80	4.800	4.900
3	Vollziegel	D	μ_2	10	2.500	7.400

Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser

KFW-Wand- d= 25 cm



$*T$ =Temperatur

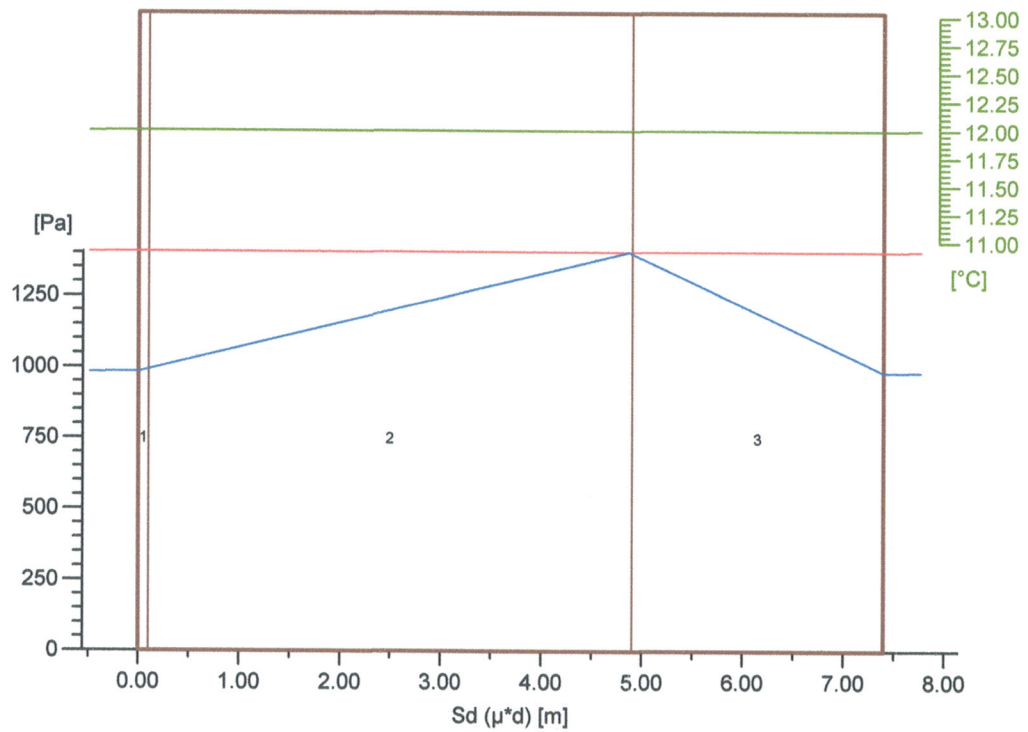
$*S$ =Dampfsättigungsdruck (100%)

$*D$ =Dampfdruck (bei 100% Ausfall!)

Dampfdruckverlauf der Verdunstungsperiode nach Glaser

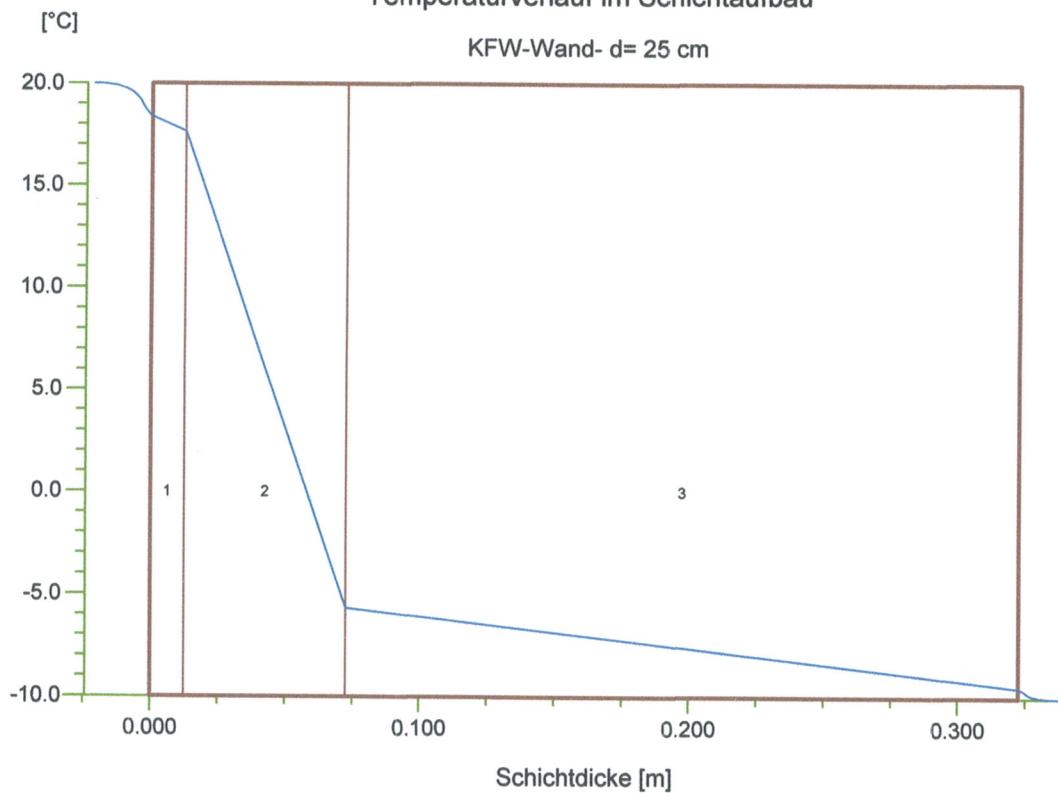
KFW-Wand- d= 25 cm

FALL D



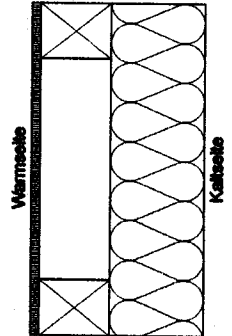
Temperaturverlauf im Schichtaufbau

KFW-Wand- d= 25 cm



KFW-Dach	1.00 m ²	U-Wert = 0.136 W/m ² K
----------	---------------------	-----------------------------------

		Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche				Diff. - Wid.
Material		Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	
Aufbau des Feldbereichs		80.0 %				
Luftübergang Warmseite R _{si} 0.10						
F1 Kalkgipsputz	D	1400.0	15.00	0.700	0.021	10
F2 Luft ruhend aufwärts	D	1.3	120.00	0.750	0.160	1
F3 Dampfbremse PE-Folie		1100.0	0.20	0.200	0.001	100000
F4 Polyurethan Hartschaum 023		5.0	160.00	0.023	6.957	40 / 200
Luftübergang Kaltseite R _{se} 0.04						
Aufbau des Balkenbereichs		20.0 %				
Luftübergang Warmseite R _{si} 0.10						
B1 Kalkgipsputz	D	1400.0	15.00	0.700	0.021	10
B2 Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)		800.0	120.00	0.130	0.923	40
B3 Dampfbremse PE-Folie		1100.0	0.20	0.200	0.001	100000
B4 Polyurethan Hartschaum 023		5.0	160.00	0.023	6.957	40 / 200
Luftübergang Kaltseite R _{se} 0.04						



U-Wert-Berechnung inhomogener Bauteile nach DIN EN ISO 6946

Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R _T	R _{T'}	R _{T''}
295.20 mm	80.0 %	36.5 kg/m ²	0.136 W/m ² K	7.37 m ² K/W	7.42 m ² K/W	7.31 m ² K/W

Wärmedurchgangsberechnung Feldbereich

Berechnete Daten:	
Wärmedurchlaßwiderstand R	7.14 [m ² K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R _T	7.28 [m ² K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.14 [W/m ² K]
-----------------------------------	---------------------------

Wärmedurchgangsberechnung Balkenbereich

Berechnete Daten:	
Wärmedurchlaßwiderstand R	7.90 [m ² K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R _T	8.04 [m ² K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.12 [W/m ² K]
-----------------------------------	---------------------------

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes bei Änderungen oder Ersatz nach EnEV Anhang 3 Tabelle 1

Einsatzart:	Dach/Decke gegen Außenluft	
Einsatztemperatur:	normale Innenraumtemperatur	
U-Wert	: 0.136	W/m ² K
Grenzwert (Maximalwert)	: 0.240	W/m ² K

die Anforderungen sind nach EnEV Anhang 3 erfüllt

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite	Kaltseite
Tauperiode:		
Lufttemperatur	20.0 °C	-10.0 °C
relative Feuchte	50.0 %	80.0 %
Dauer der Tauperiode	1440 Stunden	
Verdunstungsperiode:		
Lufttemperatur	12.0 °C	12.0 °C
relative Feuchte	70.0 %	70.0 %
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden	
Dachtemperatur	20.0 °C	

das Bauteil wird als Dach berechnet.

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Feldbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

$\mu \cdot d$ an den Schichtgrenzen:

Nr.	Material	DIN	μ_1/μ_2	μ	$\mu \cdot d$ [m]	Summe $\mu \cdot s$
1	Kalkgipsputz	D	μ_1	10	0.150	0.150
2	Luft ruhend aufwärts	D	μ_1	1	0.120	0.270
3	Dampfbremse PE-Folie		μ_1	100000	20.000	20.270
4	Polyurethan Hartschaum 023		μ_1	40	6.400	26.670

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Balkenbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

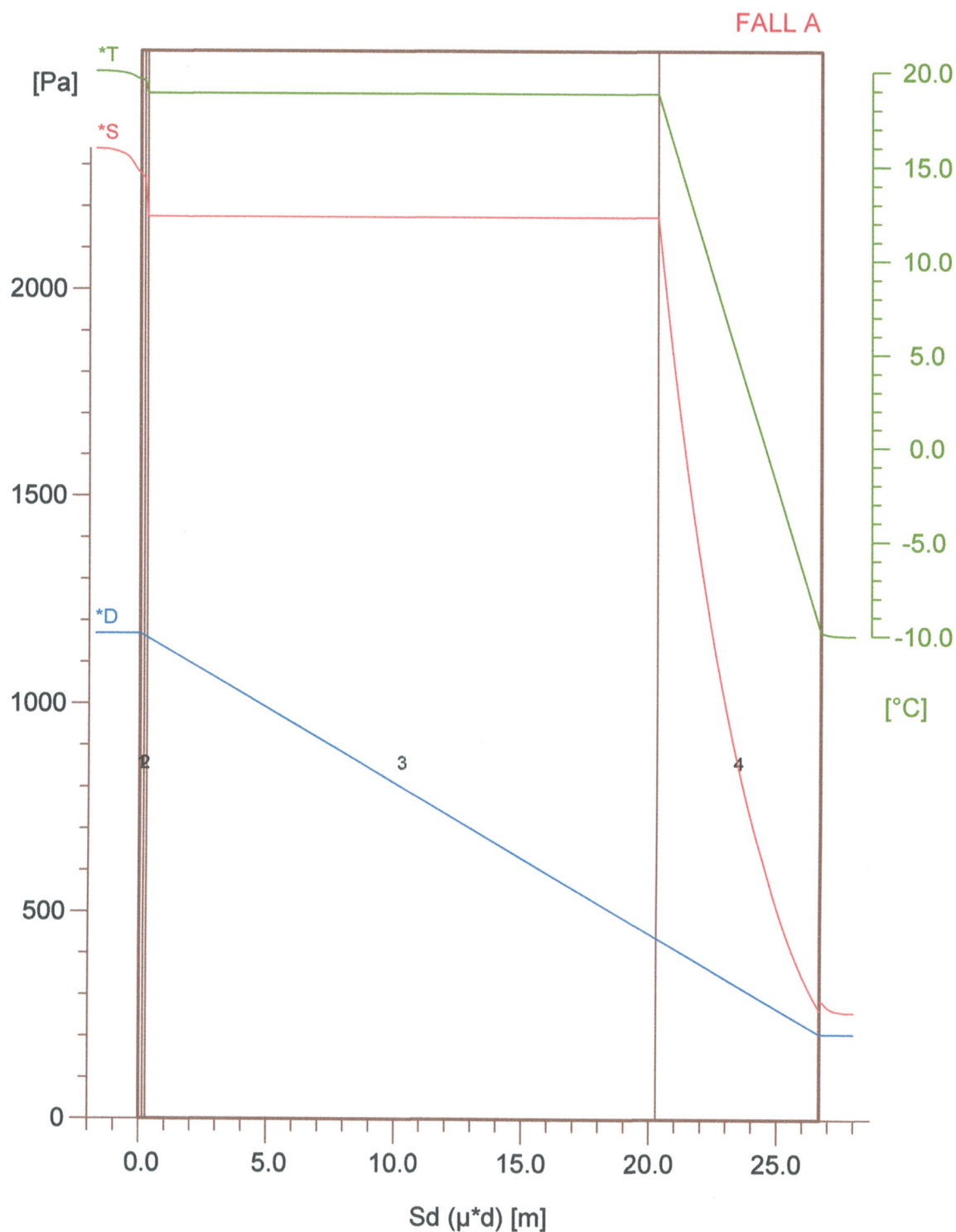
Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

$\mu \cdot d$ an den Schichtgrenzen:

Nr.	Material	DIN	μ_1/μ_2	μ	$\mu \cdot d$ [m]	Summe $\mu \cdot s$
1	Kalkgipsputz	D	μ_1	10	0.150	0.150
2	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)		μ_1	40	4.800	4.950
3	Dampfbremse PE-Folie		μ_1	100000	20.000	24.950
4	Polyurethan Hartschaum 023		μ_1	40	6.400	31.350

Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser

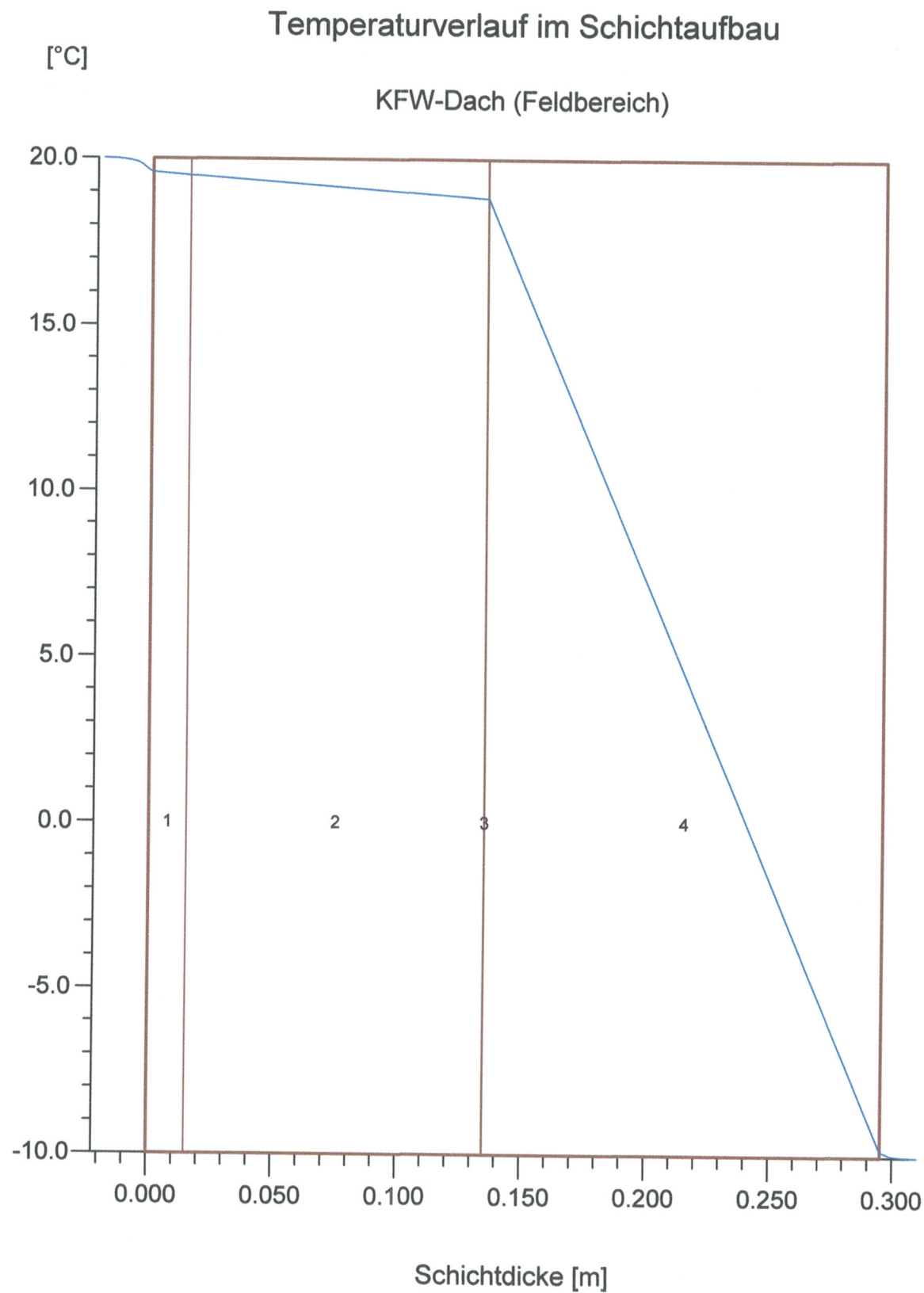
KFW-Dach (Feldbereich)



*T=Temperatur

*S=Dampfsättigungsdruck (100%)

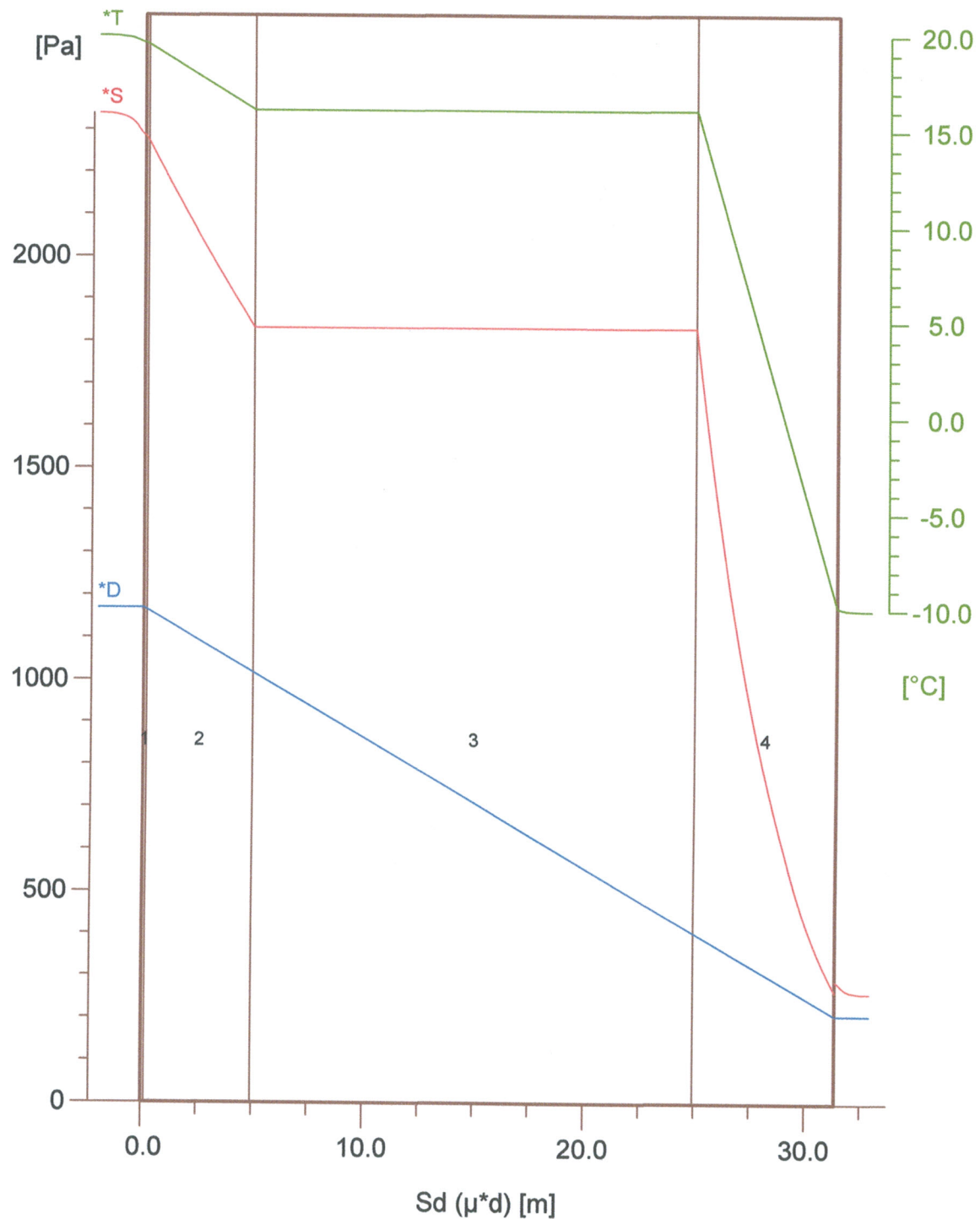
*D=Dampfdruck (bei 100% Ausfall!)



Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser

KFW-Dach (Balkenbereich)

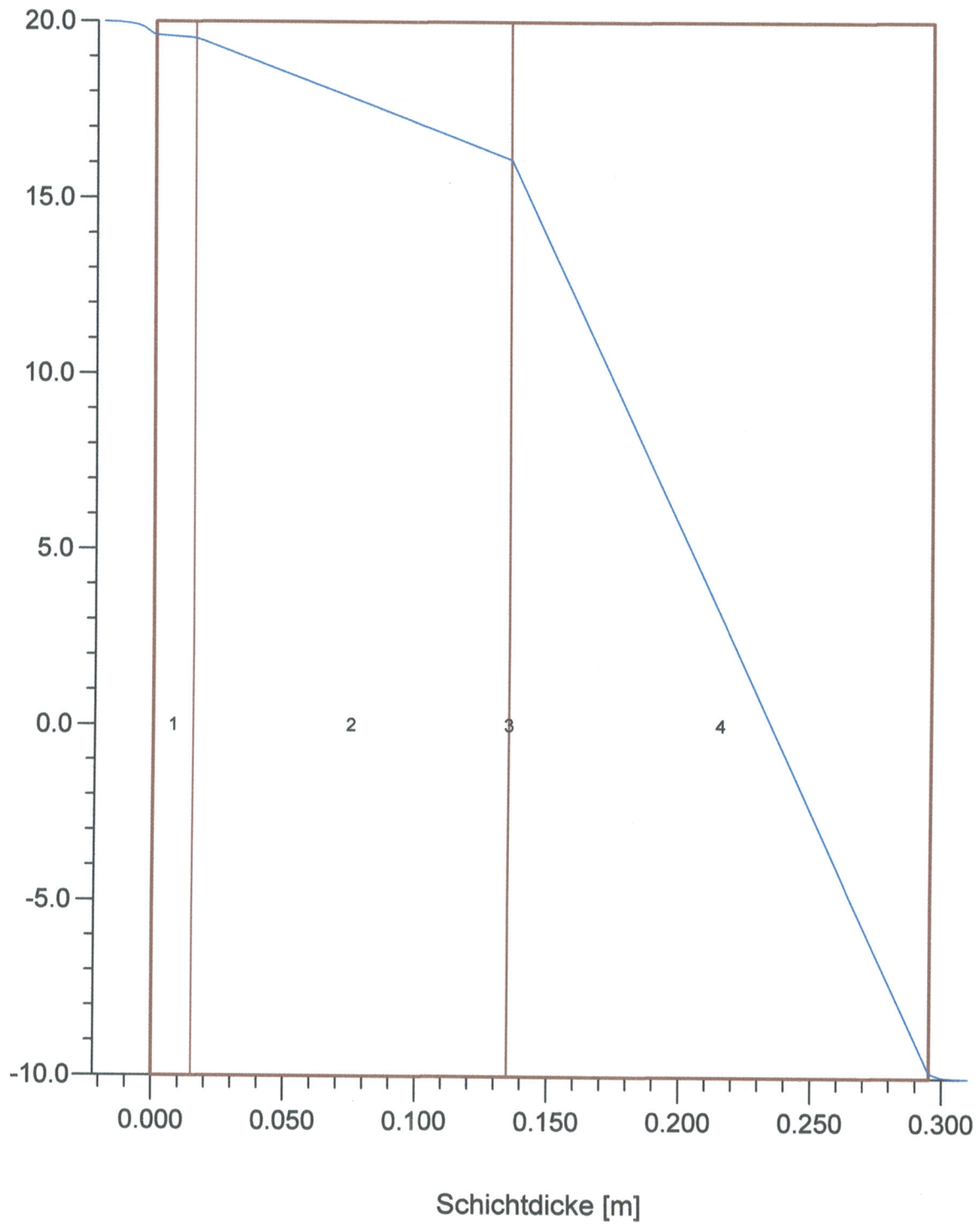
FALL A

 $*T$ =Temperatur $*S$ =Dampfsättigungsdruck (100%) $*D$ =Dampfdruck (bei 100% Ausfall!)

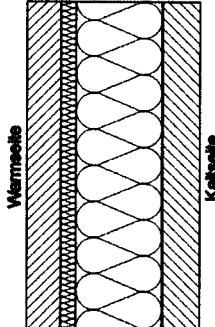
Temperaturverlauf im Schichtaufbau

[°C]

KFW-Dach (Balkenbereich)



KFW-Bodenplatte			1.00 m²		U-Wert = 0.229 W/m²K	
Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.	
Luftübergang Warmseite R _{si} 0.17						
1 Zementestrich	D 2000.0	55.00	1.400	0.039	15 / 35	
2 Dampfsperre PE-Folie	1100.0	0.20	0.200	0.001	100000	
3 Trittschalldämmung	D 5.0	25.00	0.040	0.625	15	
4 Polystyrol Extruderschäum 040	D 25.0	140.00	0.040	3.500	80 / 250	
5 Bitumendachbahn nackte	D 1200.0	2.00	0.170	0.012	2000 / 20000	
6 Beton normal DIN 1045	D 2500.0	60.00	2.100	0.029	70 / 150	
Luftübergang Kaltseite R _{se} 0.00						
Bauteildicke = 282.20 mm			Flächengewicht = 266.2 kg/m²		R = 4.21 m²K/W	



Wärmedurchgangsberechnung

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R 4.21 [m²K/W]
 Wärmedurchgangswiderstand R_T 4.38 [m²K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert 0.23 [W/m²K]

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes bei Änderungen oder Ersatz nach EnEV Anhang 3 Tabelle 1

Einsatzart: gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. auf dem Erdreich

Einsatztemperatur: normale Innenraumtemperatur

U-Wert : 0.229 W/m²K

Grenzwert (Maximalwert) : 0.300 W/m²K

die Anforderungen sind nach EnEV Anhang 3 erfüllt

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite	Kaltseite
Tauperiode:		
Lufttemperatur	20.0 °C	8.0 °C
relative Feuchte	50.0 %	80.0 %
Dauer der Tauperiode	8760 Stunden	
Verdunstungsperiode:		
Lufttemperatur	12.0 °C	8.0 °C
relative Feuchte	70.0 %	70.0 %
Dauer der Verdunstungsperiode	0 Stunden	
Dachtemperatur	— °C	

das Bauteil wird als Decke berechnet.

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

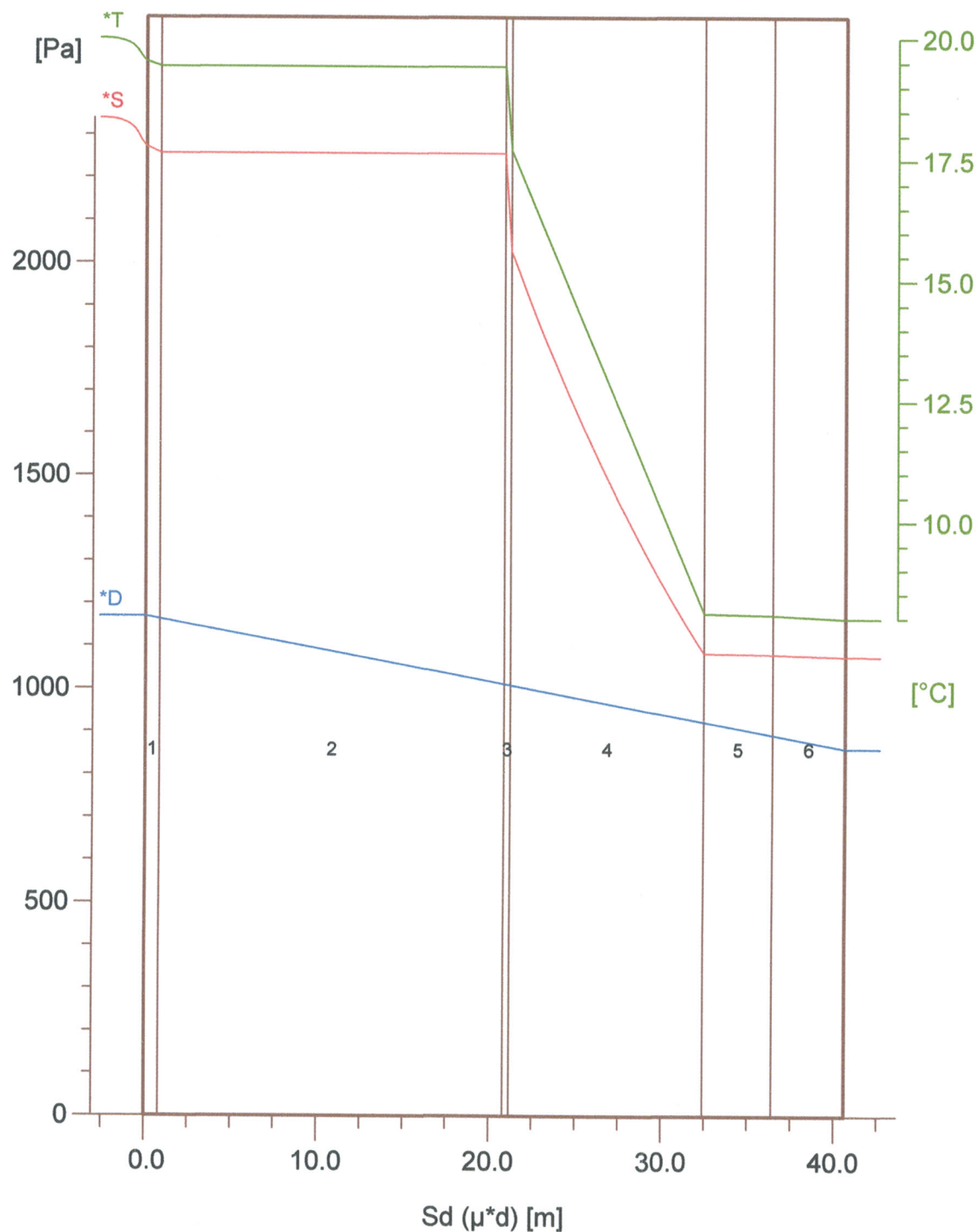
μ*d an den Schichtgrenzen:

Nr.	Material	DIN	μ1/μ2	μ	μ*d [m]	Summe μ*s
1	Zementestrich	D	μ1	15	0.825	0.825
2	Dampfsperre PE-Folie		μ1	100000	20.000	20.825
3	Trittschalldämmung	D	μ1	15	0.375	21.200
4	Polystyrol Extruderschäum 040	D	μ1	80	11.200	32.400
5	Bitumendachbahn nackte	D	μ1	2000	4.000	36.400
6	Beton normal DIN 1045	D	μ1	70	4.200	40.600

Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser

KFW-Bodenplatte

FALL A



*T=Temperatur

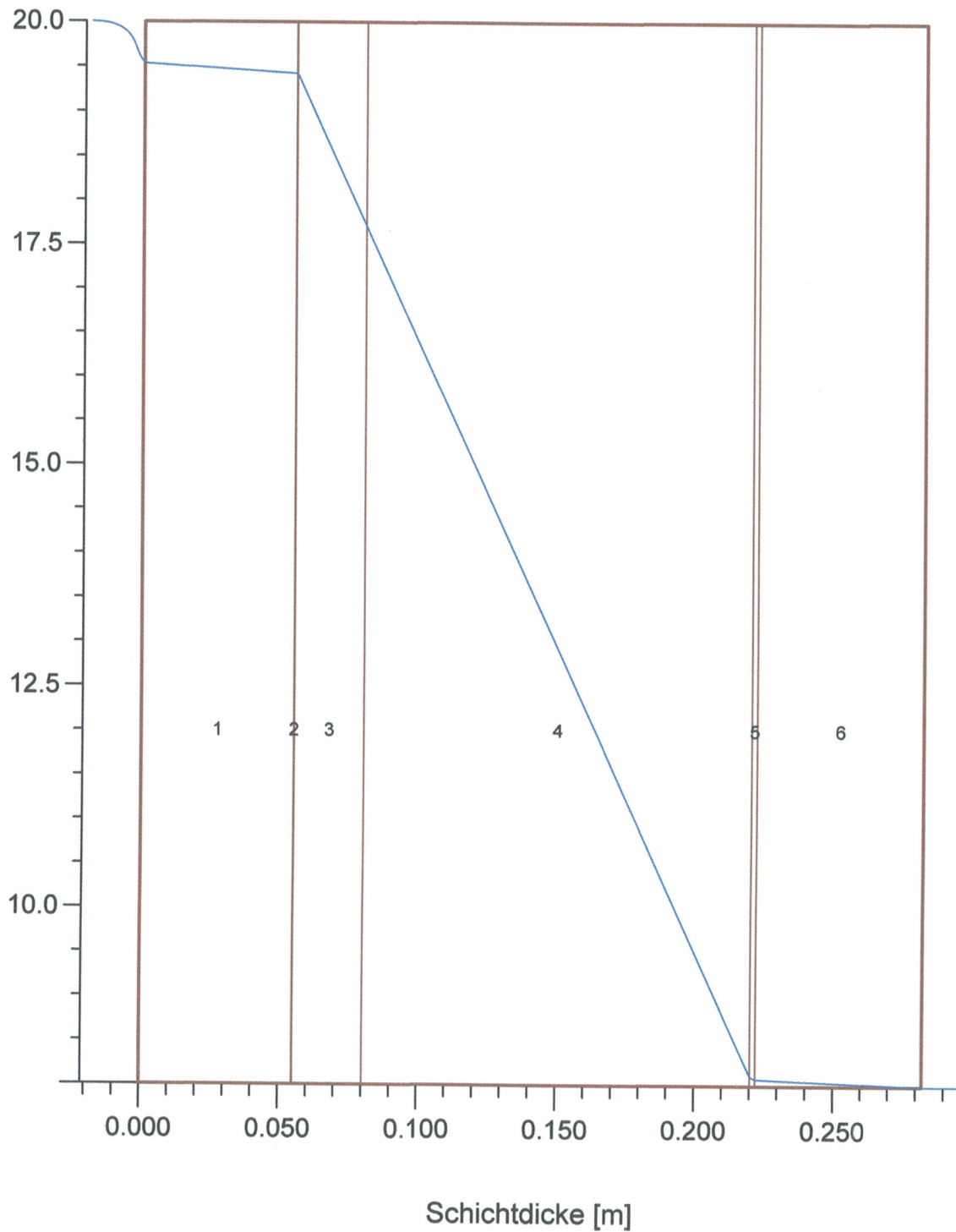
*S=Dampfsättigungsdruck (100%)

*D=Dampfdruck (bei 100% Ausfall!)

Temperaturverlauf im Schichtaufbau

[°C]

KFW-Bodenplatte



Dampfdiffusionsnachweis

Bauteil	Fall	Tauw. kg/m²	Verd. kg/m²	Rest kg/m²	Schicht	OK
	R-Type					
KFW-Wand- d= 50 cm	B 1	0.080	0.245	—	2/3	OK
KFW-Wand- d= 25 cm	D 1	0.089	0.364	—	2-2	OK
KFW-Dach	A 3	—	—	—	—	OK
Balkenbereich	A 3	—	—	—	—	OK

Randbedingungen der Dampfdiffusionsberechnung

R-Type	°C warm	°C kalt	% warm	% kalt	Stunden	°C Dach
Type 1 normale Außenwand						
Tauperiode	20	-10	50	80	1440	
Verdunstungsperiode	12	12	70	70	2160	
Type 3 Dach/Decke gegen Außenluft						
Tauperiode	20	-10	50	80	1440	
Verdunstungsperiode	12	12	70	70	2160	20

Materialliste der thermischen Gebäudehülle

Material	Dichte kg/m³	Dicke mm	λ w/mK	Fläche m²	Gewicht kg
Kalkgipsputz	1400.0	15.00	0.7000	1.00	21
Zementestrich	2000.0	55.00	1.4000	1.00	110
Beton normal DIN 1045	2500.0	60.00	2.1000	1.00	150
Gipskarton DIN 18180	900.0	12.50	0.2100	2.00	23
Vollziegel	1800.0	250.00	0.8100	1.00	450
Vollziegel	1800.0	500.00	0.8100	1.00	900
Polystyrol Extruderschaum 040	25.0	140.00	0.0400	1.00	4
Polystyrolschaum extrudi. 032	5.0	60.00	0.0320	2.00	1
Polyurethan Hartschaum 023	5.0	160.00	0.0230	1.00	1
Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	600.0	120.00	0.1300	0.20	14
Bitumendachbahn nackte	1200.0	2.00	0.1700	1.00	2
Dampfbremse PE-Folie	1100.0	0.20	0.2000	1.00	0
Dampfsperre PE-Folie	1100.0	0.20	0.2000	1.00	0
Luft ruhend aufwärts	1.3	120.00	0.7500	0.80	0
Trittschalldämmung	5.0	25.00	0.0400	1.00	0
Summe				16.00	1676