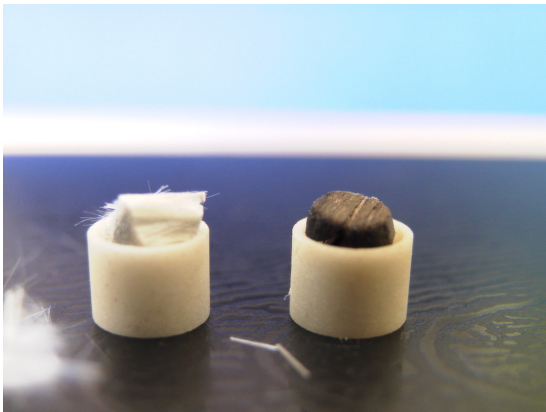


Inhalt	Seite
A. Glasfaserverstärktes Polyesterharz	287
A.1. Überblick der Untersuchungsmethoden	
A.2. Ergebnissammlung	
A.2.1. DSC	
A.2.2. DMA	
A.2.3. TGA / TGA-FTIR	
A.2.4. Chemigramme / 3D-Spektren	
A.3. Übersicht der Versuchsauswertung	
B. Glasfaserverstärktes Vinylesterharz	337
B.1. Überblick der Untersuchungsmethoden	
B.2. Ergebnissammlung	
B.2.1. DSC	
B.2.2. DMA	
B.2.3. TGA / TGA-FTIR	
B.2.4. Chemigramme / 3D-Spektren	
B.3. Übersicht der Versuchsauswertung	
C. Glasfaserverstärktes Phenolharz	377
C.1. Überblick der Untersuchungsmethoden	
C.2. Ergebnissammlung	
C.2.1. DSC	
C.2.2. DMA	
C.2.3. TGA / TGA-FTIR	
C.2.4. Chemigramme / 3D-Spektren	
C.3. Übersicht der Versuchsauswertung	
D. Mikroskopie	419
D.1. Mikroskopie GF-Polyesterharz	
D.2. Mikroskopie GF-Vinylesterharz	
D.3. Mikroskopie GF-Phenolharz	
E. Drei-Punkt-Biegung (Zwick/Roell) unter Raumtemperatur	429
E.1. Polyester (B/H = 5 und 2,5)	
E.2. Vinylester (B/H = 5 und 2,5)	
E.3. Phenol (B/H = 5 und 2,5)	

F. Brandversuche (Kleinversuchsofen EMPA)	443
F.1. BV IPE 120	
F.2. BV IPE 120, Verkleidung mit 50 mm Steinwolle	
F.3. BV IPE 160	
F.4. BV IPE 120, Eigenlast	
F.5. BV IPE 120, Intumeszierender Brandschutzanstrich	
F.6. BV zusammengesetzter Querschnitt	
G. Physibel/Voltra Eingabedateien; Eingabedatei Abaqus 6.6	455
G.1. Hohlprofil 100/10/10 mm; GF-Polyesterharz	
G.2. IPE 120 120/60/6/6 mm; GF-Polyesterharz	
G.3. IPE 160 160/80/8/8 mm; GF-Polyesterharz	
G.4. IPE 120 120/60/6/6 mm; GF-Polyesterharz; Abaqus 6.6	
H. Geräteliste	483

A.

Glasfaserverstärktes Polyesterharz



A GF-Polyesterharz

A.1 Überblick der Untersuchungsmethoden

Versuchsergebnisse Polyester

Probennr.	Thermische Methode						Optische Methode		Eigenschaftsbestimmungen					
	DSC	TGA/Masterkurve	TG FTIR	DMA/Masterkurve	LFA	Spektroskopie	Mikroskopie	REM	Glasübergang	thermische Zersetzung	oxidativer Abbau	spez. Wärmekapazität	G, E-Modul, Steifigkeit	andere Eigenschaften
3	●								●		●	●		
7	●										●			
8	●								●		●	●		
10	●								●		●			●
14	●								●		●	●		
16	●								●		●	●		
18	●								●					●
19	●								●		●			
20	●									●				
21	●										●			
1 Master				●										●
4				●					●				●	
5				●					●				●	
6				●					●				●	
11				●					●				●	
12				●					●				●	
13				●					●				●	
14				●					●				●	
15				●					●				●	
16				●					●				●	
17				●					●				●	
18				●					●				●	
19				●					●				●	
20				●					●				●	
21				●					●				●	

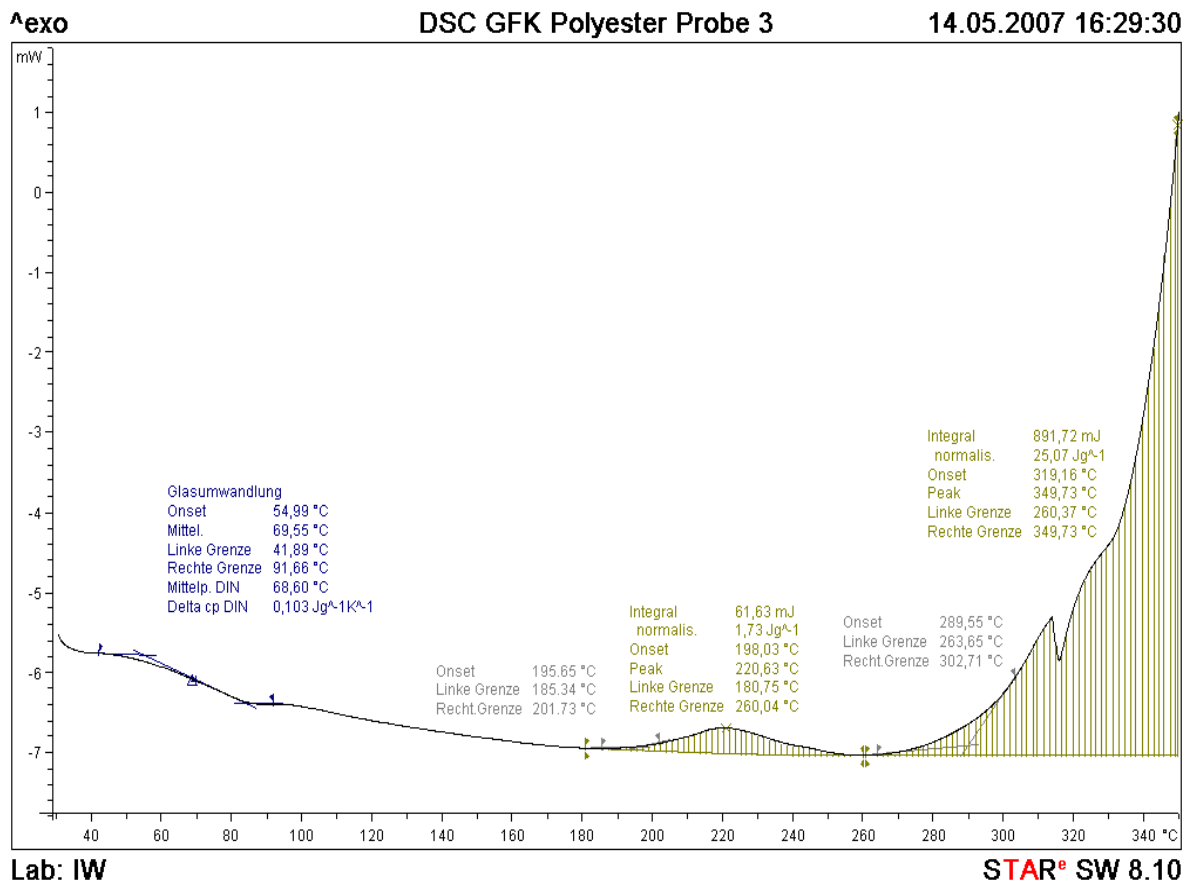
Probennr.	Thermische Methode						Optische Methode		Eigenschaftsbestimmungen					
	DSC	TGA/Masterkurve	TG FTIR	DMA/Masterkurve	LFA	Spektroskopie	Mikroskopie	REM	Glasübergang	thermische Zersetzung	oxidativer Abbau	spez. Wärmekapazität	G, E-Modul, Steifigkeit	andere Eigenschaften
1		●								●	●			
6		●								●	●			
9		●								●	●			
12		●								●	●			
13		●								●	●			
15		●								●	●			
17		●								●	●			
1			●			●					●			
2			●			●					●			
3			●			●					●			
4			●			●					●			
5			●			●					●			

A.2 Polyester - Ergebnissammlung

A.2.1 DSC

Test-ID: 014 / 8/2/2006

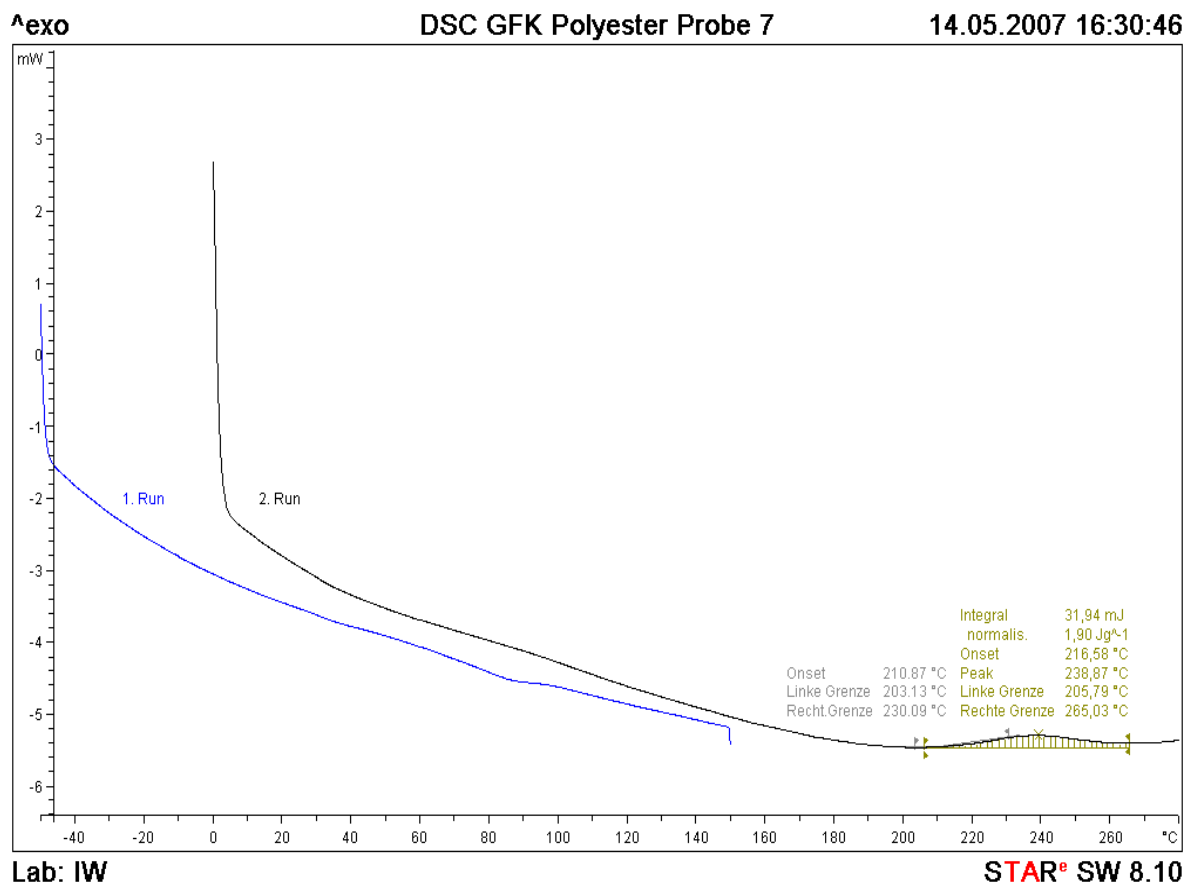
Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz	
Methode:	Thermisches Messmodul:	DSC 822°
	Tiegel:	Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
	Probenherstellung:	Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 35,57 mg, Probe 3
	Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
	Temperaturbelastung:	Aufheizung: von 25 °C bis 350 °C mit 2 K/min, 1 Run
	Ofenatmosphäre:	Luft, 50 ml/min



Test-ID: 021 / 8/15/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

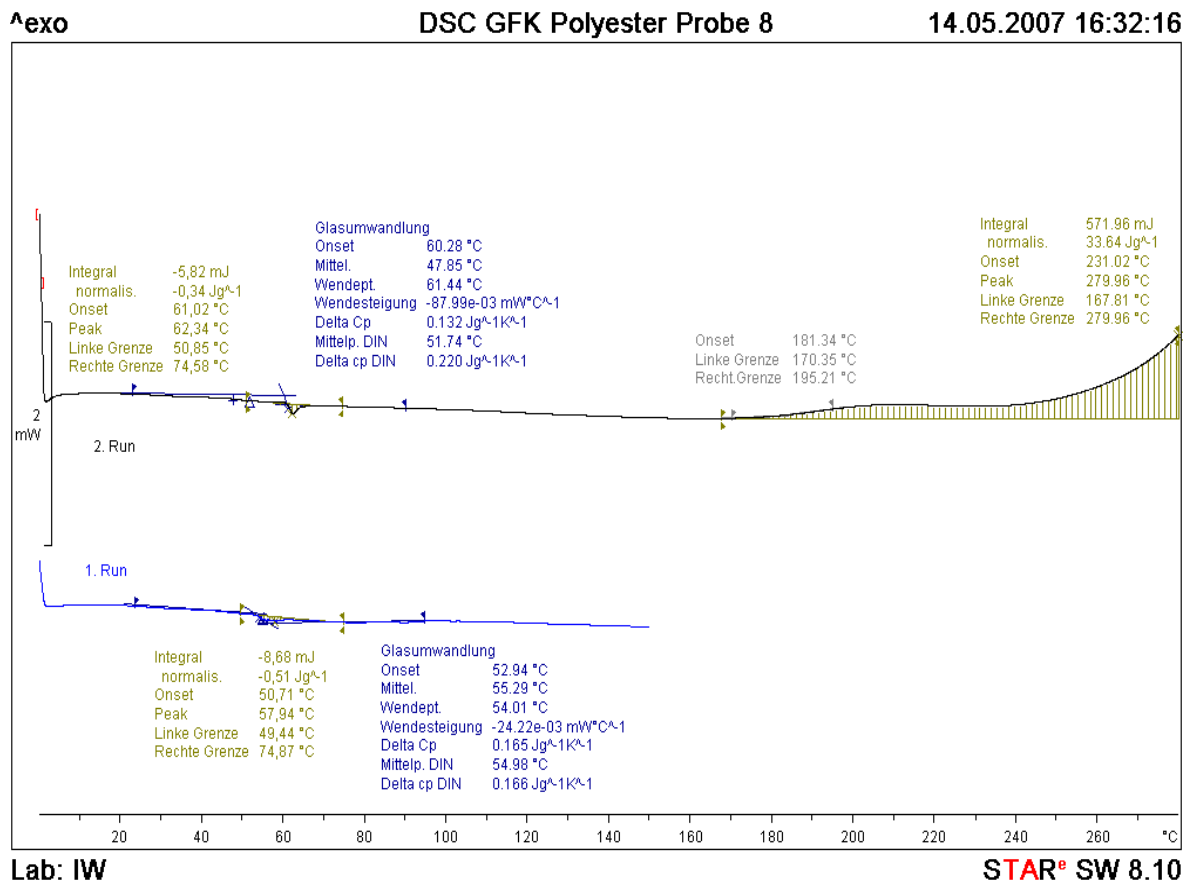
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 16,84 mg, Probe 7
Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 150 °C mit 10 K/min, von 150 °C bis 0 °C mit -10 K/min, von 0 °C bis 280 °C mit 10 K/min
Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 020 / 8/12/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 17,00 mg, Probe 8
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 0 °C bis 150 °C mit 2 K/min, von 150 °C bis 0 °C mit -10 K/min, von 0 °C bis 280 °C mit 2 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 019 / 8/12/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

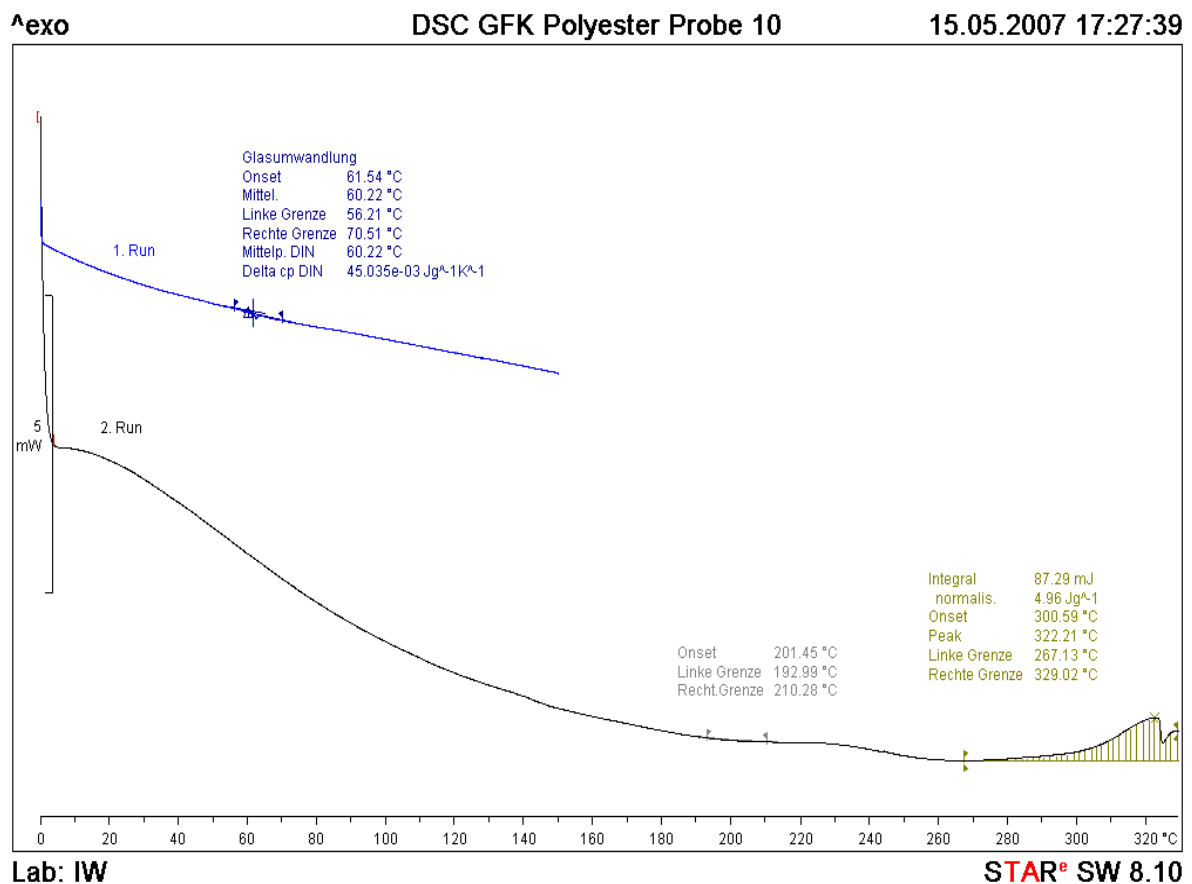
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel

Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160,
 Masse: 17,60 mg,
 Probe 10

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 0 °C bis 150 °C mit 2 K/min, von 150 °C bis 0 °C mit -10 K/min, von 0 °C bis 330 °C mit 10 K/min

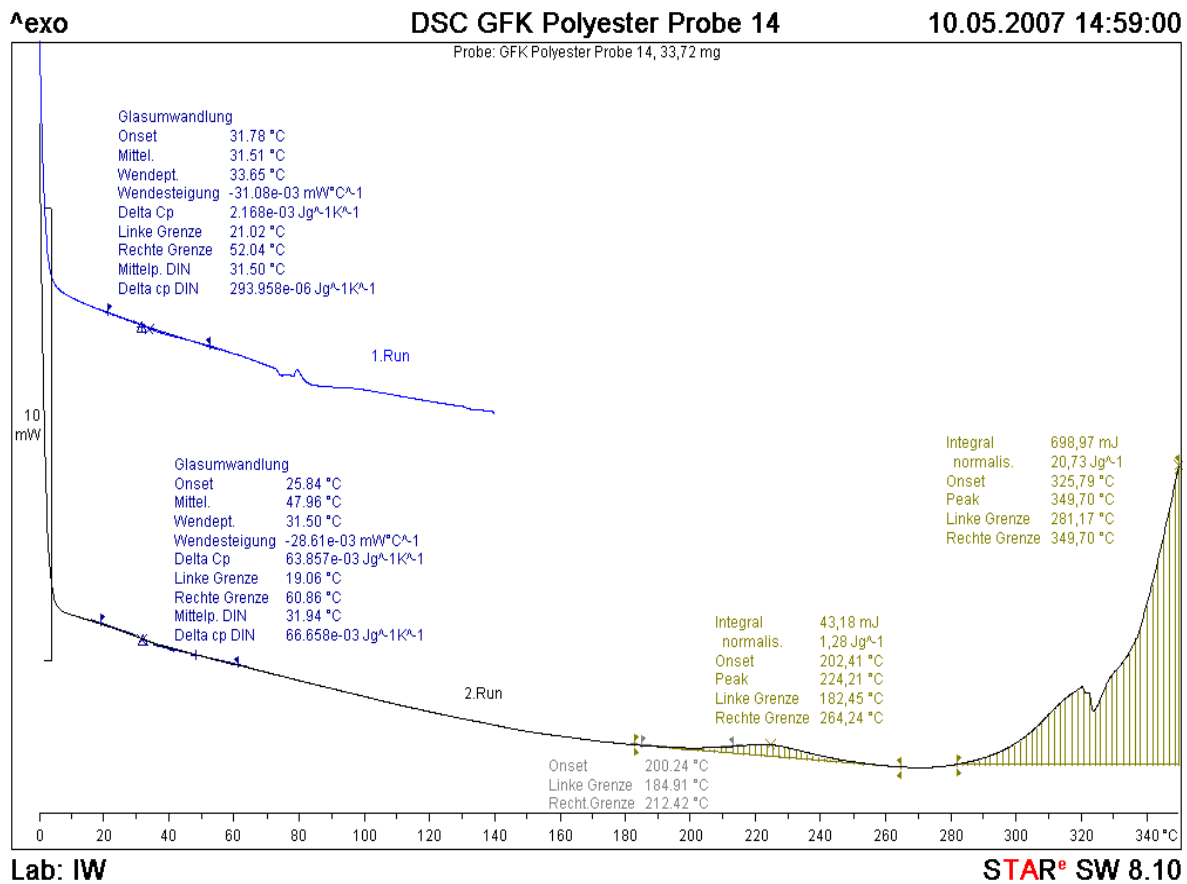
Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 018 / 8/11/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

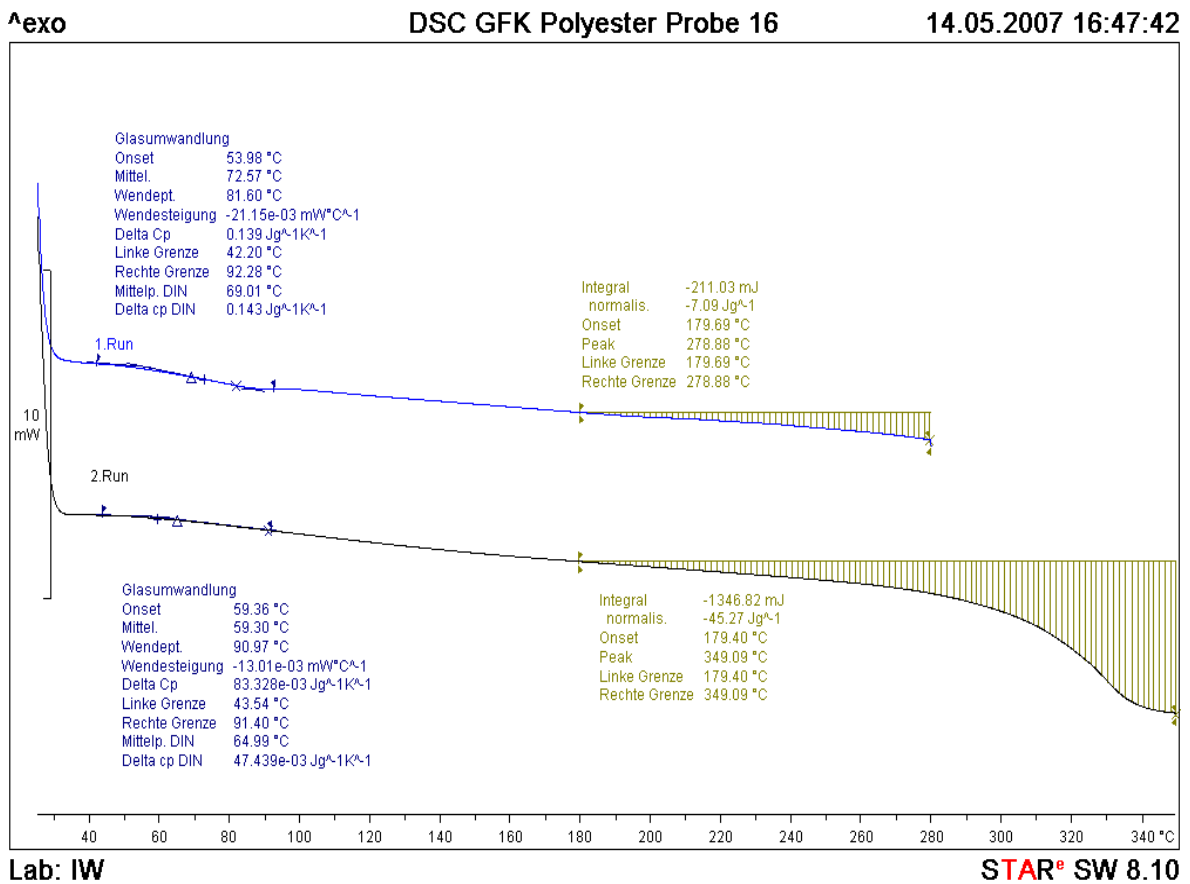
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminium Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 33,72 mg, Probe 14
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 0 °C bis 140 °C mit 10 K/min, von 140 °C bis 0 °C mit -10 K/min, von 0 °C bis 350 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 013 / 8/2/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

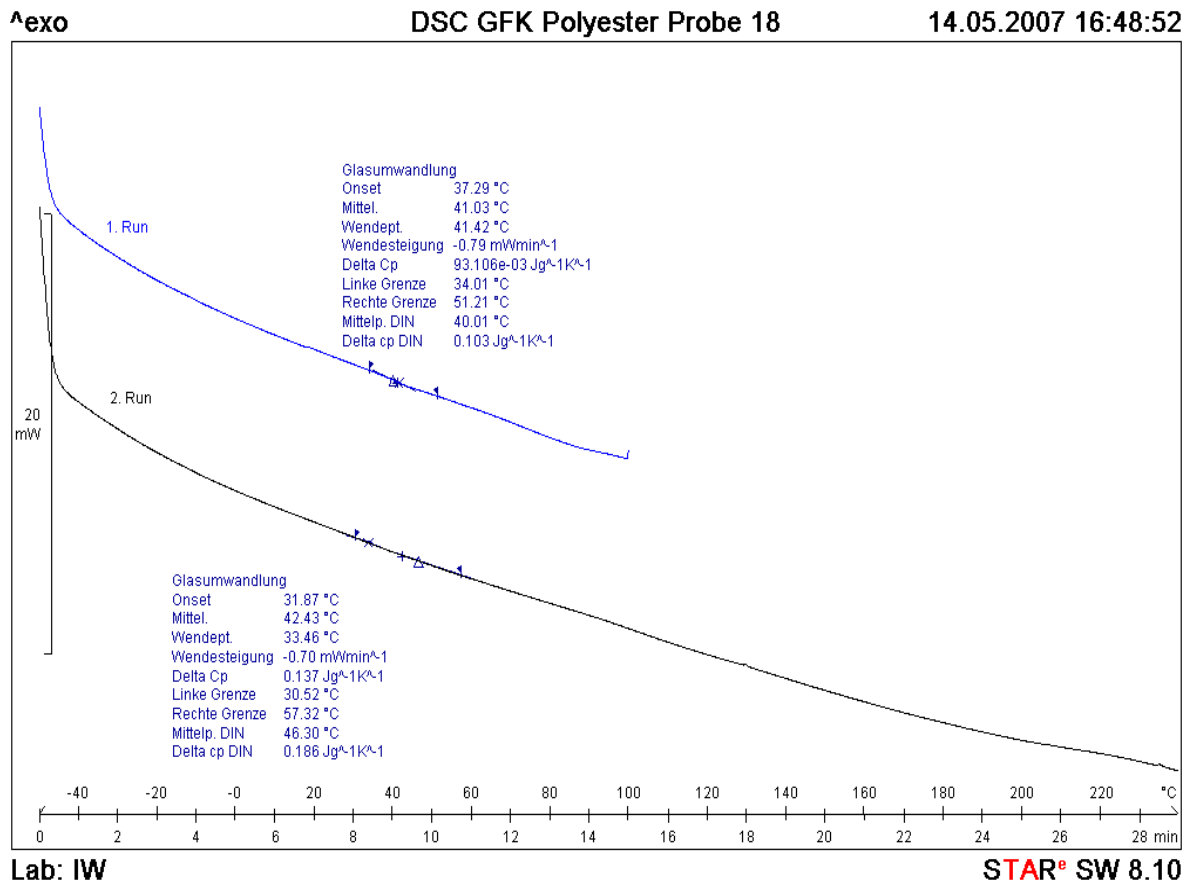
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 29,75 mg, Probe 16
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 280 °C mit 10 K/min, von 280 °C bis 25 °C mit -10 K/min, von 25 °C bis 350 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: N₂, 50 ml/min



Test-ID: NEU

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

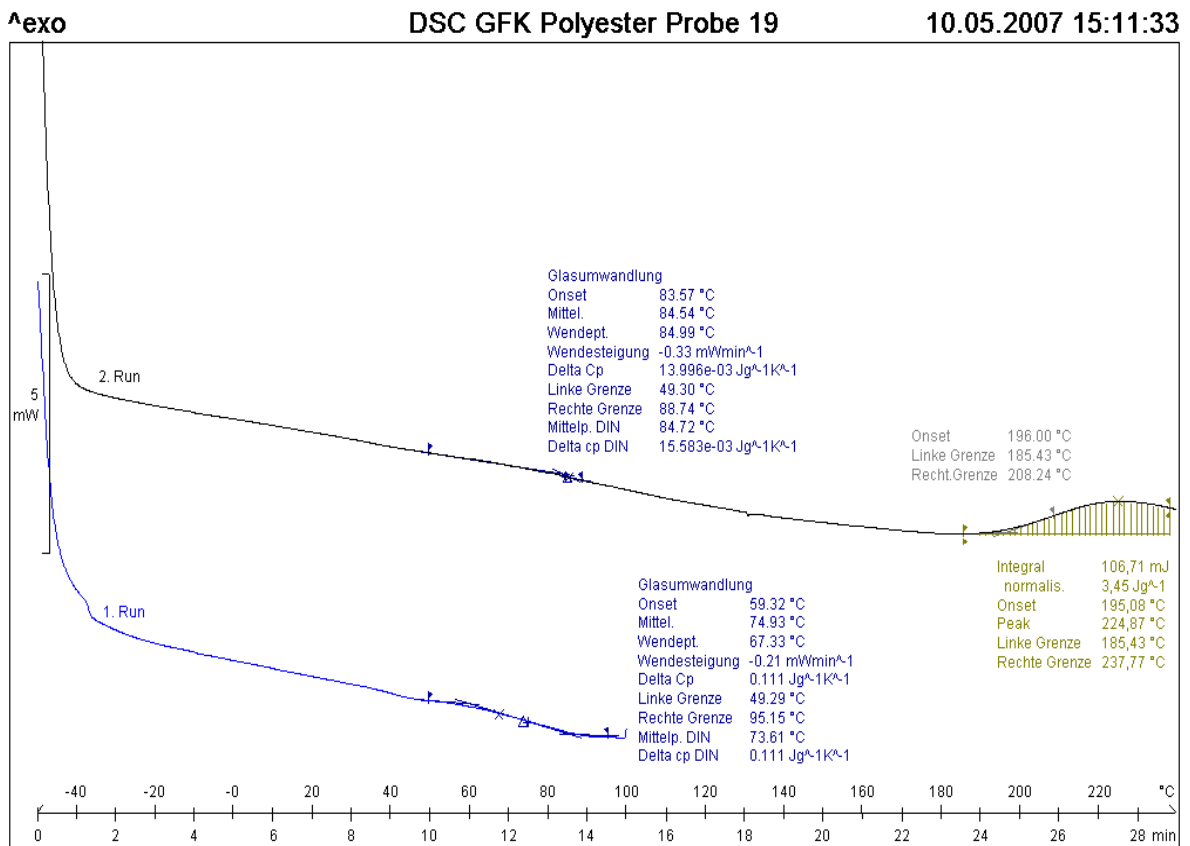
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminium Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 26,65 mg, Probe 18
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 100 °C mit 10 K/min, von 100 °C bis -50 °C mit -10 K/min, von -50 °C bis 240 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: NEU

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 30,95 mg, Probe 19
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 100 °C mit 10 K/min, von 100 °C bis -50 °C mit -10 K/min, von -50 °C bis 240 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



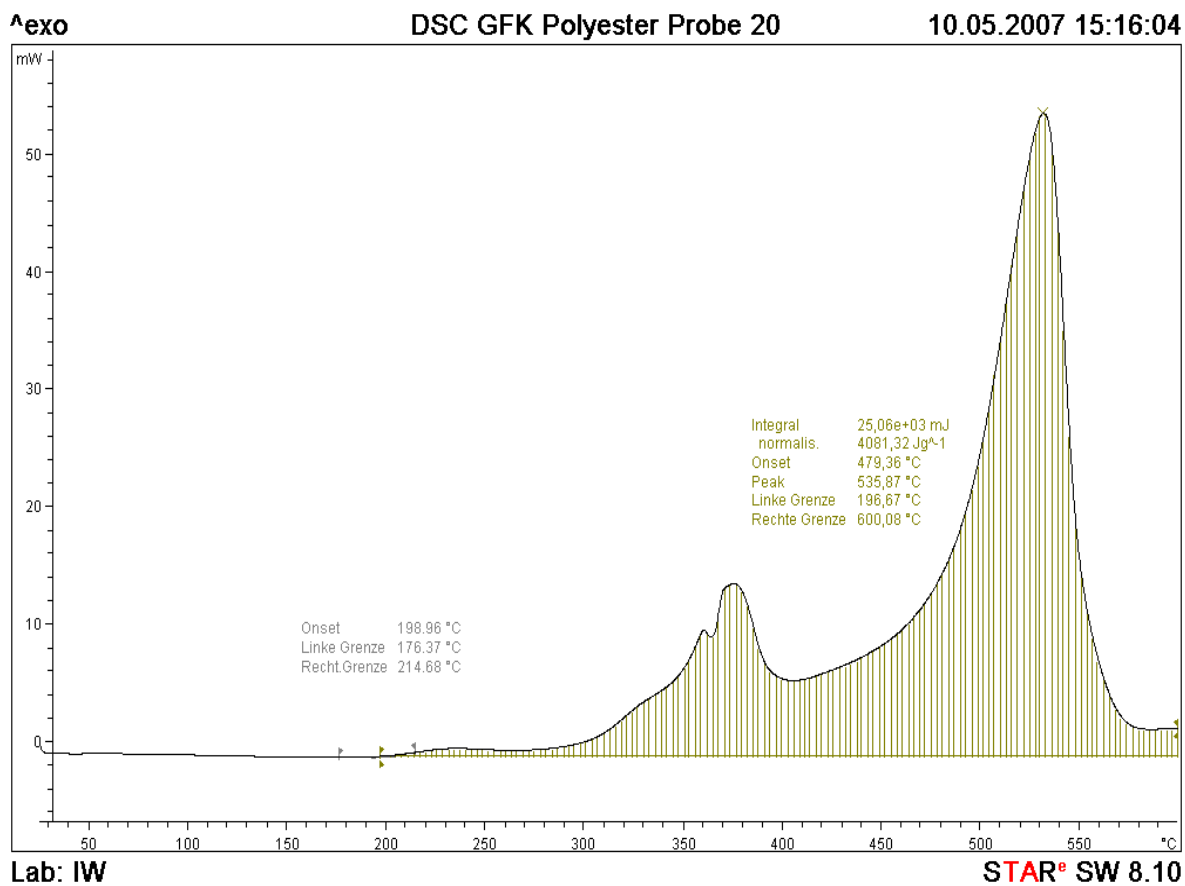
Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: NEU

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 6,14 mg, Probe 20
Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 600 °C mit 10 K/min
Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

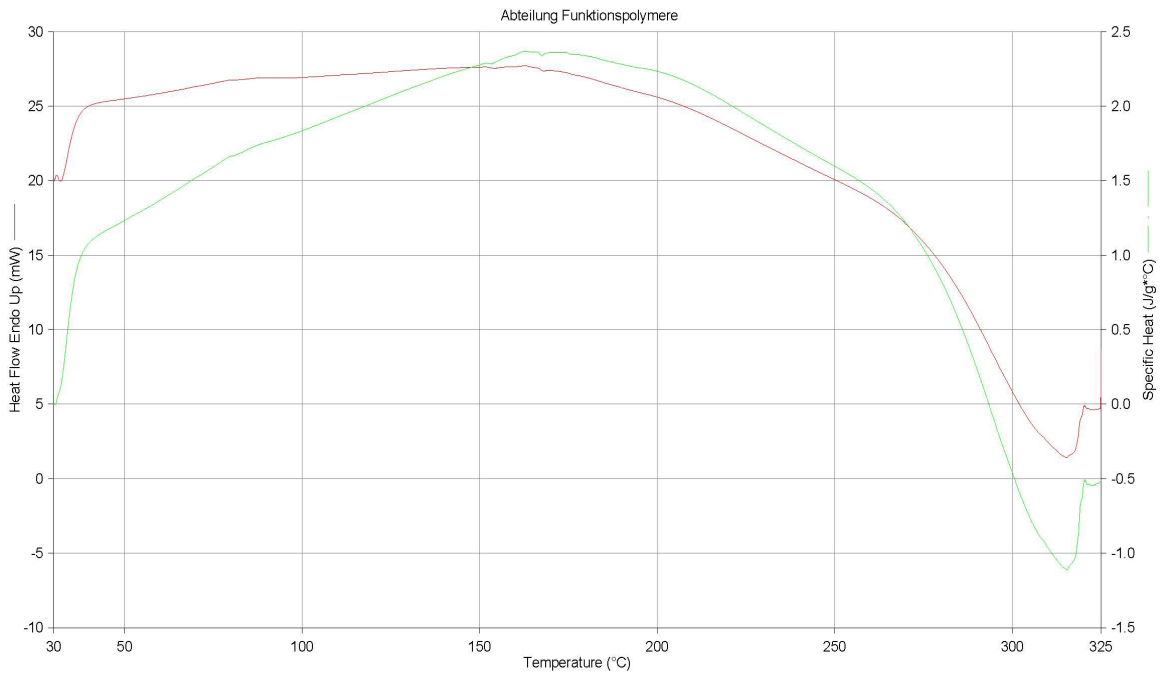


Test-ID: NEU

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: Perkin Elmer DSC 7
 Tiegel: Platintiegel 40 µl, mit Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 36,31 mg, Probe 21
 Probenkonditionierung: mehrwöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Haltezeit isotherm für drei Minuten bei 30 °C, Aufheizung: von 30 °C bis 325 °C mit 10 K/min, Haltezeit isotherm für drei Minuten bei 325 °C
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

Data Collected:	15.08.2007 12:48:05	GFK: ergebnis-cp.dsd
Operator ID:	Wac	Heat Flow Endo Up (mW) : Steps: 1-3
Sample ID:	GFK	GFK: ergebnis-cp.dsd
Sample Weight:	36.310 mg	Specific Heat (J/g*°C) (Two Curve) : Step: 2
Comment:	O2 325 °C	



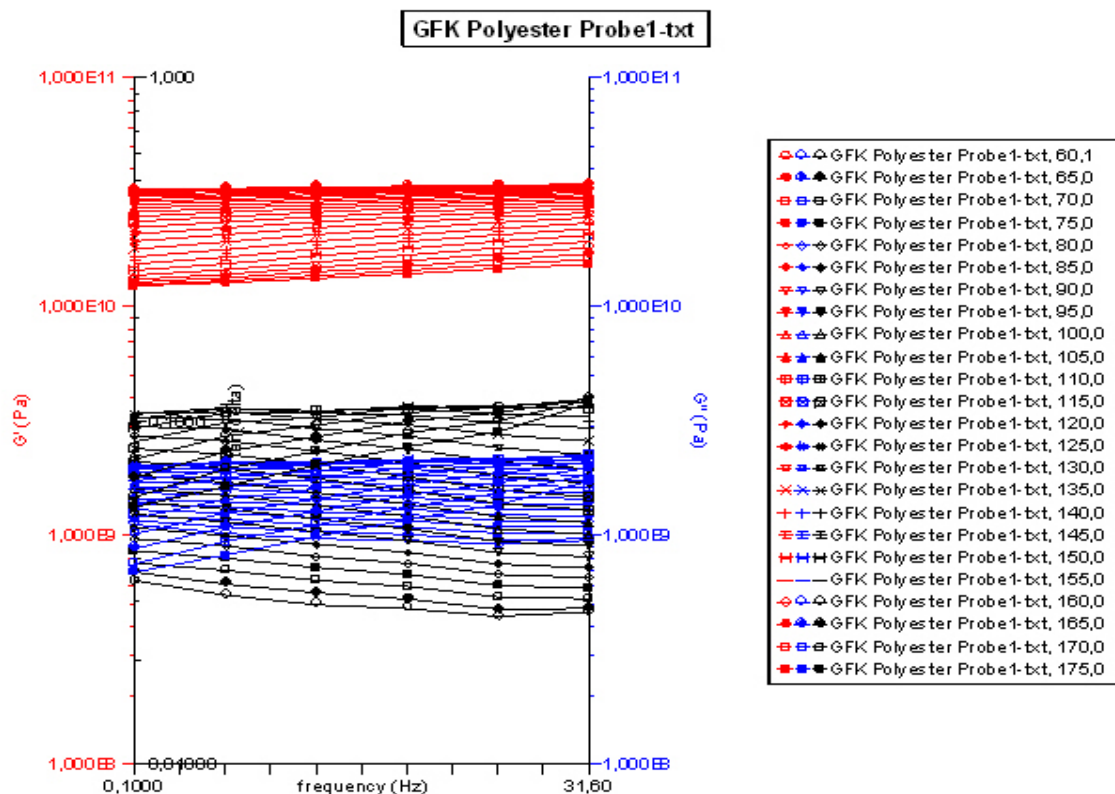
1) Hold for 3.0 min at 30.00°C	3) Hold for 3.0 min at 325.00°C
2) Heat from 30.00°C to 325.00°C at 10.00°C/min	

16.08.2007 11:58:03

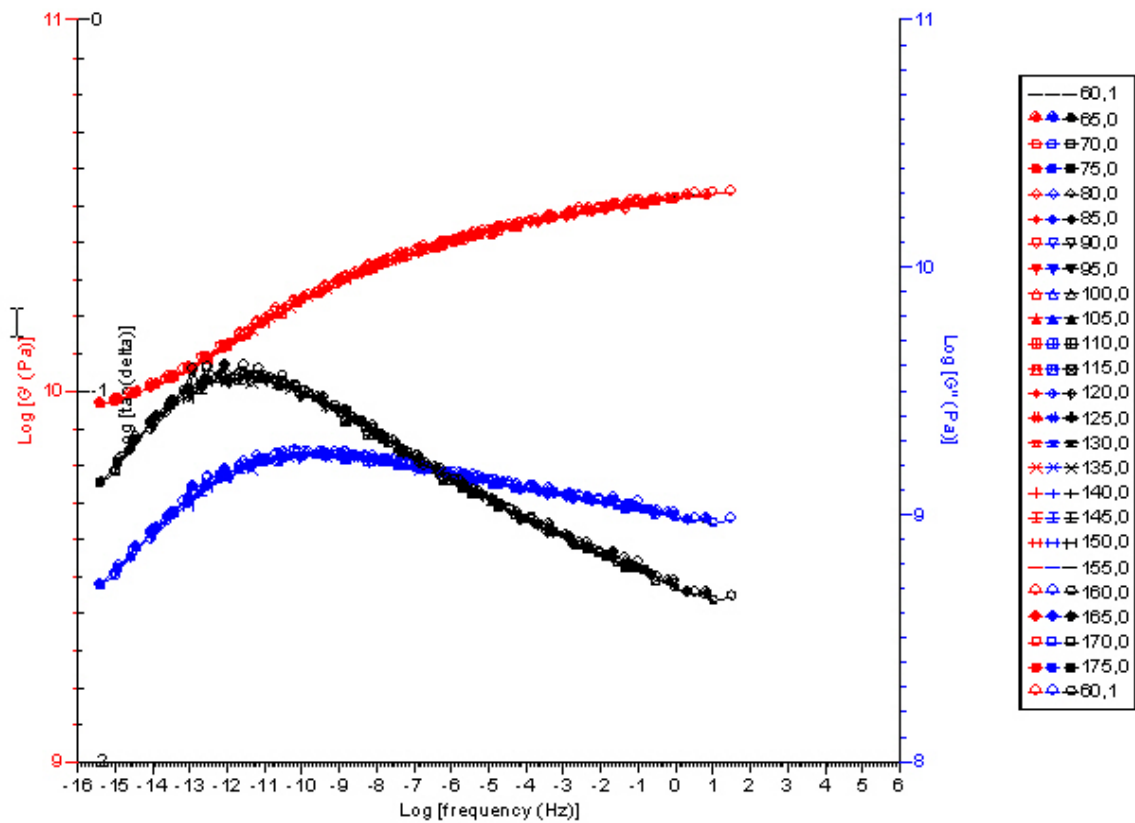
A.2.2 DMA

Test-ID: 104 / 7/24/2006

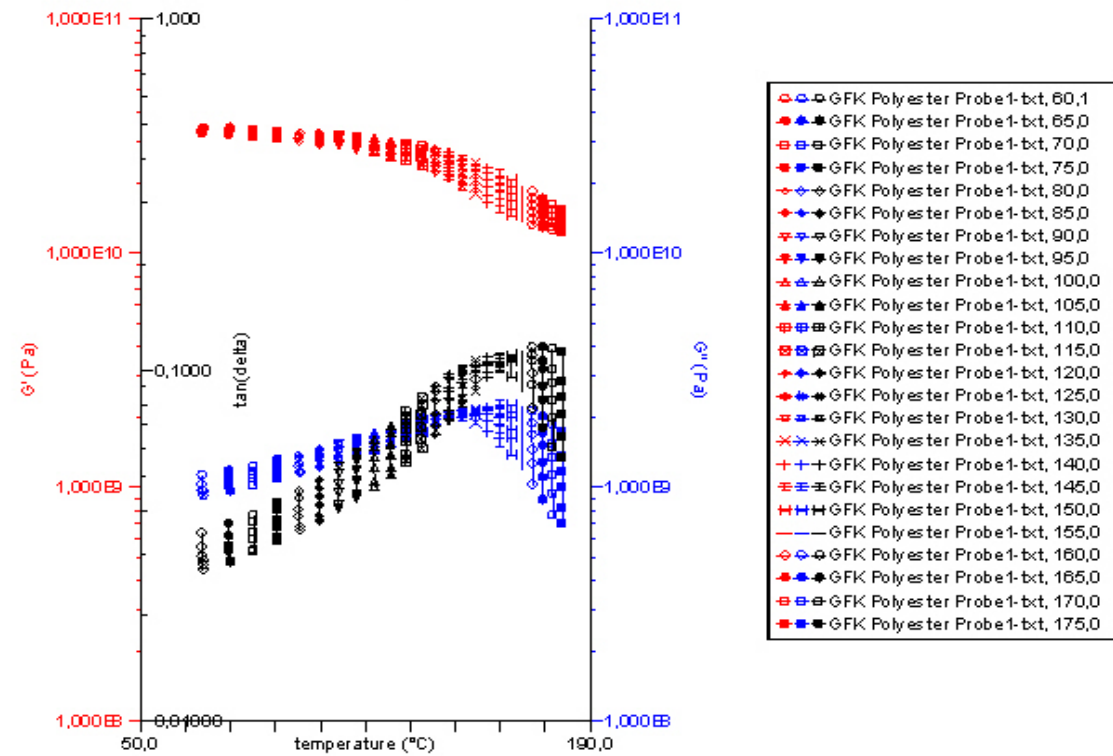
Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz
Methode:	Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments, Klemme: 3-Punkt-Biegung
Probenherstellung:	Balken l = 60,00 mm, h = 2,00 mm, b = 10,00 mm, mechanisch durch Sägen gewonnene Balkenprobe aus einem Profil IPE 160, Probe 1
Probenkonditionierung:	mehrwöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
Temperaturbelastung:	Aufheizung: von 60 °C bis 175 °C , isothermes Inkrement 5 Min, Frequenz sweep: log sweep von 100 Hz - 0,1 Hz, Amplitude 10 µm, Vorkraft 0,01 N, 150 %
Ofenatmosphäre:	Luft



GFK Polyester Probe1-txt



GFK Polyester Probe1-txt



Test-ID: 104 / 7/24/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

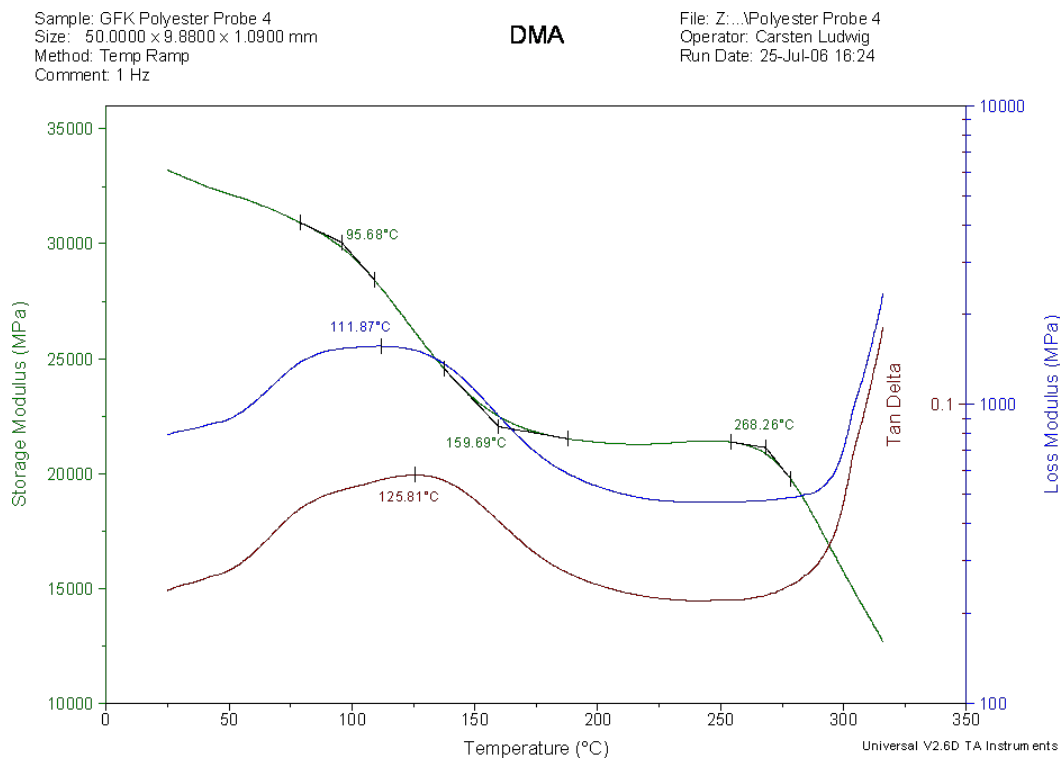
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,08 mm, h = 1.09 mm,
b = 9,88 mm,
Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe
aus einem Profil IPE 160,
Masse: vor der Messung 1,12431 g,
nach der Messung 0,96986 g,
Massenverlust: 0,15445 g,
Probe 4

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Abkühlen: von 25 °C bis 0 °C mit
3 K/min, Haltezeit isotherm für drei Minuten
bei 0 °C, Aufheizung: von 0 °C bis 330 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 1 N

Ofenatmosphäre: Luft



Test-ID: 105 / 7/25/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

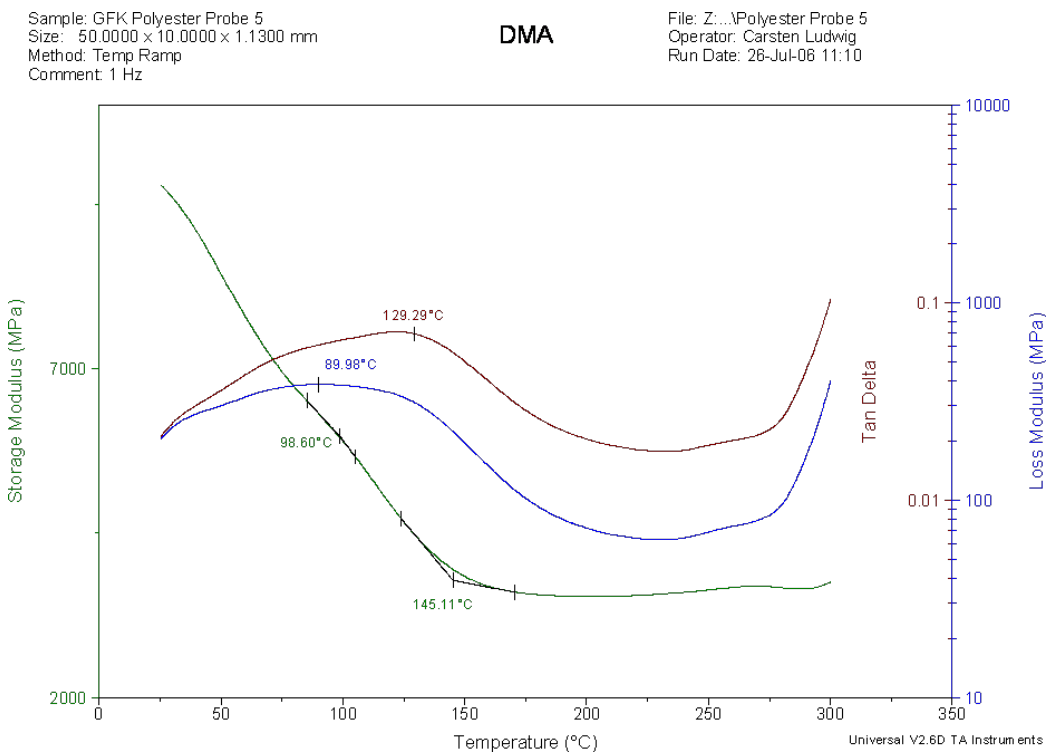
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,00 mm, h = 1,13 mm,
b = 10,00 mm,
Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe
aus einem Profil IPE 160,
Masse: vor der Messung 0,87384 g,
nach der Messung 0,63686 g,
Massenverlust: 0,23698 g,
Probe 5

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Abkühlen: von 25 °C bis 0 °C mit
3 K/min, Haltezeit isotherm für drei Minuten
bei 0 °C, Aufheizung: von 0 °C bis 330 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,5 N

Ofenatmosphäre: Luft



Test-ID: 106 / 7/26/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,07 mm, h = 1,17 mm,
b = 9,90 mm,
Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe
aus einem Profil IPE 160,
Masse: vor der Messung 1,27452 g,
nach der Messung 1,14706 g,
Massenverlust: 0,12746 g,
Probe 6

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemp-
eratur, Ofentrocknung bei 80 °C für 8 h,
Einwaage vor Trocknung 1,27675 g, nach
Trocknung 1,27452 g,
Verlust an Feuchtigkeit: 0,00223 g entspricht
0,175 % der Gesamtprobenmasse

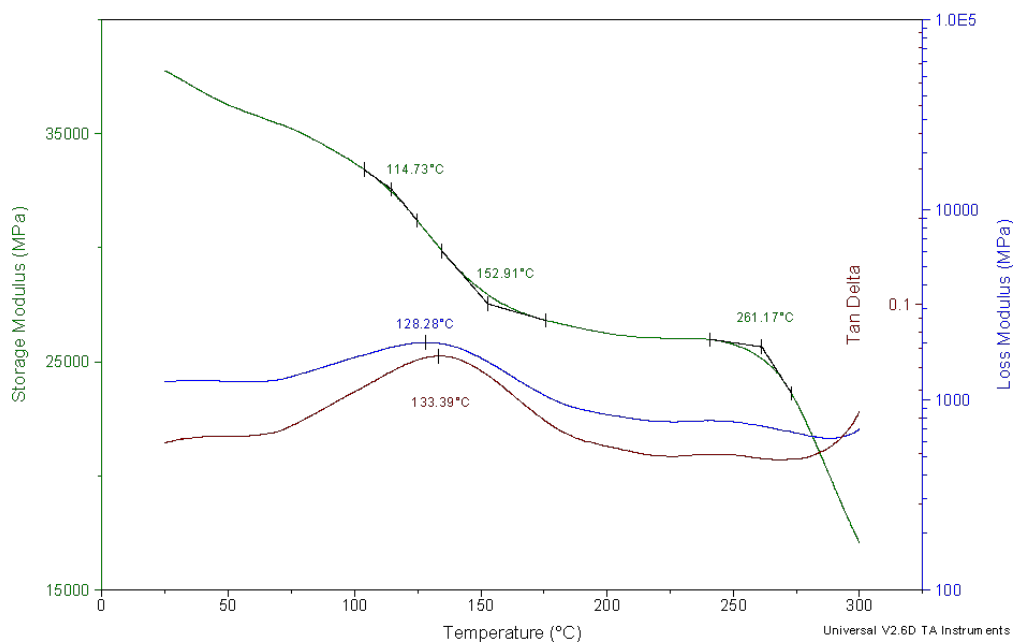
Temperaturbelastung: Abkühlen: von 25 °C bis 0 °C mit 3 K/min,
Haltezeit isotherm für drei Minuten bei 0 °C,
Aufheizung: von 0 °C bis 330 °C mit 3 K/min
Frequenz 1 Hz, Amplitude 10 µm,
Vorkraft 1 N

Ofenatmosphäre: Luft

Sample: GFK Polyester Probe 6
Size: 50.0000 x 9.9000 x 1.1700 mm
Method: Temp Ramp
Comment: 1 Hz

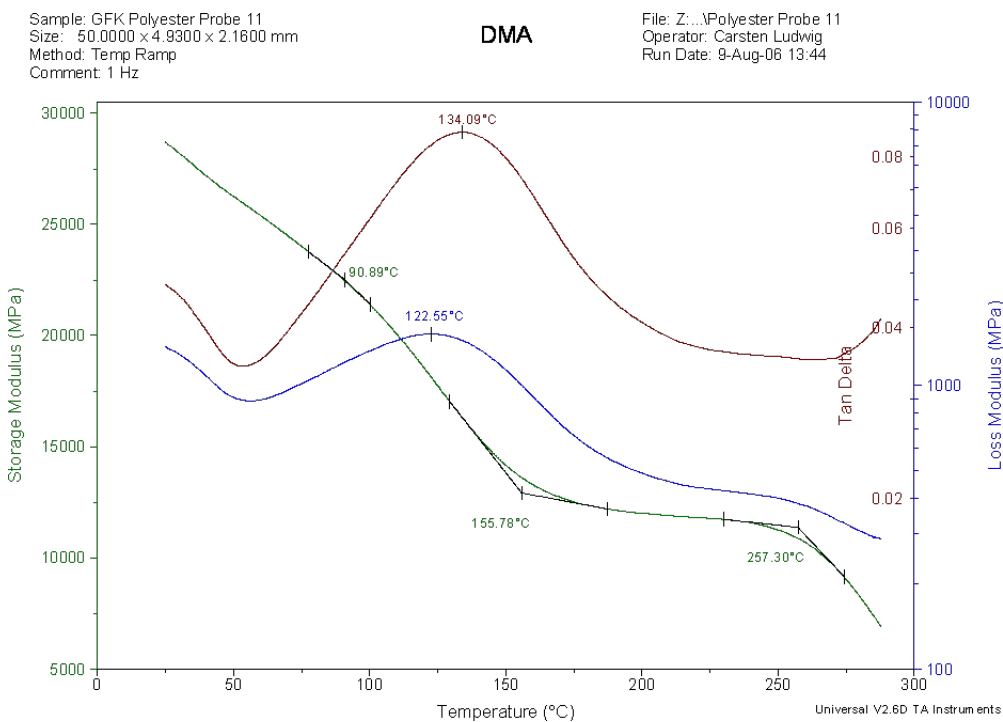
DMA

File: Z:\...Polyester Probe 6
Operator: Carsten Ludwig
Run Date: 27-Jul-06 09:54



Test-ID: 111 / 8/9/2006

Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz
Methode:	Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments, Klemme: 3-Punkt-Biegung
Probenherstellung:	Balken l = 59,98 mm, h = 2,16 mm, b = 4,93 mm, Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: vor der Messung 1,16690 g, Massenverlust: 0,05857 g, Probe 11
Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
Temperaturbelastung:	Abkühlen: von 25 °C bis 0 °C mit 3 K/min, Haltezeit isotherm für drei Minuten bei 0 °C, Aufheizung: von 0 °C bis 290 °C mit 3 K/min, Frequenz 1 Hz, Amplitude 10 µm, Vorkraft 0,01 N, 150 %
Ofenatmosphäre:	Luft



Test-ID: 112 / 8/9/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments, Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,04 mm, h = 2,21 mm, b = 4,92 mm, Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: vor der Messung 1,17091 g, nach der Messung 1,03619 g, Massenverlust: 0,13472 g, Probe 12

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

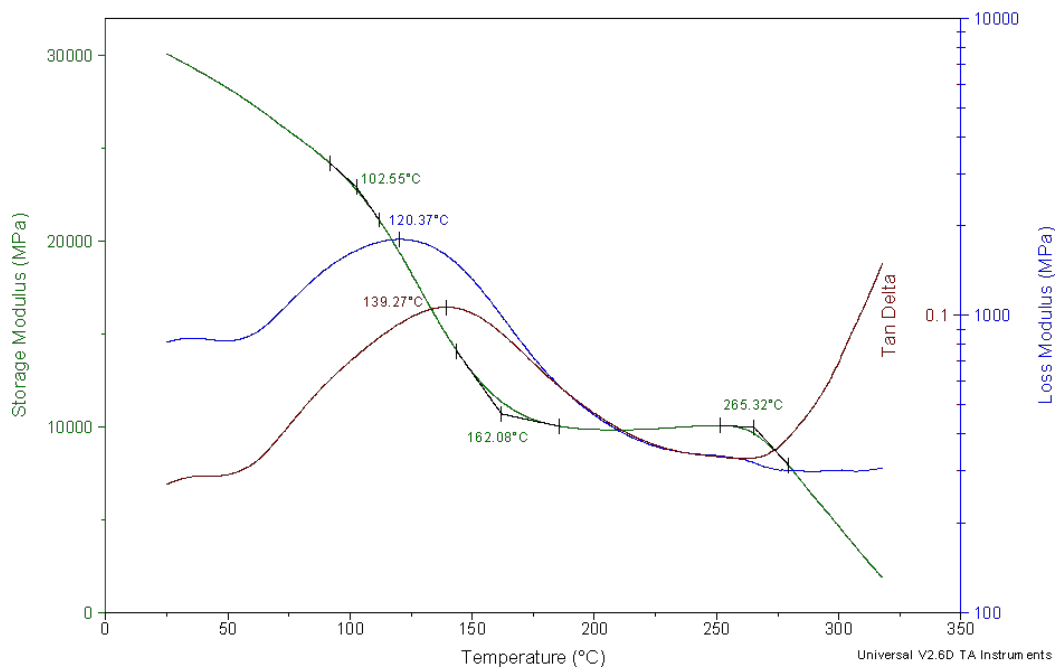
Temperaturbelastung: Abkühlen: von 25 °C bis 0 °C mit 3 K/min, Haltezeit isotherm für drei Minuten bei 0 °C, Aufheizung: von 0 °C bis 320 °C mit 3 K/min, Frequenz 1 Hz, Amplitude 10 µm, Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft

Sample: GFK Polyester Probe 12
 Size: 50.0000 x 4.9200 x 2.2100 mm
 Method: Temp Ramp
 Comment: 1 Hz

DMA

File: Z:\...Polyester Probe 12
 Operator: Carsten Ludwig
 Run Date: 9-Aug-06 15:58



Test-ID: 113 / 8/9/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

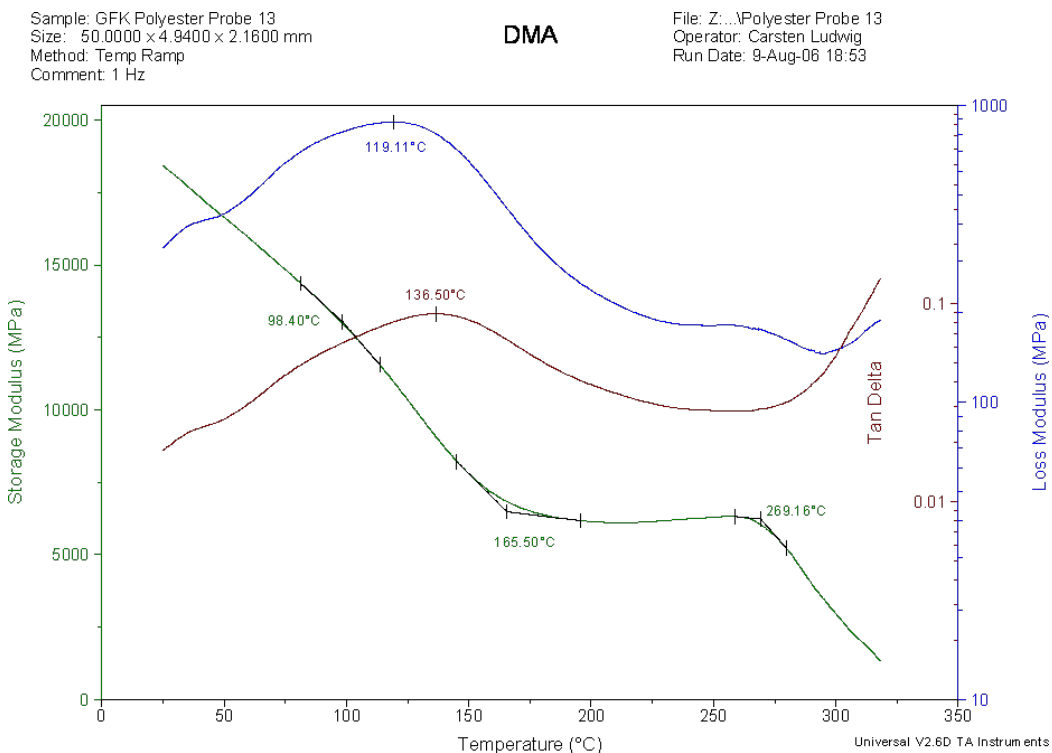
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,01 mm, h = 2,16 mm,
b = 4,94 mm,
Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe
aus einem Profil IPE 160,
Masse: vor der Messung 1,16690 g,
nach der Messung 0,90370 g,
Massenverlust: 0,2632 g,
Probe 13

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Abkühlen: von 25 °C bis 0 °C mit 3 K/min,
Haltezeit isotherm für drei Minuten bei 0 °C,
Aufheizung: von 0 °C bis 330 °C mit 3 K/min
Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft



Test-ID: 114 / 8/10/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

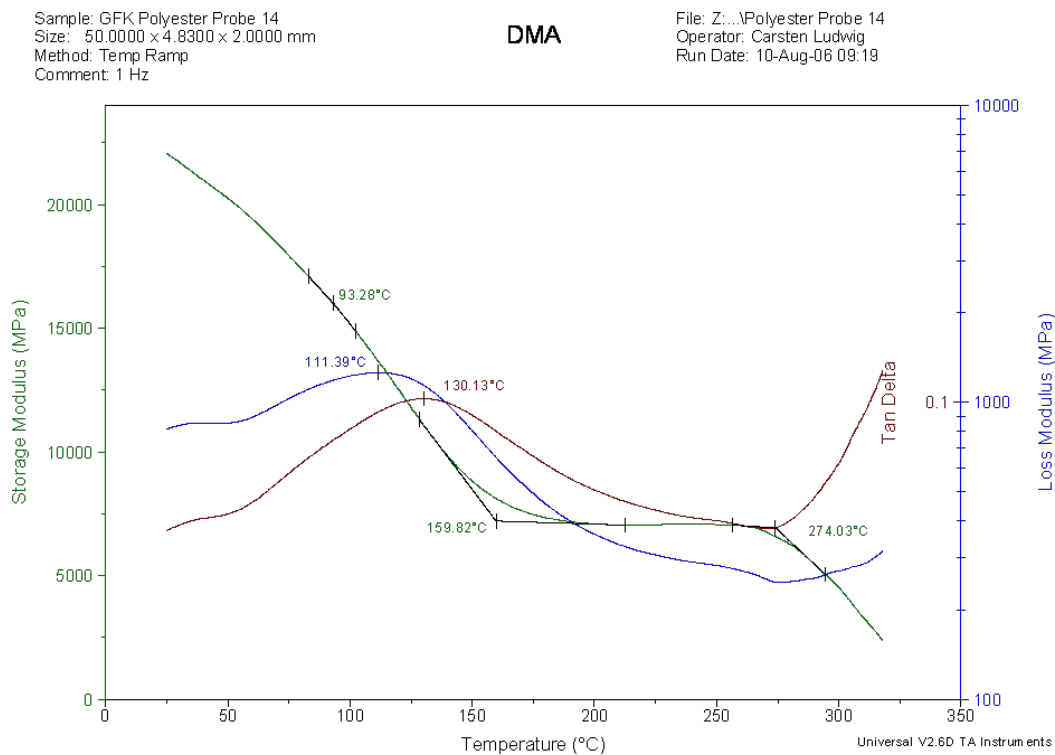
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,01 mm, h = 2,00 mm,
b = 4,83 mm,
Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe
aus einem Profil IPE 160,
Masse: vor der Messung 1,00261 g,
nach der Messung 0,85817 g,
Massenverlust: 0,14444 g,
Probe 14

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Abkühlen: von 25 °C bis 0 °C mit 3 K/min,
Haltezeit isotherm für drei Minuten bei 0 °C,
Aufheizung: von 0 °C bis 330 °C mit 3 K/min
Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,05 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft



Test-ID: 115 / 7/26/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

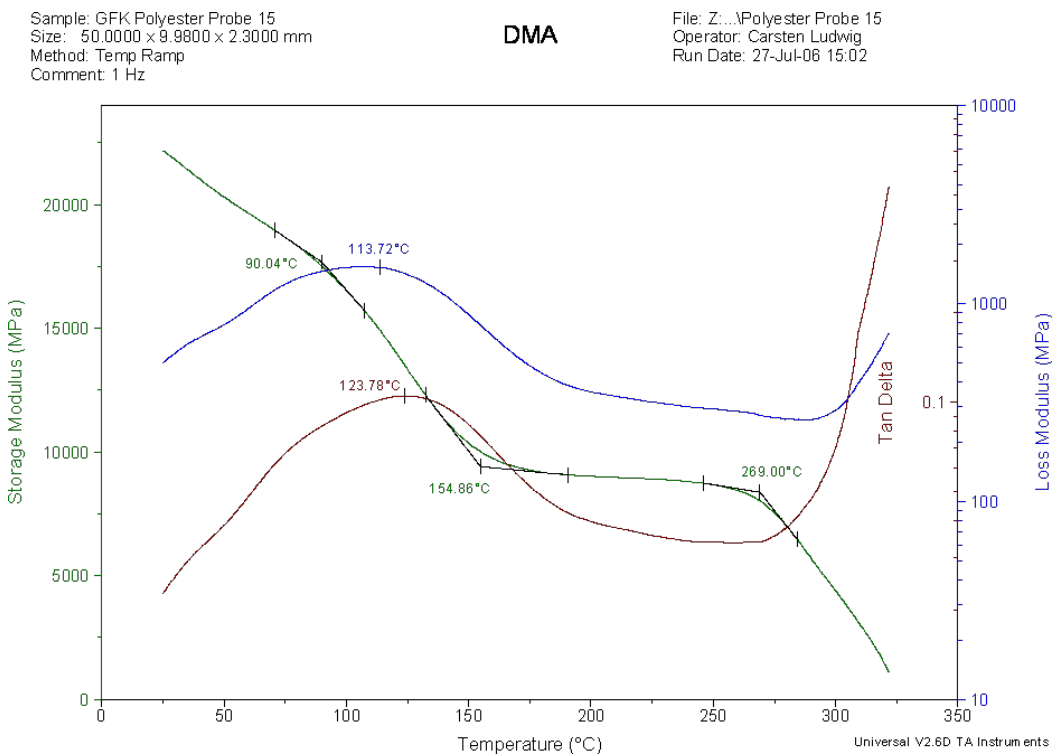
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,07 mm, h = 2,3 mm,
b = 9,98 mm,
Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe
aus einem Profil IPE 160,
Masse: vor der Messung 2,34967 g,
nach der Messung 1,97303 g,
Massenverlust: 0,37664 g,
Probe 15

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

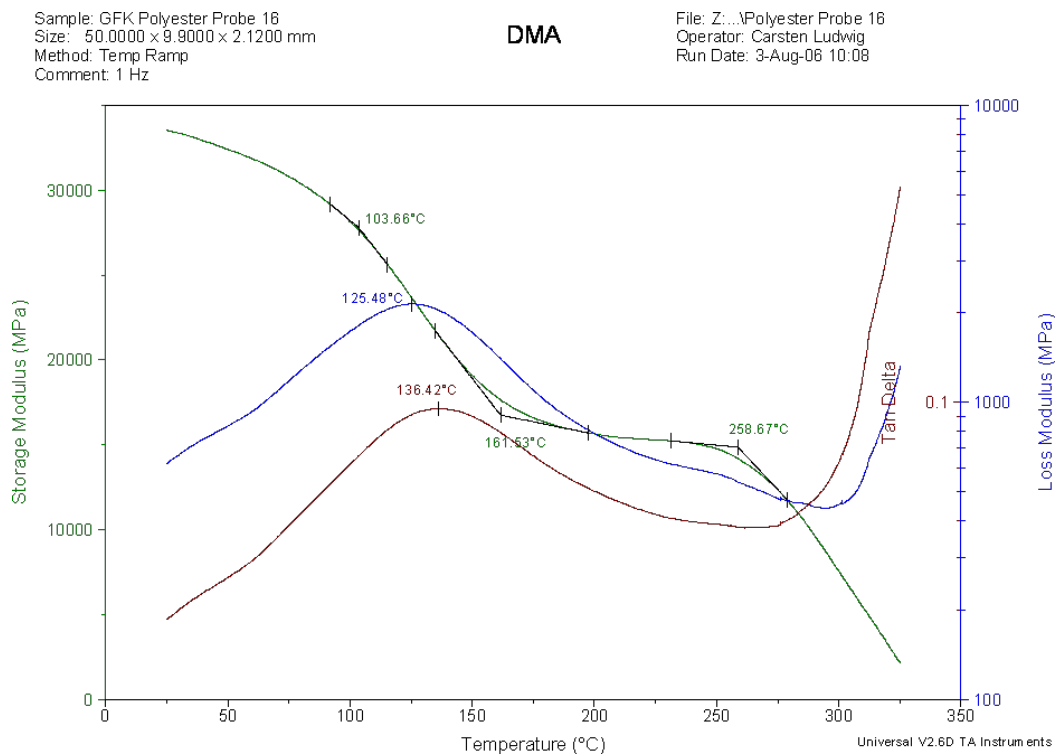
Temperaturbelastung: Abkühlen: von 25 °C bis 0 °C mit 3 K/min,
Haltezeit isotherm für drei Minuten bei 0 °C,
Aufheizung: von 0 °C bis 330 °C mit 3 K/min
Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 1 N

Ofenatmosphäre: Luft



Test-ID: 116 / 8/3/2006

Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz	
Methode:	Thermisches Messmodul:	DMA 2980 TA Instruments, Klemme: 3-Punkt-Biegung
	Probenherstellung:	Balken l = 60,03 mm, h = 2,12 mm, b = 9,9 mm, Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: vor der Messung 2,30676 g, nach der Messung 2,03311 g, Massenverlust: 0,27365 g, Probe 16
	Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
	Temperaturbelastung:	Abkühlen: von 25 °C bis 0 °C mit 3 K/min, Haltezeit isotherm für drei Minuten bei 0 °C, Aufheizung: von 0 °C bis 330 °C mit 3 K/min Frequenz 1 Hz, Amplitude 10 µm, Vorkraft 1 N
	Ofenatmosphäre:	Luft



Test-ID: 117 / 8/3/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

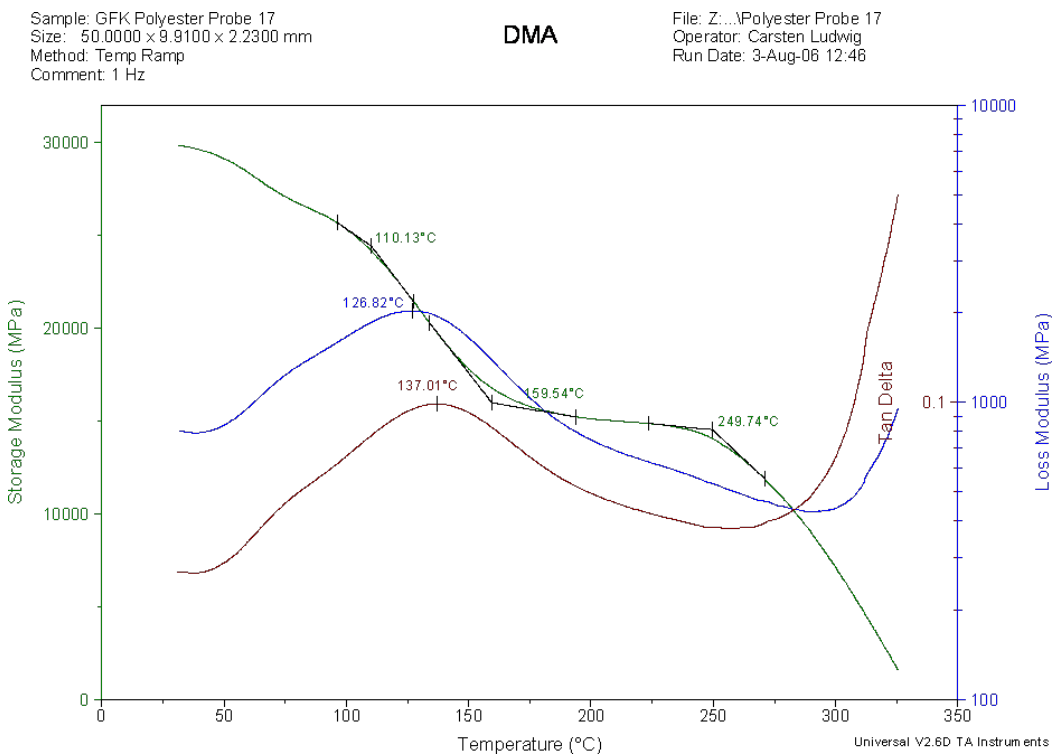
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,08 mm, h = 2,23 mm,
b = 9,91 mm,
Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe
aus einem Profil IPE 160,
Masse: vor der Messung 2,43526 g,
nach der Messung 2,14039 g,
Massenverlust: 0,29487 g,
Probe 17

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Abkühlen: von 25 °C bis 0 °C mit 3 K/min,
Haltezeit isotherm für drei Minuten bei 0 °C,
Aufheizung: von 0 °C bis 330 °C mit 3 K/min
Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 1 N

Ofenatmosphäre: Luft



Test-ID: 118 / 8/3/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

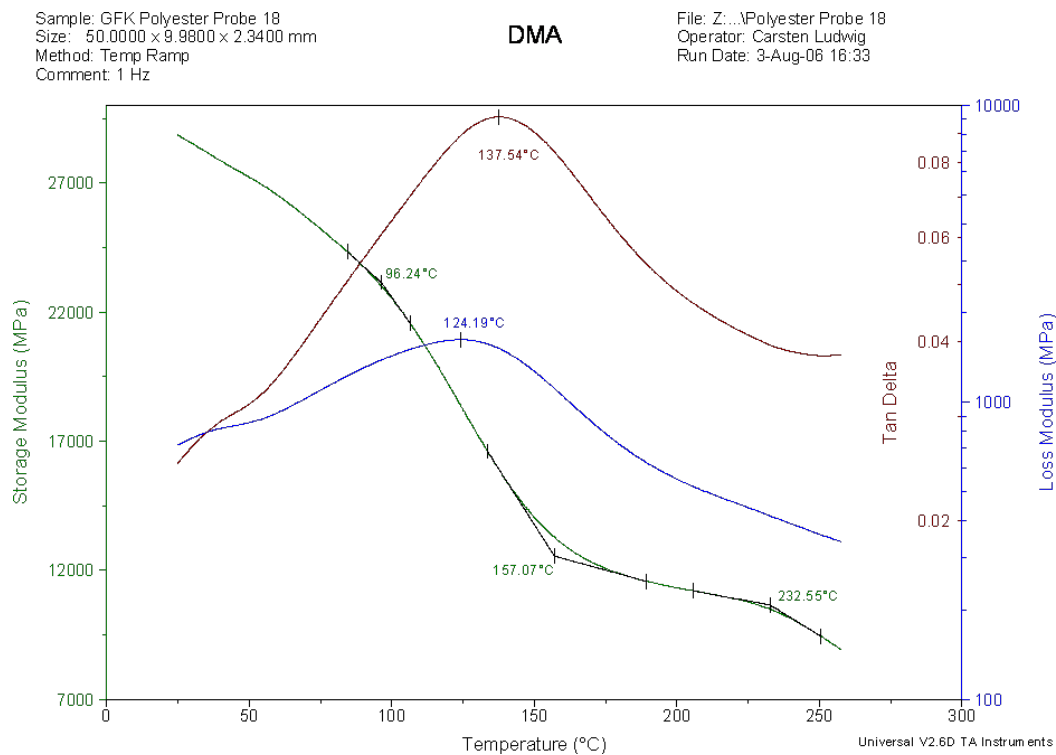
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,06 mm, h = 2,34 mm,
b = 9,98 mm,
Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe
aus einem Profil IPE 160,
Masse: vor der Messung 2,49618 g,
nach der Messung 2,45696 g,
Massenverlust: 0,03922 g,
Probe 18

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Abkühlen: von 25 °C bis 0 °C mit 3 K/min,
Haltezeit isotherm für drei Minuten bei 0 °C,
Aufheizung: von 0 °C bis 260 °C mit 3 K/min
Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft



Test-ID: 119 / 8/7/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

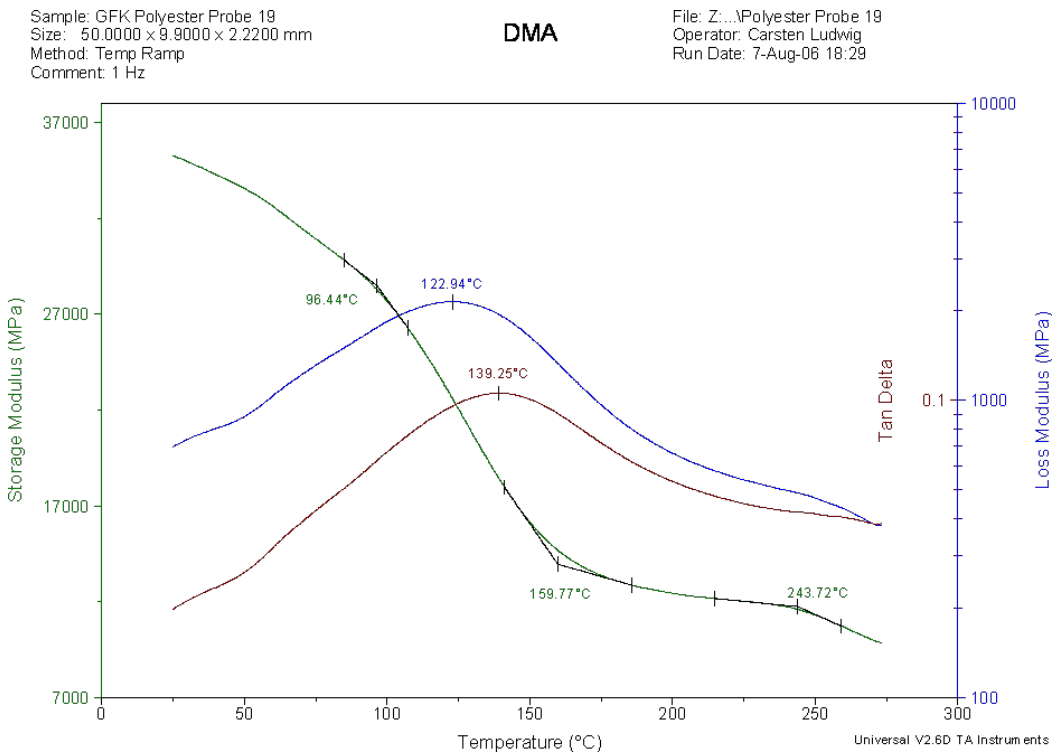
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,08 mm, h = 2,22 mm,
b = 9,90 mm,
Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe
aus einem Profil IPE 160,
Masse: vor der Messung 2,39560 g,
nach der Messung 2,32262 g,
Massenverlust: 0,07298 g,
Probe 19

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Abkühlen: von 25 °C bis 0 °C mit 3 K/min,
Haltezeit isotherm für drei Minuten bei 0 °C,
Aufheizung: von 0 °C bis 275 °C mit 3 K/min
Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft



Test-ID: 120 / 8/29/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

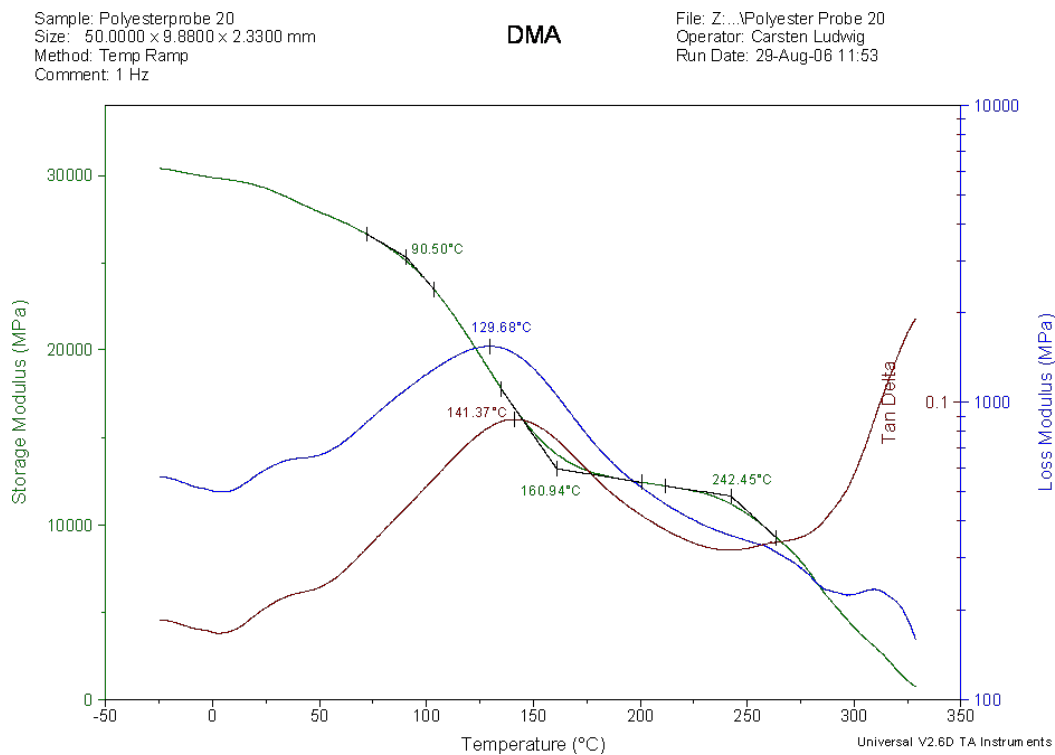
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,05 mm, h = 2,33 mm,
b = 9,88 mm,
Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe
aus einem Profil IPE 160,
Masse: vor der Messung 2,59461 g,
nach der Messung 2,17555 g,
Massenverlust: 0,41906 g,
Probe 20

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Abkühlen: von 0 °C bis -50 °C mit 3 K/min,
Haltezeit isotherm für drei Minuten bei
-50 °C, Aufheizung: von -50 °C bis 330 °C
mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft



Test-ID: 115 / 8/30/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

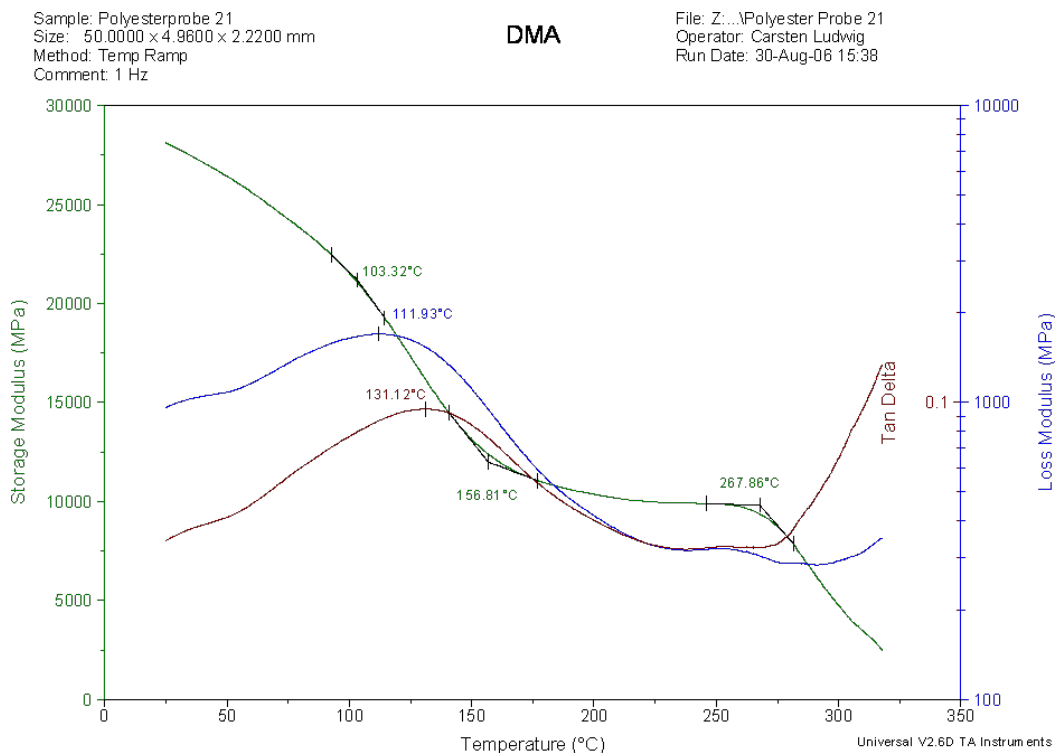
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 59,90 mm, h = 2,22 mm,
b = 4,96 mm,
Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe
aus einem Profil IPE 160,
Masse: vor der Messung 1,14640 g,
nach der Messung 1,00454 g,
Massenverlust: 0,14186 g,
Probe 21

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Abkühlen: von 25 °C bis 0 °C mit 3 K/min,
Haltezeit isotherm für drei Minuten bei 0 °C,
Aufheizung: von 0 °C bis 330 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

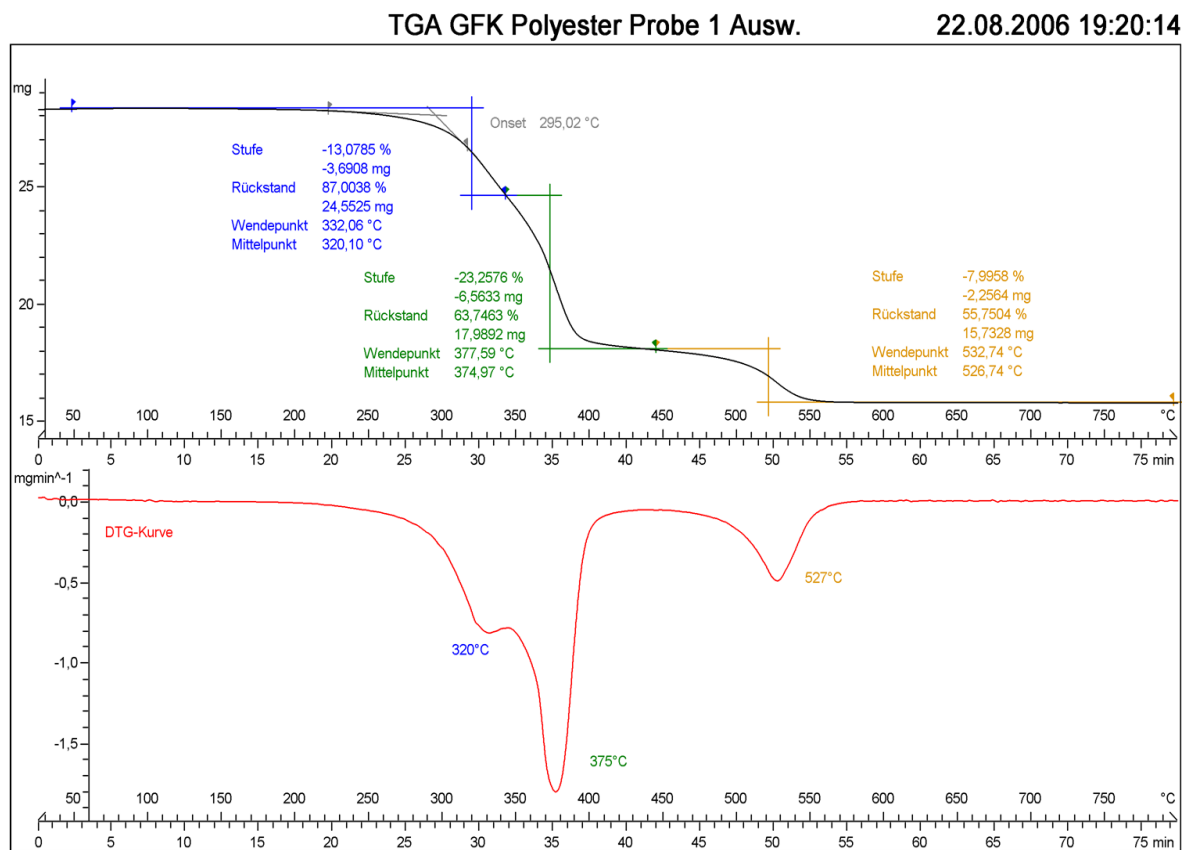
Ofenatmosphäre: Luft



A.2.3 TGA/TGA-FTIR

Test-ID: 005 / 7/18/2006

Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz	
Methode:	Thermisches Messmodul:	TGA/SDTA 851°
	Tiegel:	Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
	Probenherstellung:	Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 28,22 mg, Probe 1
	Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
	Temperaturbelastung:	Aufheizung: von 20 °C bis 800 °C mit 10 K/min
	Ofenatmosphäre:	Luft, 50 ml/min



Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: 004 / 7/13/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851^e
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 30,63 mg, Probe 6

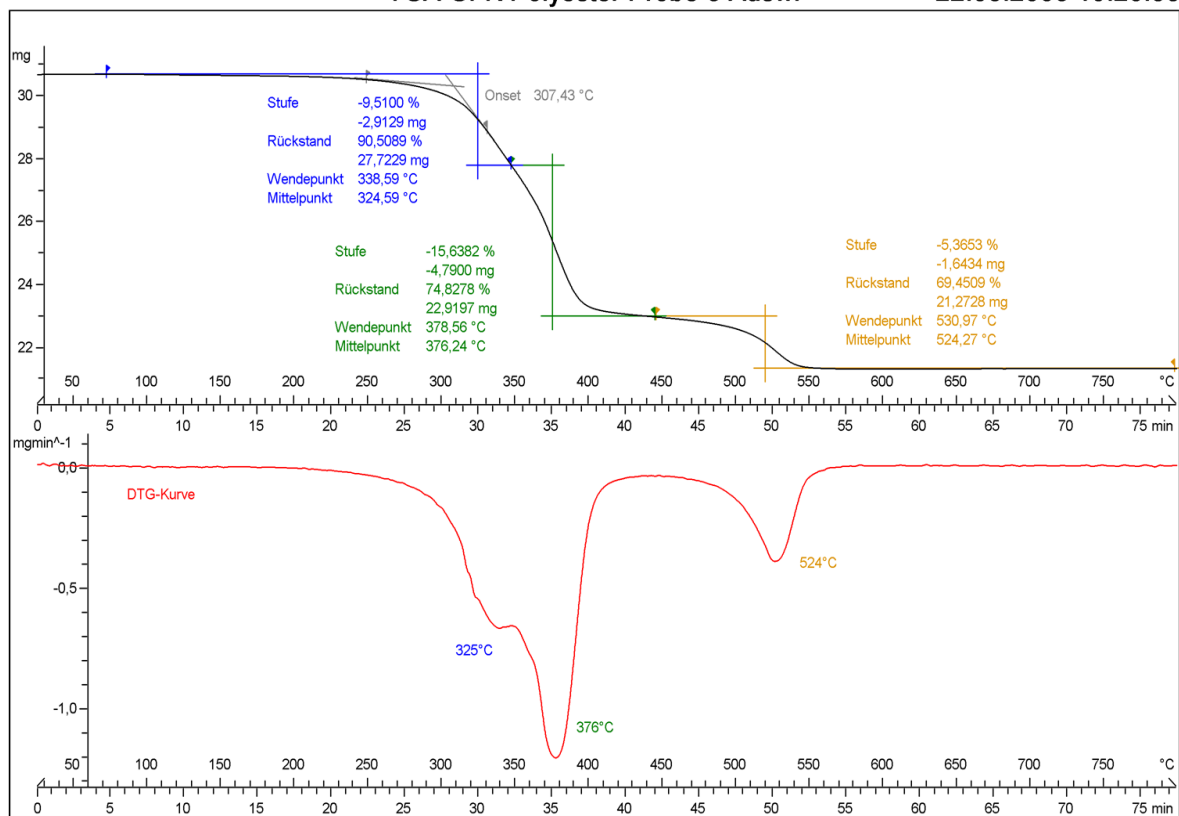
Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 20 °C bis 800 °C mit 10 K/min

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

TGA GFK Polyester Probe 6 Ausw.

22.08.2006 19:20:53



Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: 006 / 7/18/2006

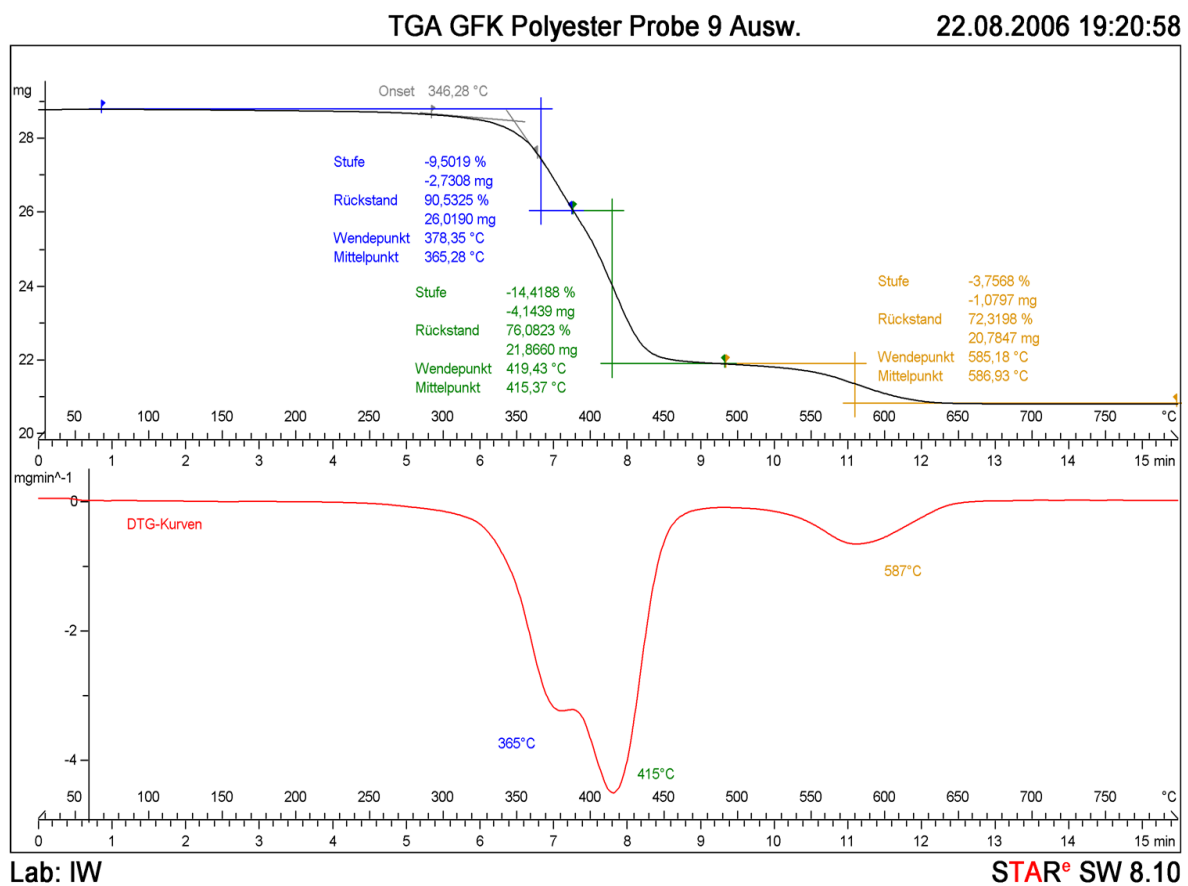
Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851^e
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 28,74 mg, Probe 9

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 20 °C bis 800 °C mit 50 K/min

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 001 / 7/12/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851^e
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 40,64 mg, Probe 12

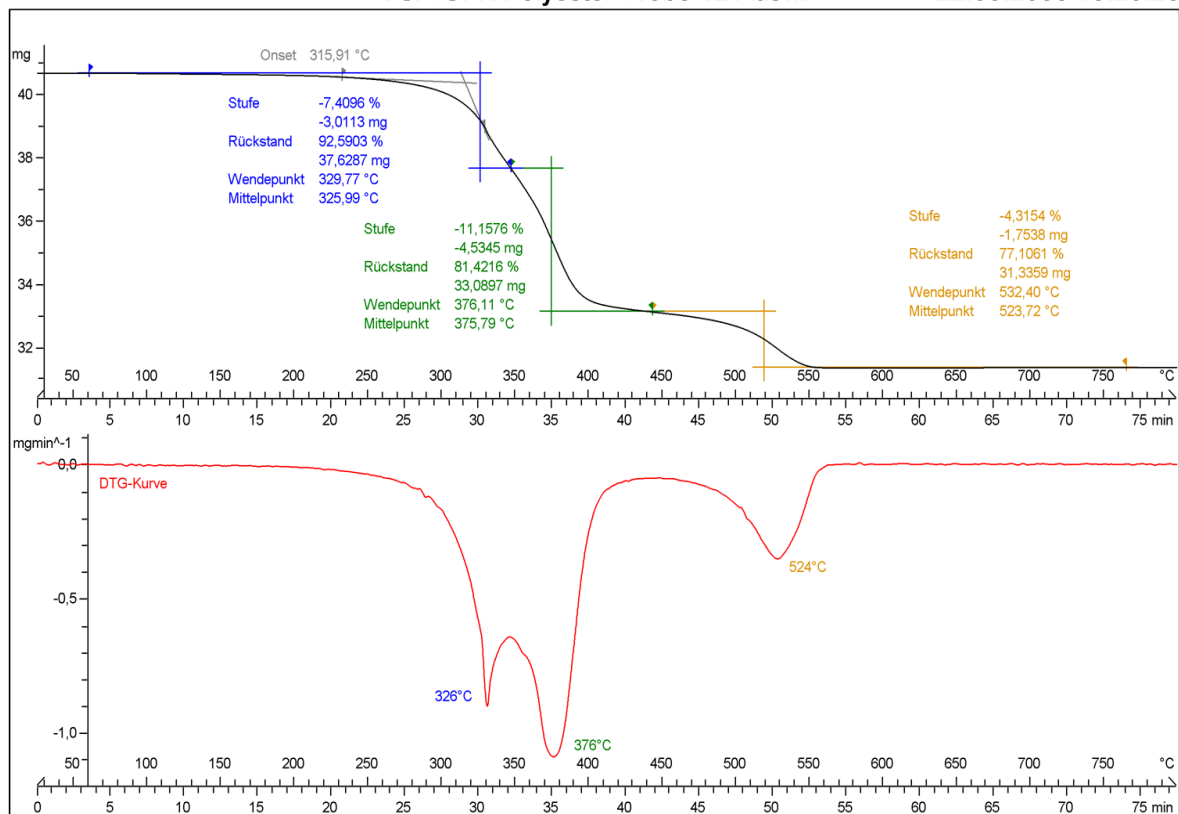
Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 20 °C bis 800 °C mit 10 K/min

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

TGA GFK Polyester Probe 12 Ausw.

22.08.2006 19:20:20



Lab: IW

STAR^e SW 8.10

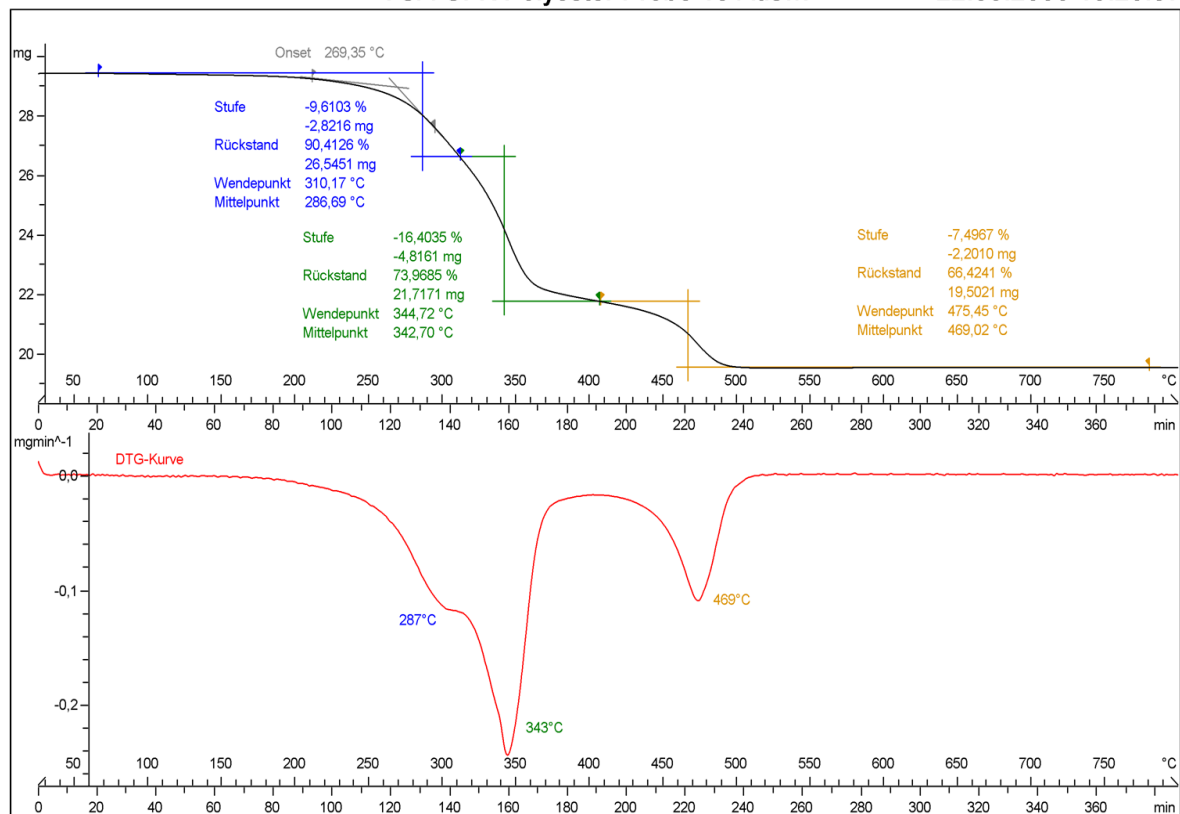
Test-ID: 007 / 7/18/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851^e
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 29,36 mg, Probe 13
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 20 °C bis 800 °C mit 2 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

TGA GFK Polyester Probe 13 Ausw.

22.08.2006 19:20:37



Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: 003 / 7/13/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851^e
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Stegvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 24,72 mg, Probe 15

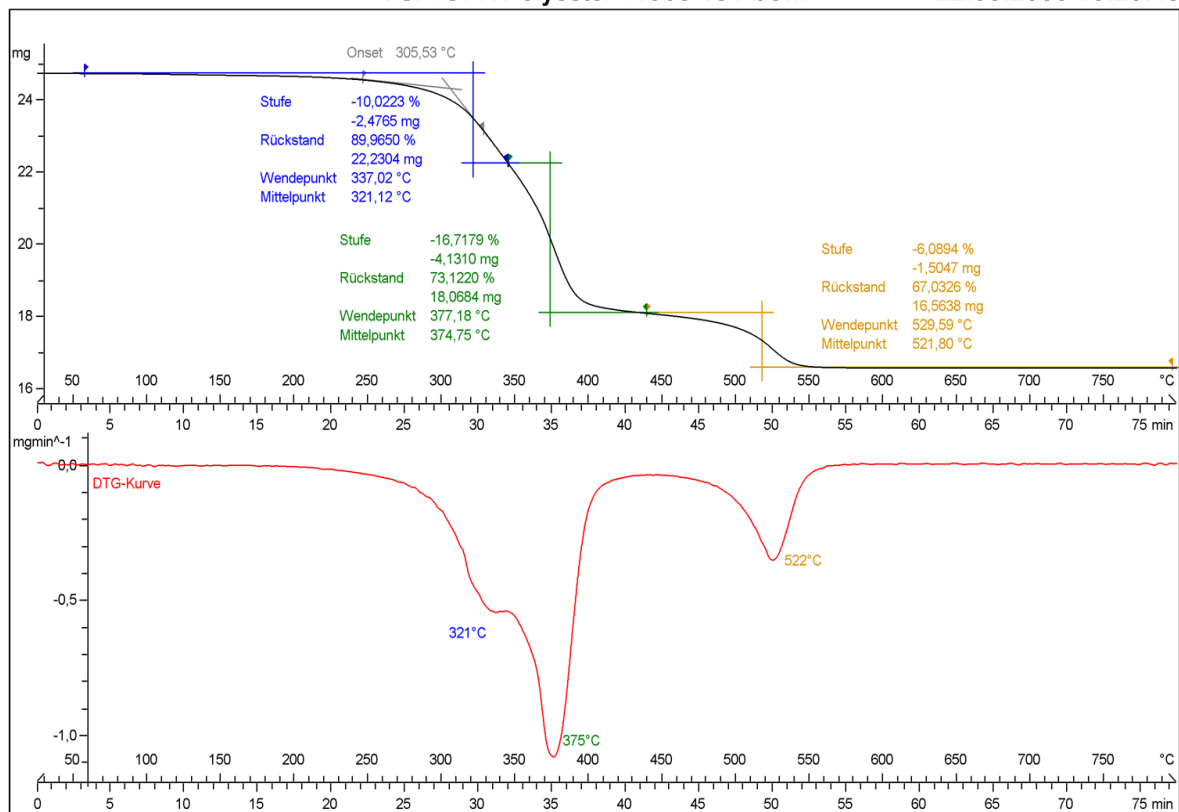
Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 20 °C bis 800 °C mit 10 K/min

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

TGA GFK Polyester Probe 15 Ausw.

22.08.2006 19:20:43



Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: 002 / 7/12/2006

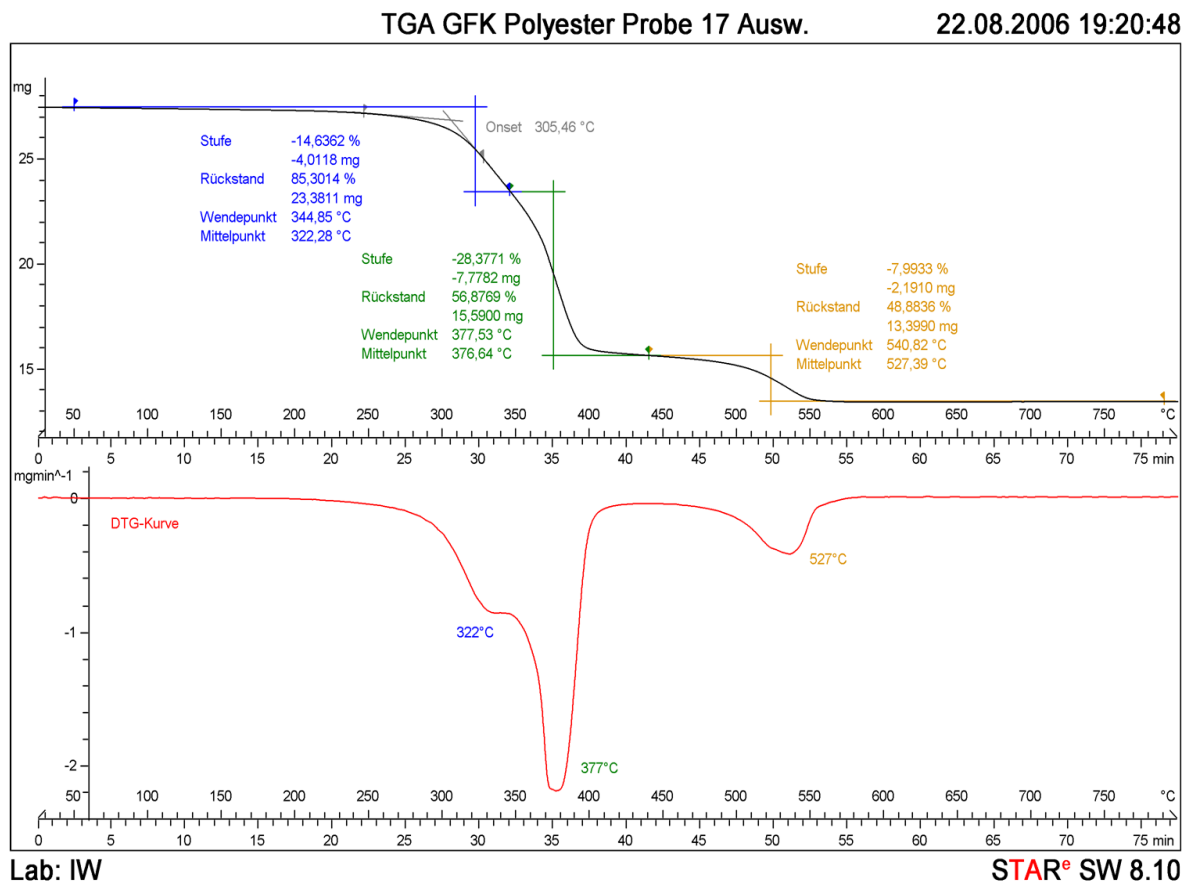
Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851°
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160,
 Masse: 27,41 mg,
 Probe 17

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 20 °C bis 800 °C mit 10 K/min

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



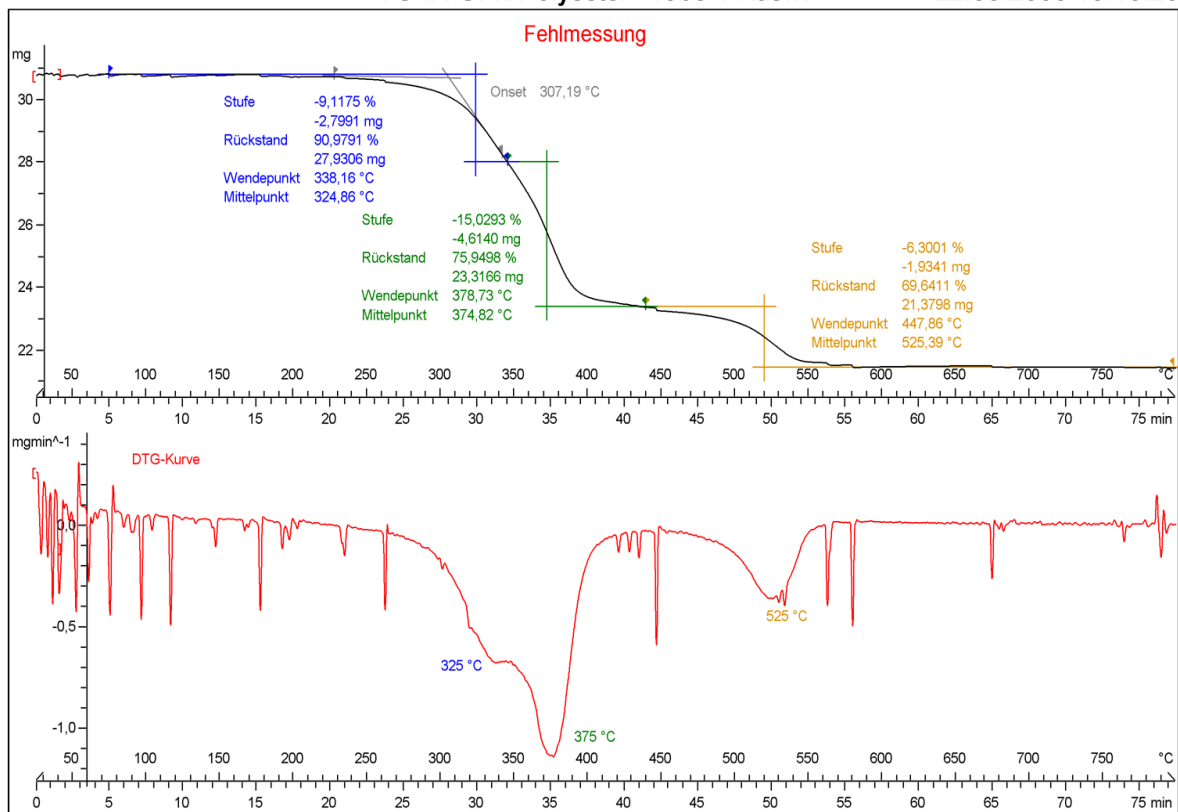
Test-ID: Messung 1 entspricht Probe 5 / 7/31/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851^e FTIR
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 30,70 mg, Probe 1
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 20 °C bis 800 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

TG-IR GFK Polyester Probe 1 Ausw.

22.08.2006 19:18:26



Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: Messung 2 / 7/31/2006

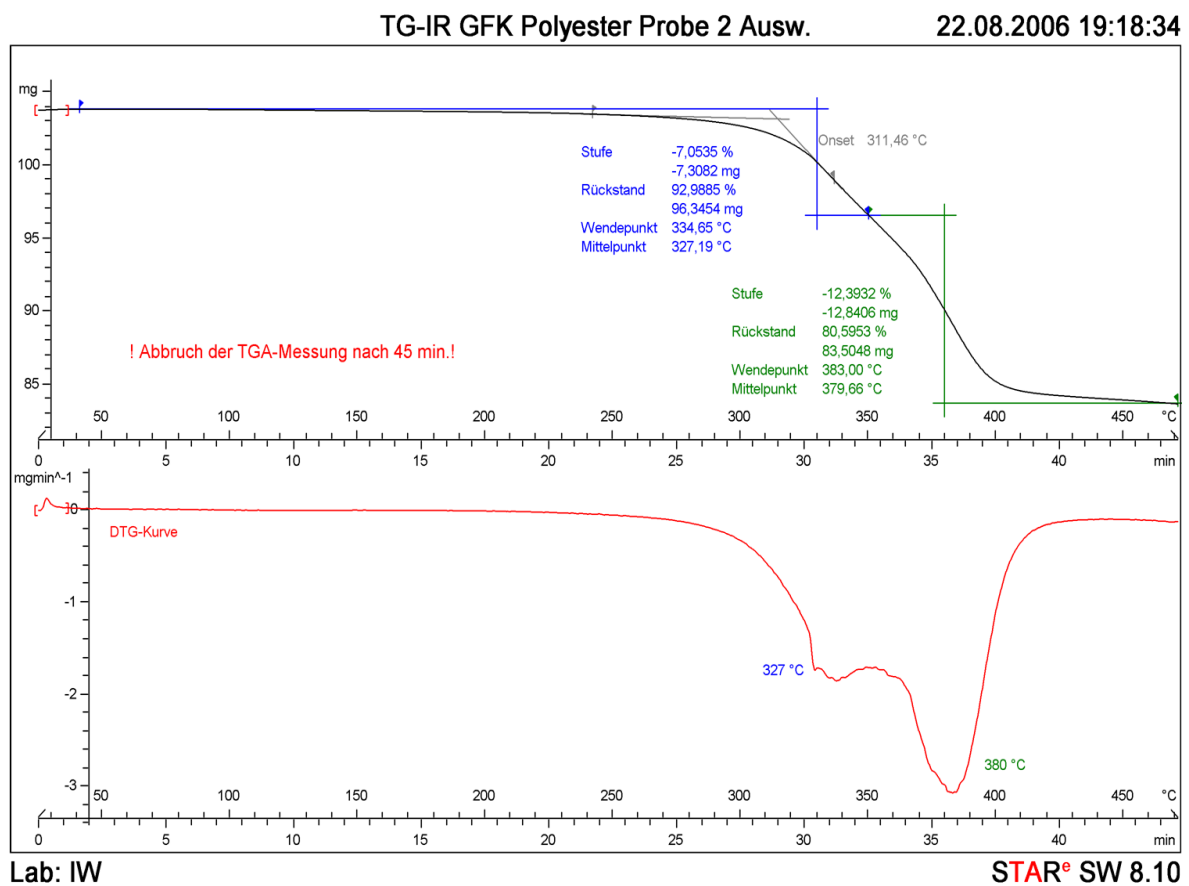
Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851° FTIR
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 103,61 mg, Probe 2

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 20 °C bis 550 °C mit 10 K/min

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



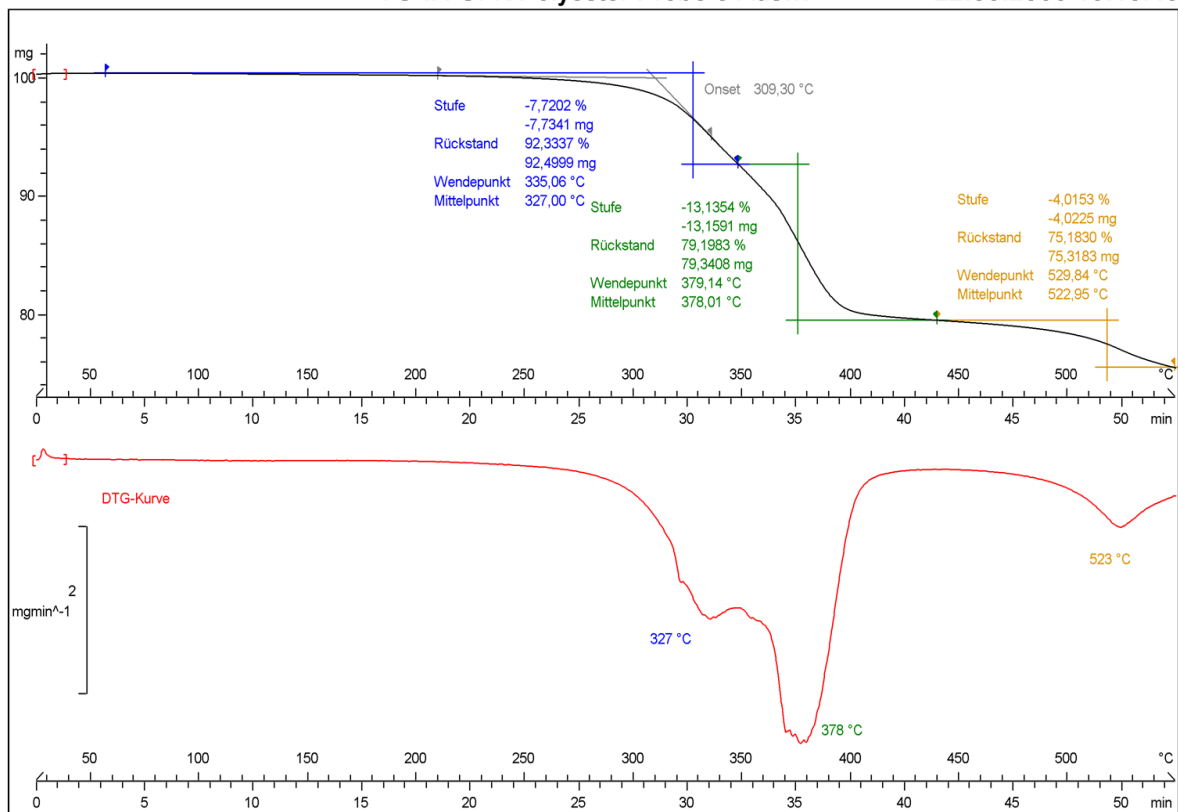
Test-ID: Messung 3 / 7/31/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851° FTIR
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160, Masse: 100,18 mg, Probe 3
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 20 °C bis 550 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

TG-IR GFK Polyester Probe 3 Ausw.

22.08.2006 19:18:40



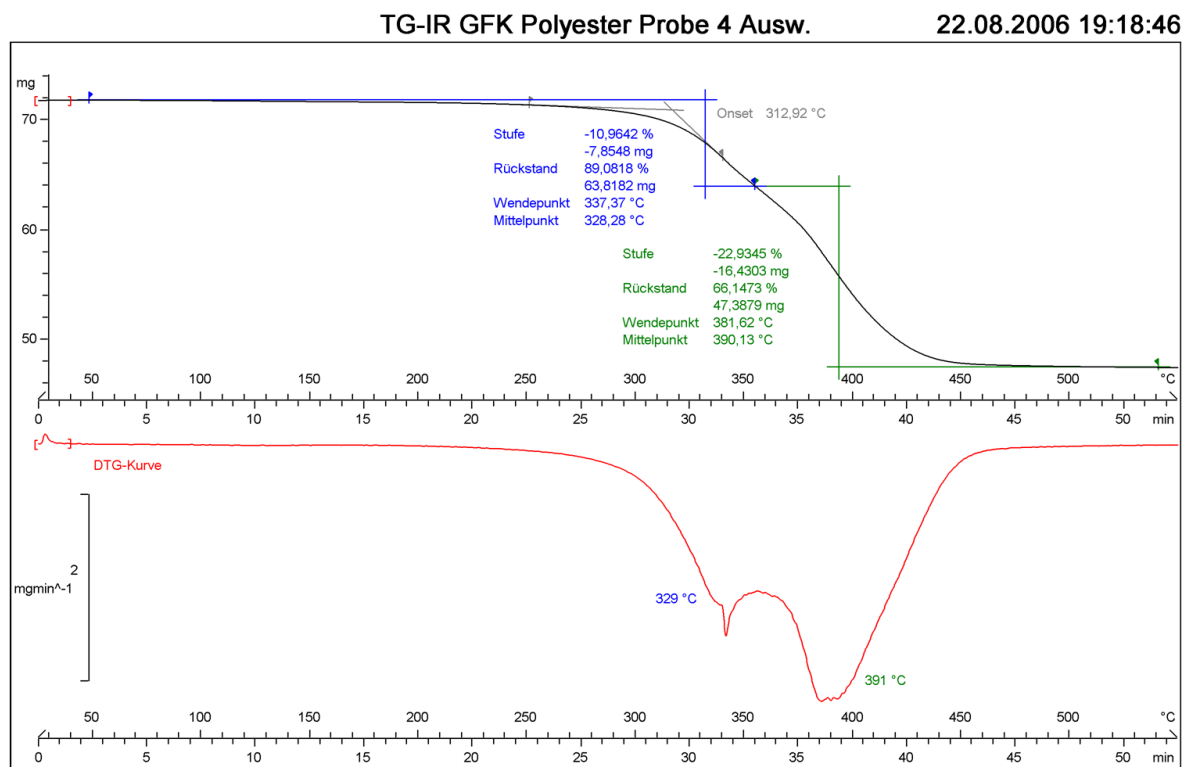
Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: Messung 4 / 8/1/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Polyesterharz

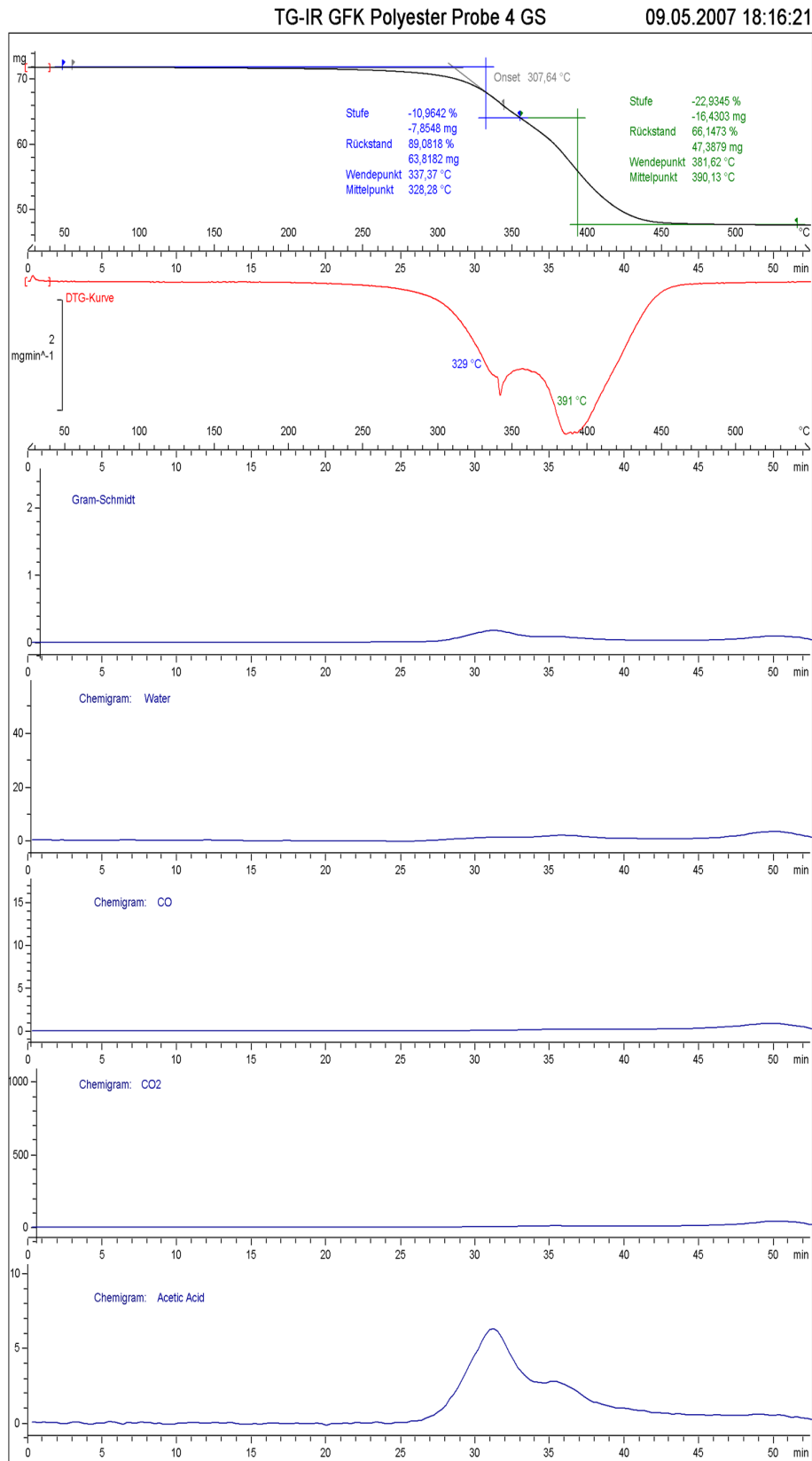
Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851° FTIR
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 160,
 Masse: 71,64 mg,
 Probe 4
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 20 °C bis 550 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: N₂, 50 ml/min

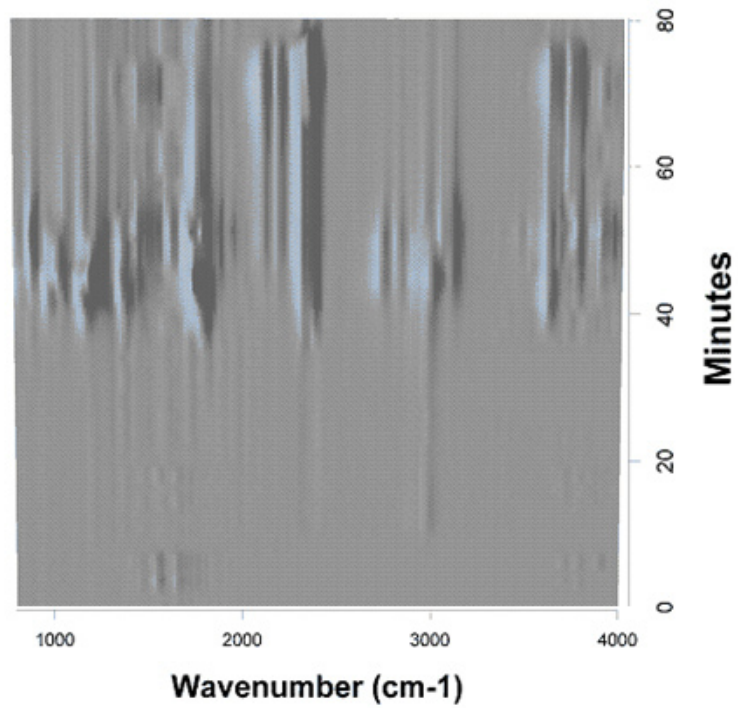
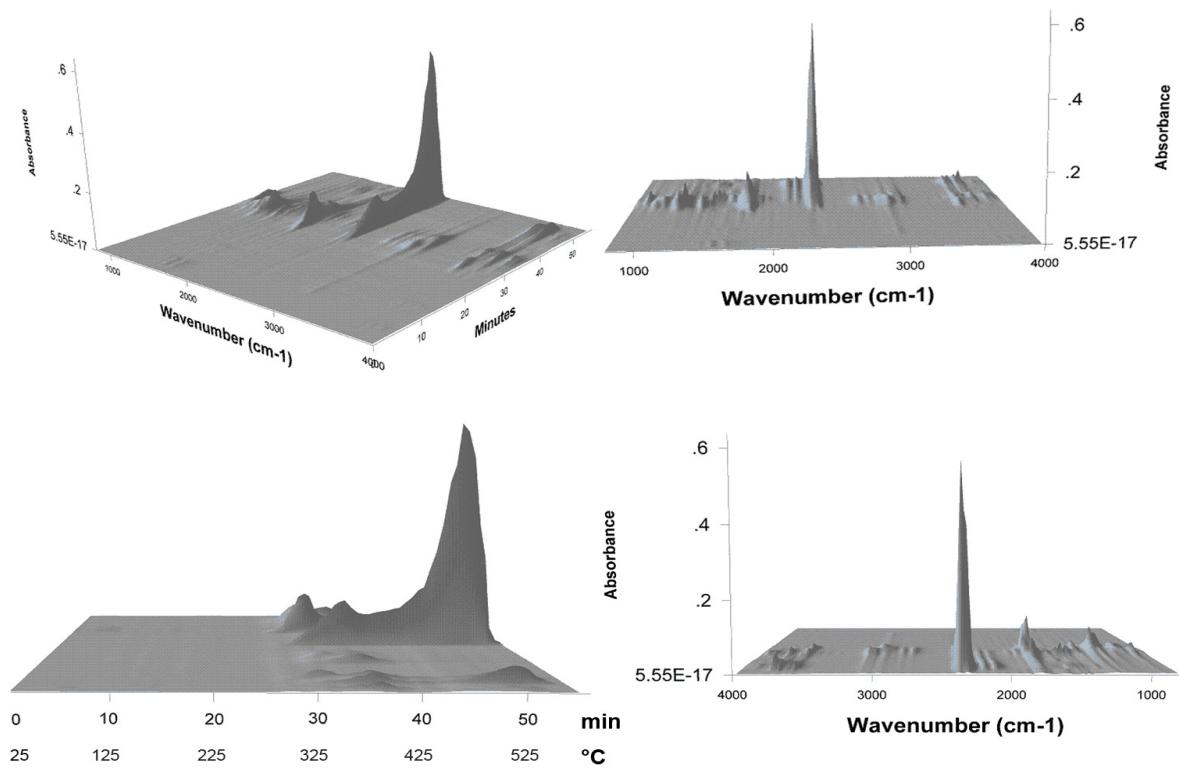


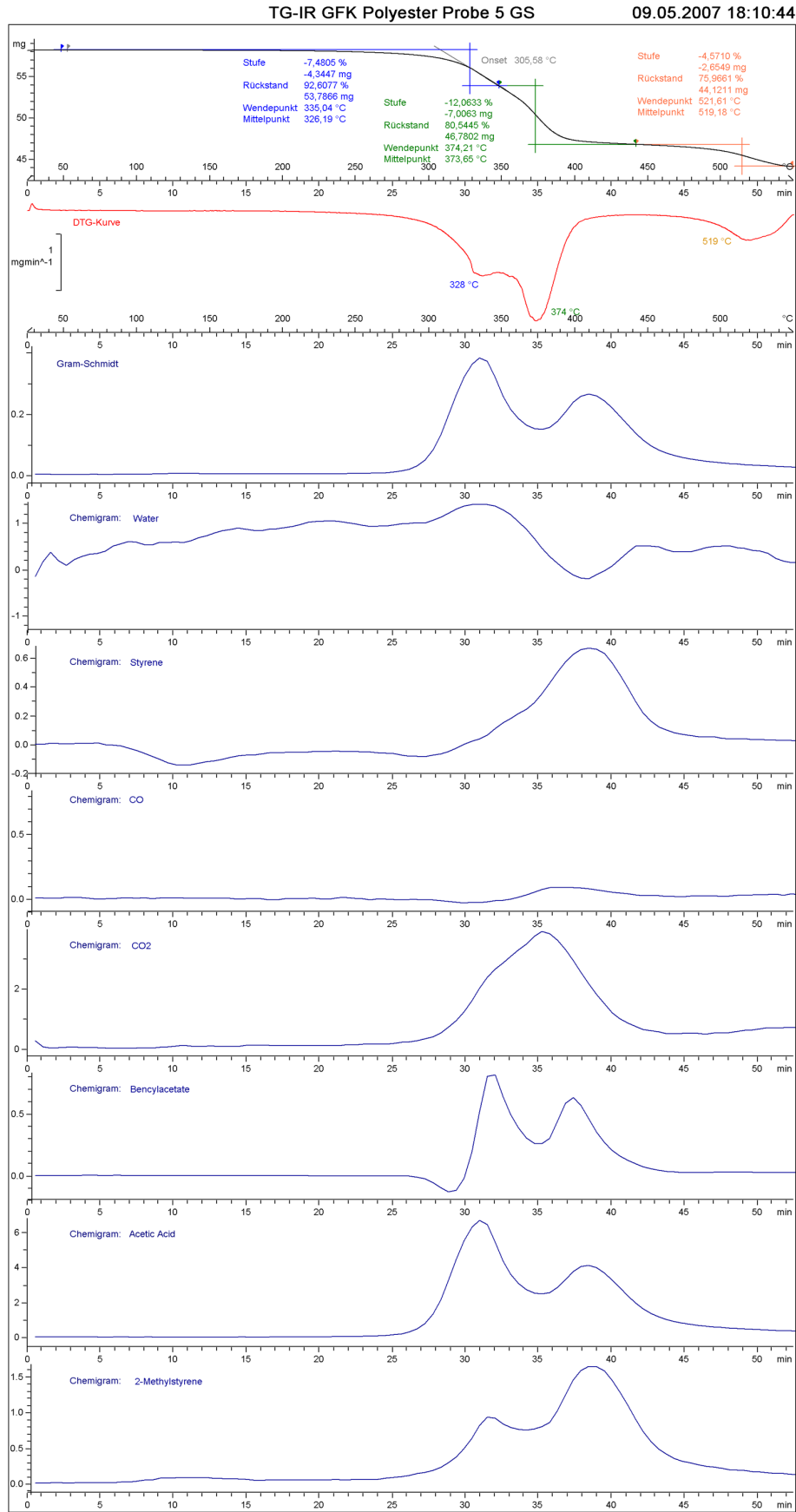
Lab: IW

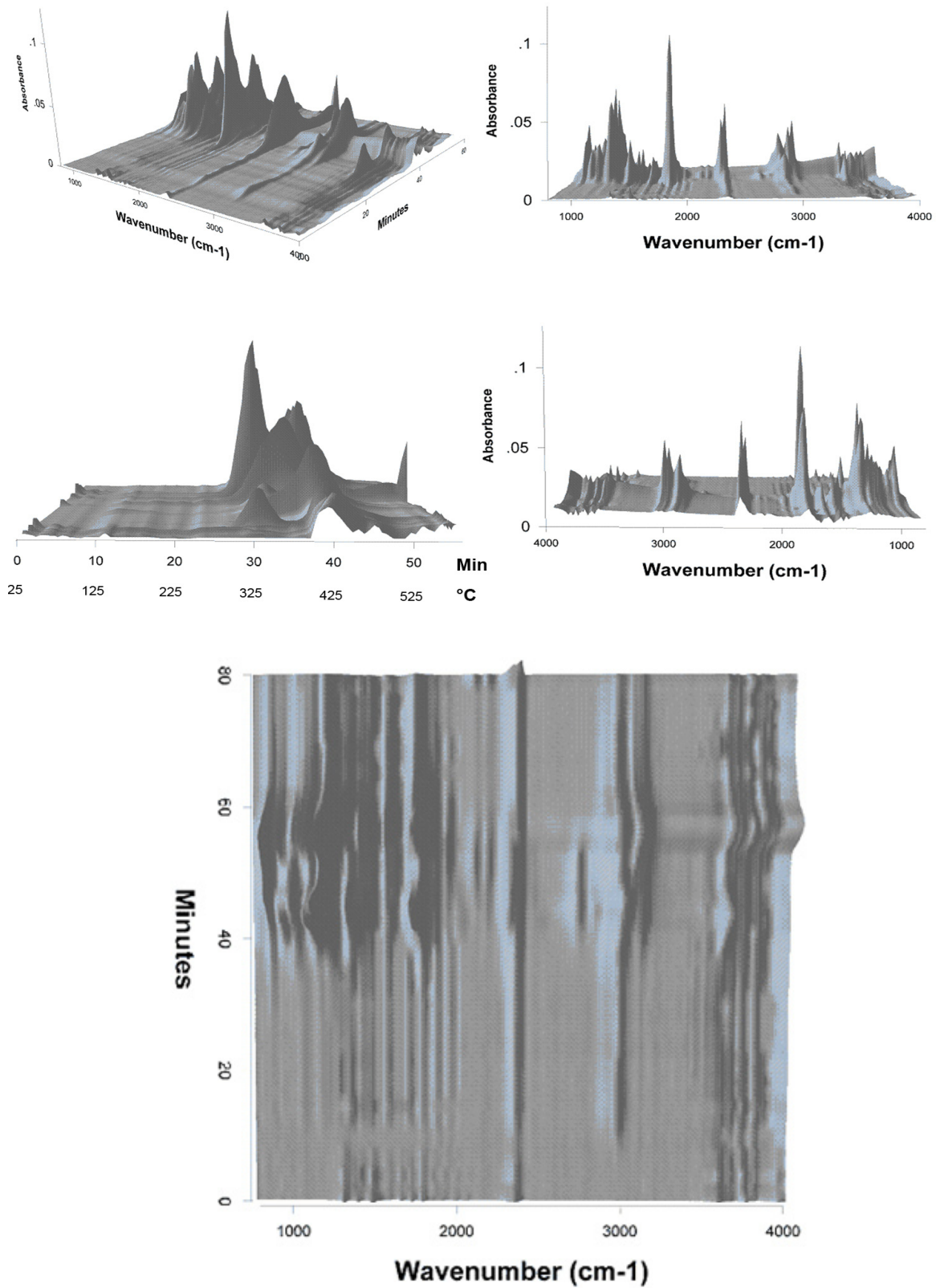
STAR^e SW 8.10

A.2.4 Chemigramme / 3D-Spektren









A.3 Übersicht der Versuchsauswertung

DSC Polyester												
Probennummer	Spülmedium	Heizrare	Heizlauf / Run	Integral I			Integral II			Tg I		
				Integral mJ	Integral normalised J/g	Peak °C	Integral mJ	Integral normalised J/g	Peak °C	Mittelpunkt °C	Δ cp J/gK	
3	○	●	1	-	-	-	953,35	26,80	349,73	68,80	0,103	
7	○	●	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			2	-	-	-	31,94	1,90	238,87	-	-	-
8	○	●	1	-8,68	-0,51	57,94	-	-	-	54,98	0,166	
			2	-5,82	-0,34	62,34	571,96	33,64	279,96	51,74	0,220	
10	○	●	1	-	-	-	-	-	-	60,22	0,045	
			2	-	-	-	87,29	4,96	322,21	-	-	
14	○	●	1	-	-	-	-	-	-	31,50	-	
			2	-	-	-	742,15	22,01	349,70	31,94	0,067	
16	●	●	1	-	-	-	-211,03	7,09	278,88	69,01	0,143	
			2	-	-	-	-1346,82	-45,27	349,09	64,99	0,047	
18	○	●	1	-	-	-	-	-	-	40,01	0,103	
			2	-	-	-	-	-	-	46,30	0,186	
19	○	●	1	-	-	-	-	-	-	73,61	0,111	
			2	-	-	-	106,71	3,45	224,87	84,72	0,016	
20	○	●	1	-	-	-	25060,00	4081,32	535,87	-	-	
21	○	●										

Versuchsbedingungen:

●	N ₂	●	2 K/min	1	Heizlauf 1
○	Luft	●	10 K/min	2	Heizlauf 2
		●	50 K/min	21	cp-Messung

DMA Polyester

Probennummer	Spülmedium	Heizräte	Probengeometrie	E'-Modul (RT)	E'-Modul (T _z)	E'-Modulverlust	max. tan δ - Temperatur	max. Verlustmodul - Temperatur	onset 2	maximale Prüftemperatur
			mm	N/mm ²	N/mm ²	%	°C	°C	°C	°C
1	○	●	60/10/2*							175
4	○	●	50/10/1	33194	21111	36,40	125,81	111,87	268,26	330
5	○	●	50/10/1	9783	-	-	129,29	89,98	-	330
6	○	●	50/10/1	37763	25789	31,71	133,39	128,28	261,17	330
11	○	●	50/5/2	28750	11727	59,21	134,09	122,55	257,30	290
12	○	●	50/5/2	30016	9666	67,80	139,27	120,37	265,32	320
13	○	●	50/5/2	18333	6371	65,25	136,50	119,11	269,16	330
14	○	●	50/5/2	22000	7000	68,18	130,13	111,39	274,03	330
15	○	●	50/10/2	22125	8750	60,45	123,78	113,72	269,00	330
16	○	●	50/10/2	33448	15000	55,15	136,42	125,48	258,67	330
17	○	●	50/10/2	29833	14666	50,84	137,01	126,82	249,74	330
18	○	●	50/10/2	29000	11000	62,07	137,54	124,19	232,55	260
19	○	●	50/10/2	35125	12220	65,21	139,25	122,94	243,72	275
20	○	●	50/10/2	30535	12169	60,15	141,37	129,68	242,45	330
21	○	●	50/5/2	28125	9687	65,56	131,12	111,93	267,86	330

Versuchsbedingungen:

○

●

Luft

3 K/min

RT

T_z

Raumtemperatur

Zersetzungstemperatur

* Master

TGA Polyester

Probennummer	Spülmedium	Heizräte	Onset °C	Stufe I			Stufe II			Stufe III			maximale Prüf- temperatur °C
				Rückstand	Mittelpunkt	Abbau	Rückstand	Mittelpunkt	Abbau	Rückstand	Mittelpunkt	Abbau	
				Gew.-%	°C	mg	Gew.-%	°C	mg	Gew.-%	°C	mg	
1	○	●	295,02	87,0038	320,10	3,6908	63,7463	374,97	6,5633	55,7504	526,74	2,2564	800
6	○	●	307,43	90,5089	324,59	2,9129	74,8278	376,24	4,7900	69,4509	524,27	1,6434	800
9	○	●	346,28	90,5325	365,28	2,7308	76,0823	415,37	4,1439	72,3198	586,93	1,0797	800
12	○	●	315,91	92,5903	325,99	3,0113	81,4216	375,79	4,5345	77,1061	523,72	1,7538	800
13	○	●	269,35	90,4126	286,69	2,8216	73,9685	342,70	4,8161	66,4241	469,02	2,2010	800
15	○	●	305,53	89,9650	321,12	2,4765	73,1220	374,75	4,1310	67,0326	521,80	1,5047	800
17	○	●	305,46	85,3014	322,28	4,0118	56,8769	376,64	7,7782	48,8836	527,39	2,1910	800

TG-IR Polyester

2	○	●	311,46	92,9885	327,19	7,3082	80,5953	379,66	12,8406	Abbruch der TGA-Messung nach 45 min			
3	○	●	309,30	92,3337	327,00	7,7341	79,1983	378,01	13,1591	75,1830	522,95	4,0225	550
4	●	●	312,92	89,0818	328,28	7,8548	66,1473	390,13	16,4303	-	-	-	550
5	○	●	311,14	92,6077	326,19	4,3447	80,5445	373,65	7,0063	75,9661	519,18	2,6549	550

Versuchsbedingungen:

● N₂ ● 2 K/min
○ Luft ● 10 K/min
 ● 50 K/min

B.

Glasfaserverstärktes Vinylesterharz



B GF-Vinylesterharz

B.1 Überblick der Untersuchungsmethoden

Versuchsergebnisse Vinylester

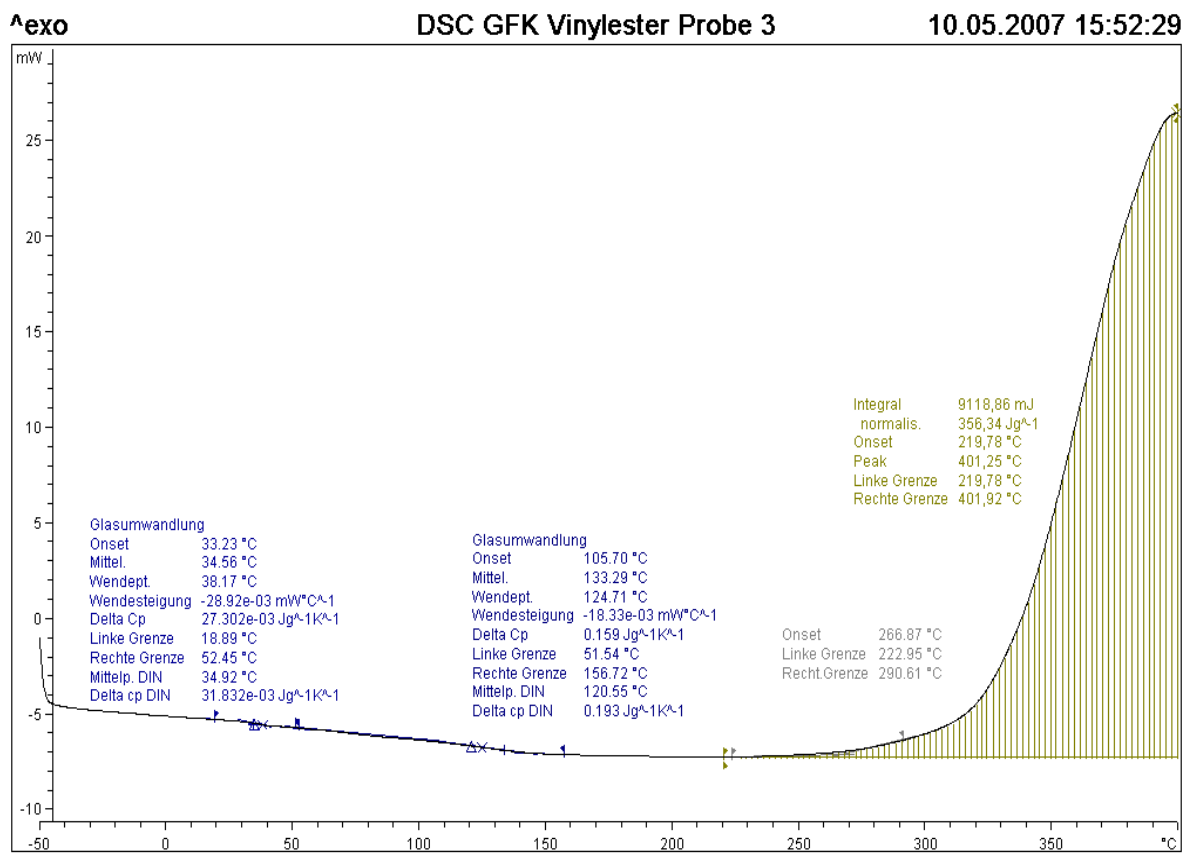
Probenr.	Thermische Methode						Optische Methode		Eigenschaftsbestimmungen					
	DSC	TGA	TG FTIR	DMA	LFA	Spektroskopie	Mikroskopie	REM	Glasübergang	thermische Zersetzung	oxidativer Abbau	spez. Wärmekapazität	G, E-Modul, Steifigkeit	andere Eigenschaften
3	●								●					
4	●								●					●
5	●								●					●
6	●								●					●
11	●								●					
12	●									●	●			●
13	●													
1				●					●				●	
2				●					●				●	
3				●					●				●	
4				●					●				●	
5				●					●	●			●	
7				●					●				●	●
8				●					●				●	●
9				●					●				●	●
10				●					●				●	●
1		●								●	●			
2		●								●	●			
7		●								●	●			
8		●								●	●			●
9		●								●	●			●
10		●								●				●
1			●			●								
2			●			●				●				●
4			●			●				●	●			
5			●			●				●	●			
6			●			●				●				●

B.2 Vinylester - Ergebnissammlung

B.2.1 DSC

Test-ID: 003 / 8/17/2006

Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz	
Methode:	Thermisches Messmodul:	DSC 822 ^e
	Tiegel:	Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
	Probenherstellung:	Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 25,59 mg, Probe 3
	Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
	Temperaturbelastung:	Aufheizung: von -50 °C bis 400 °C mit 10 K/min
	Ofenatmosphäre:	Luft, 50 ml/min



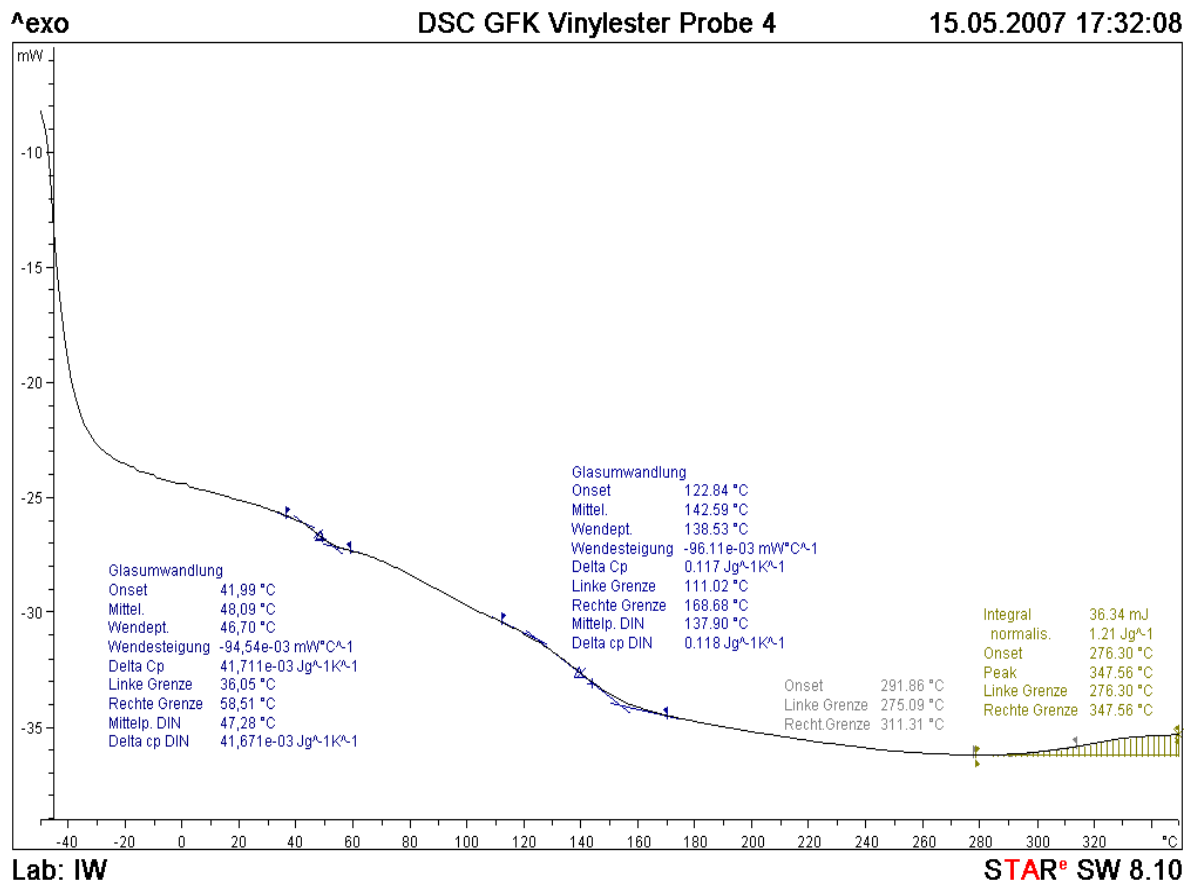
Lab: IW

STAR[®] SW 8.10

Test-ID: 004 / 8/17/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

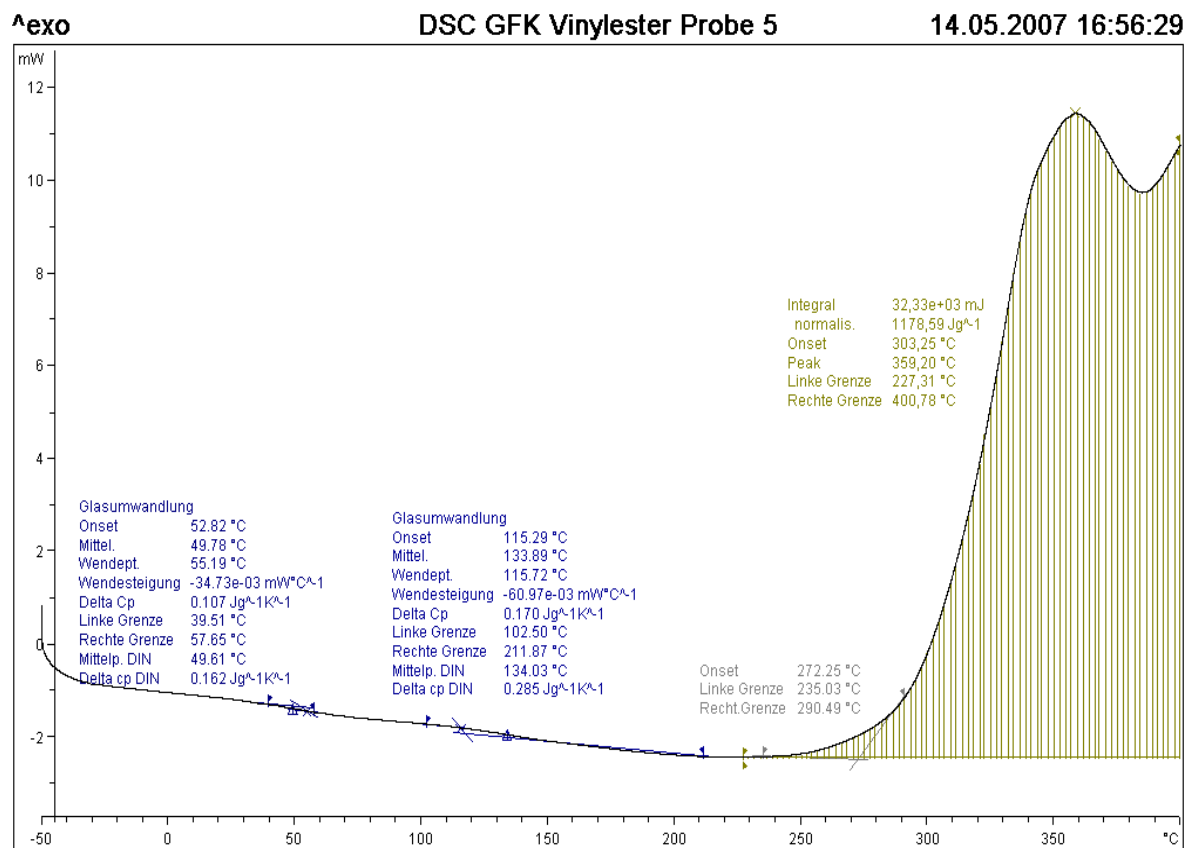
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 29,92 mg, Probe 4
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 350 °C mit 50 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 005 / 8/19/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

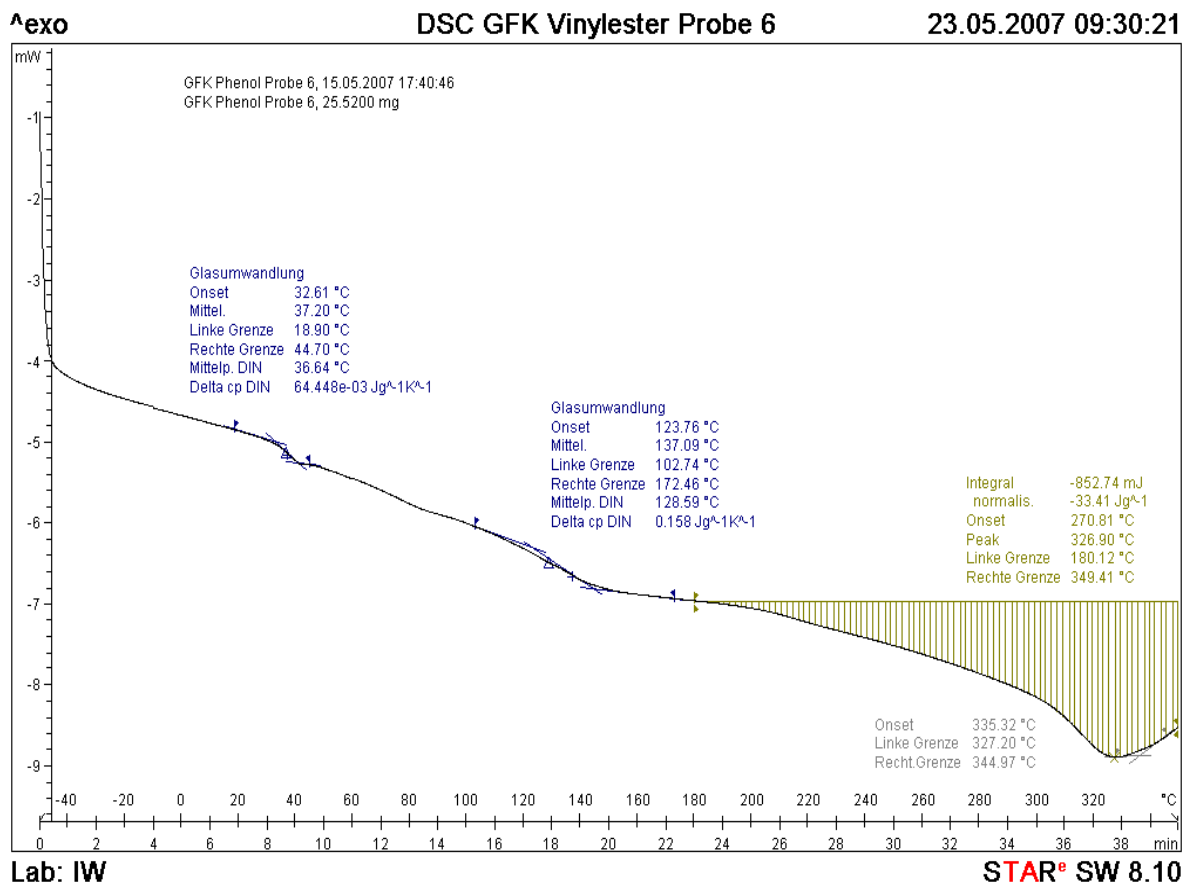
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822°
 Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 27,43 mg, Probe 5
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 400 °C mit 2 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 006 / 8/19/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

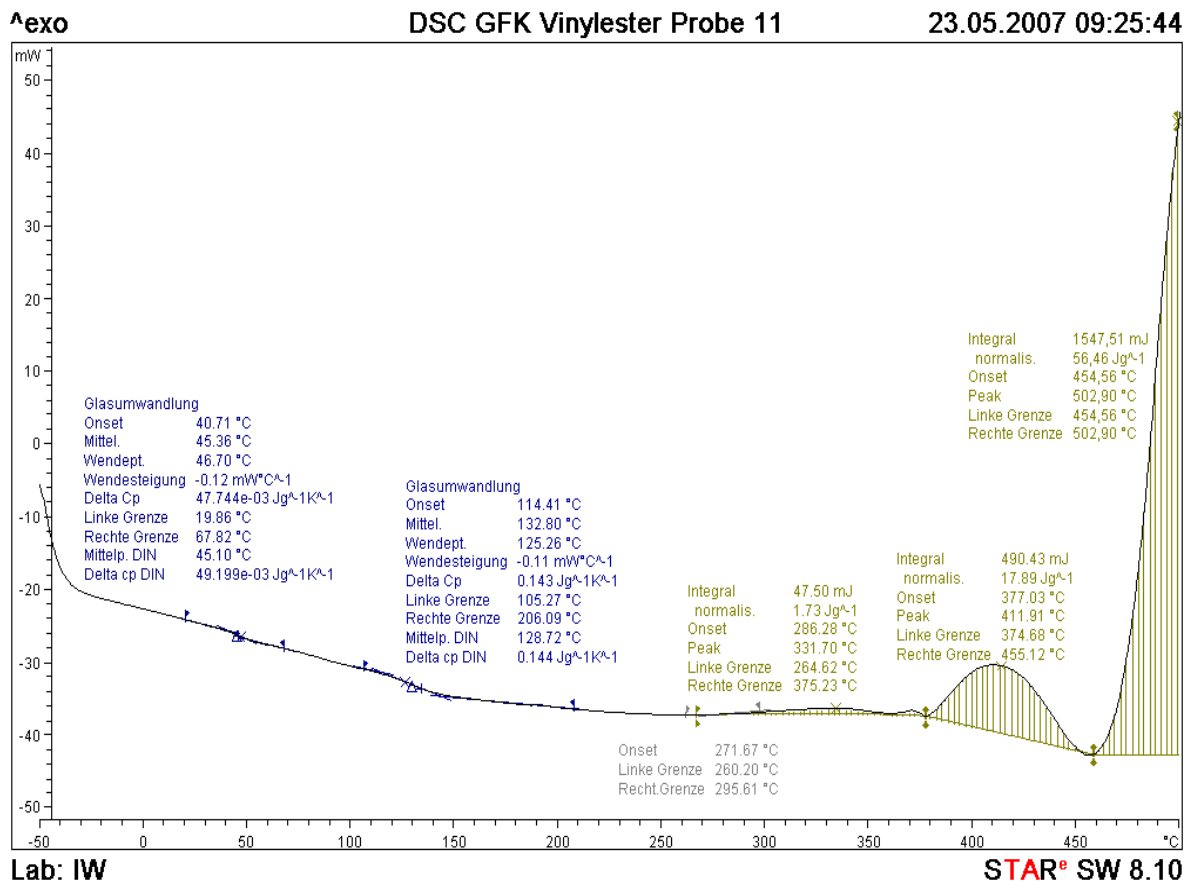
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 25,52 mg, Probe 6
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 350 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: N₂, 50 ml/min



Test-ID: 011 / 8/20/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

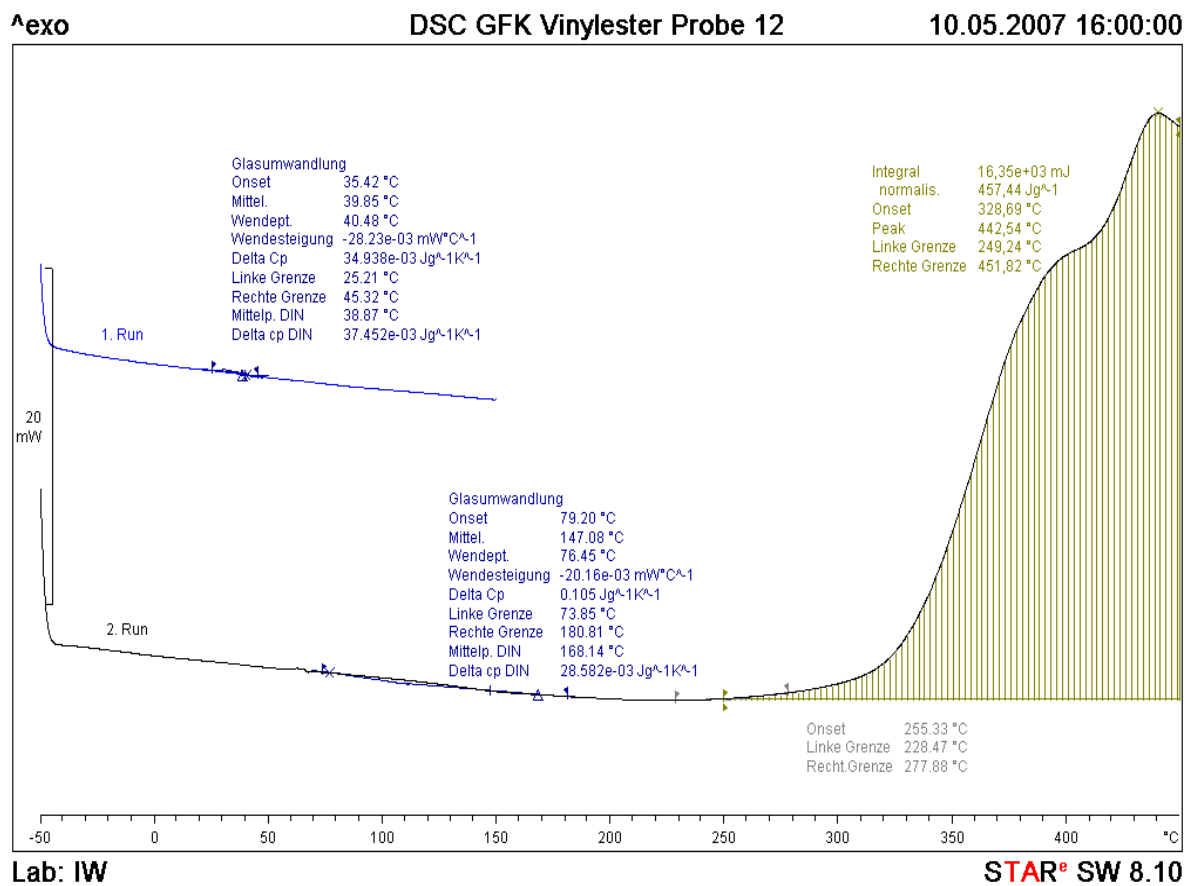
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 27,41 mg, Probe 11
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 500 °C mit 50 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 012 / 8/21/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

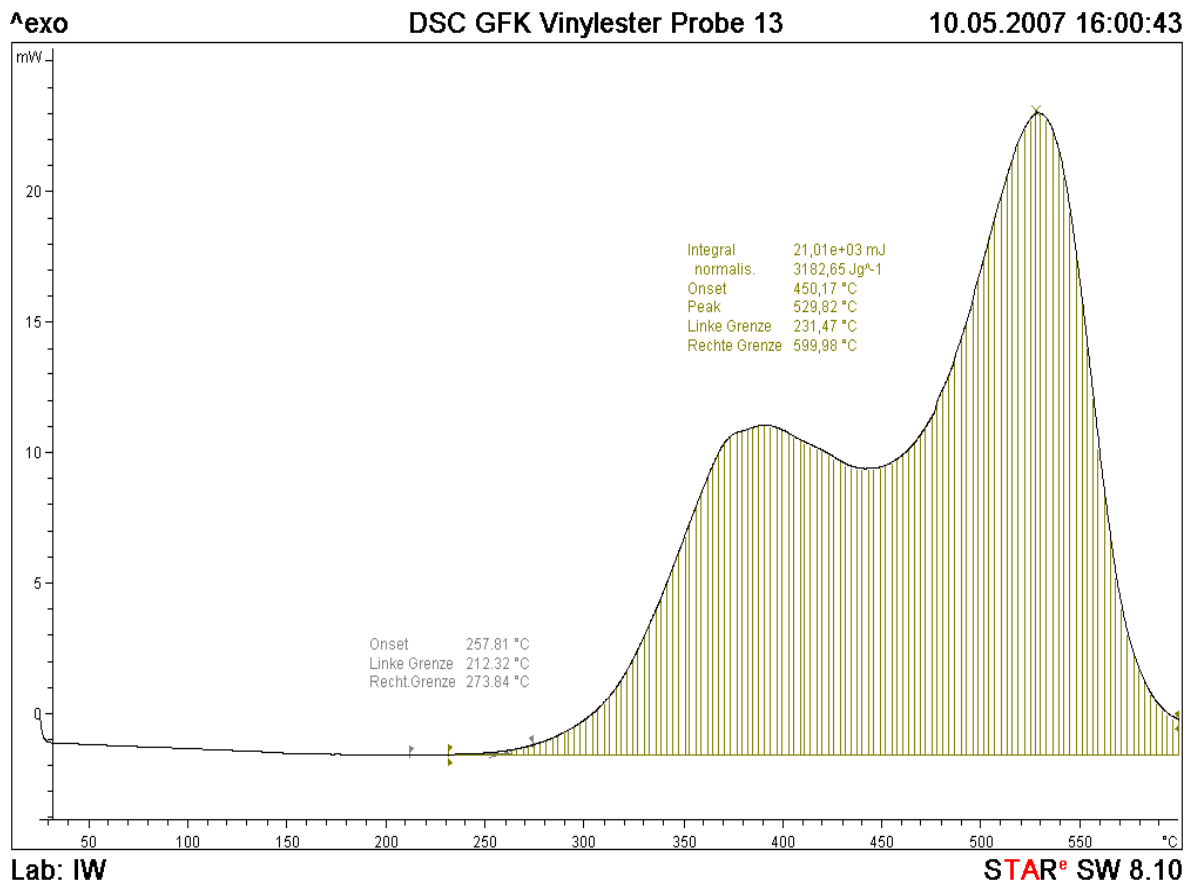
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 35,75 mg, Probe 12
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 150 °C mit 10 K/min, von 150 °C bis -50 °C mit -10 K/min, von -50 °C bis 450 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: NEU / 5/16/2007

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

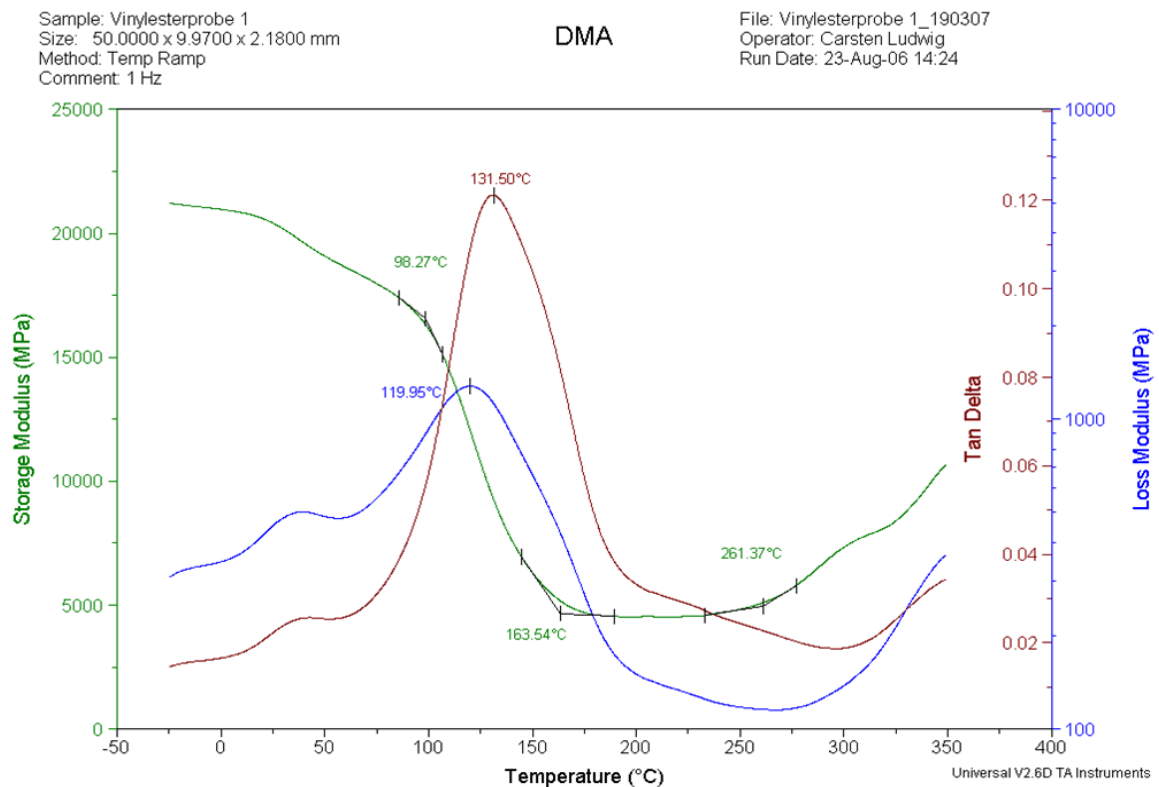
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822°
Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 6,50 mg, Probe 13
Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 600 °C mit 10 K/min
Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



B.2.2 DMA

Test-ID: 101 / 8/23/2006

Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz	
Methode:	Thermisches Messmodul:	DMA 2980 TA Instruments, Klemme: 3-Punkt-Biegung
	Probenherstellung:	Balken l = 60,07 mm, h = 2,18 mm, b = 9,97 mm, Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis- scheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: vor der Messung 209,594 mg, nach der Messung 188,458 mg, Massenverlust: 21,136 mg, Probe 1
	Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
	Temperaturbelastung:	Aufheizung: von -50 °C bis 350 °C mit 3 K/min, Frequenz 1 Hz, Amplitude 10 µm, Vorkraft 0,01 N, 150 %
	Ofenatmosphäre:	Luft, 50 ml/min



Test-ID: 102 / 8/23/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

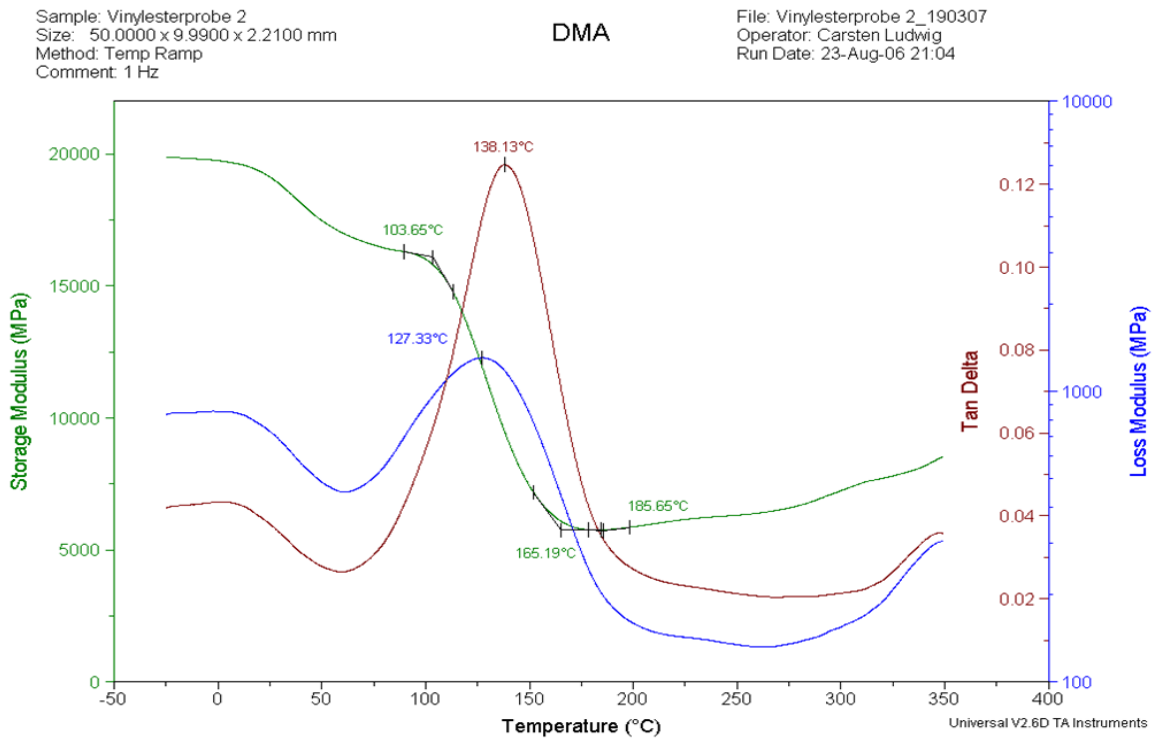
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,10 mm, h = 2,21 mm,
b = 9,99 mm,
Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis-
scheibe aus einem Profil IPE 120,
Masse: vor der Messung 213,161 mg,
nach der Messung 192,161 mg,
Massenverlust: 21,000 mg,
Probe 2

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 350 °C mit 3 K/
min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 103 / 8/23/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

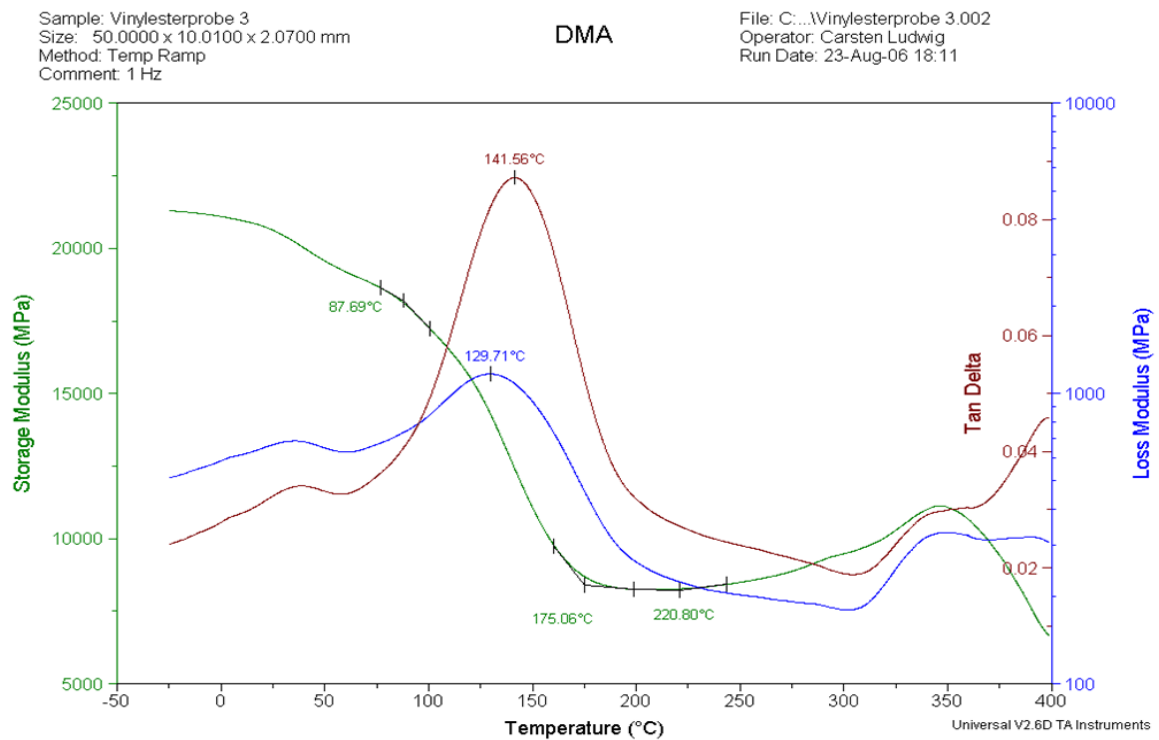
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,09 mm, h = 2,07 mm,
b = 10,01 mm,
Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis-
scheibe aus einem Profil IPE 120,
Masse: vor der Messung 198,489 mg,
nach der Messung 151,343 mg,
Massenverlust: 47,146 mg,
Probe 3

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 400 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 104 / 8/24/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

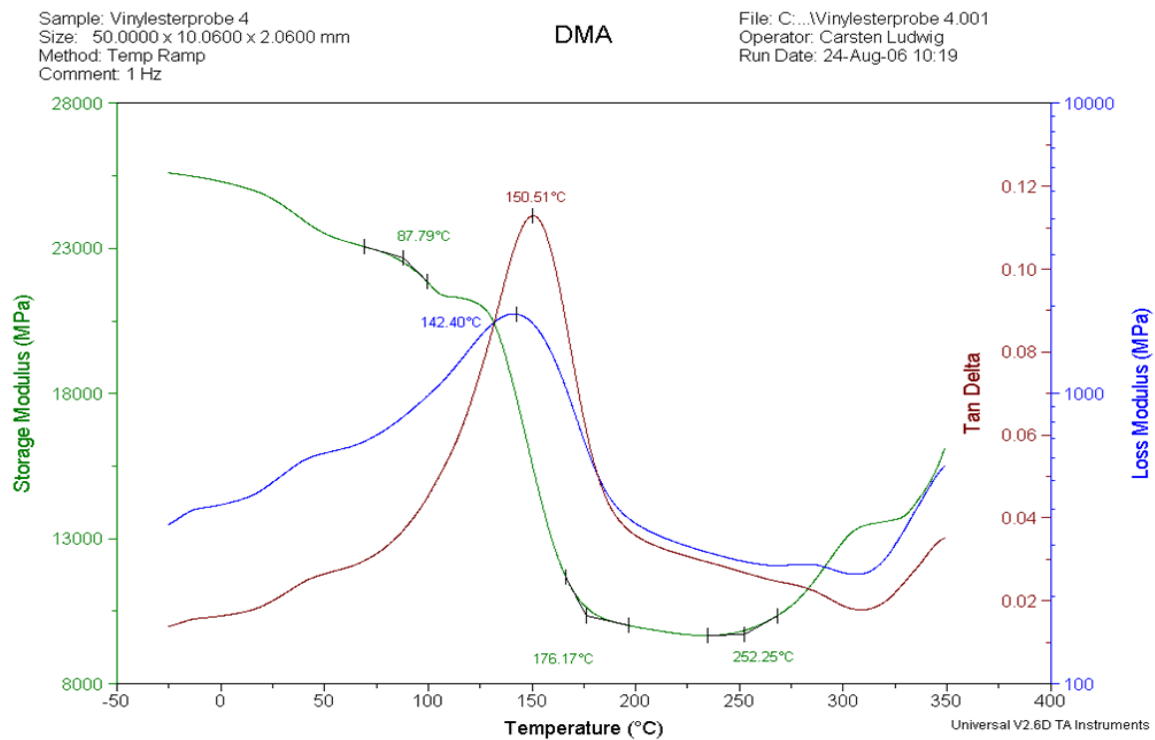
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,11 mm, h = 2,06 mm,
b = 10,06 mm,
Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis-
scheibe aus einem Profil IPE 120,
Masse: vor der Messung 221,709 mg,
nach der Messung 205,874 mg,
Massenverlust: 15,835 mg,
Probe 4

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 350 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 105 / 8/24/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

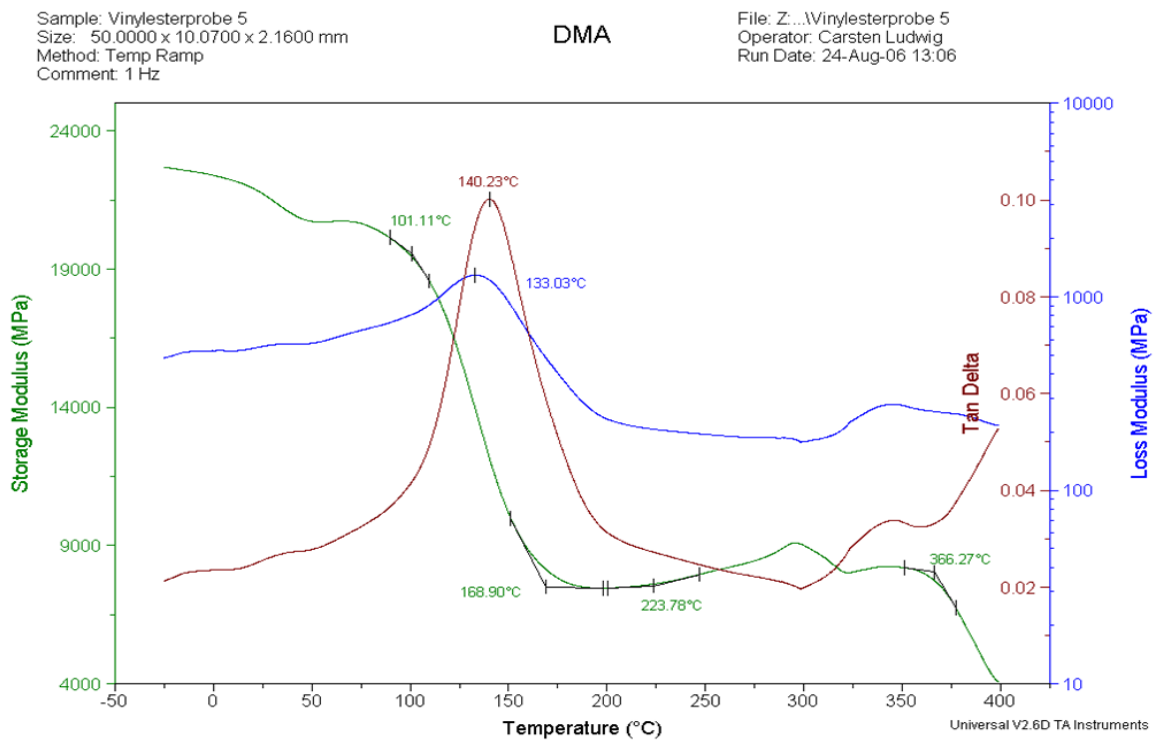
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,12 mm, h = 2,16 mm,
b = 10,07 mm,
Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis-
scheibe aus einem Profil IPE 120,
Masse: vor der Messung 213,042 mg,
nach der Messung 164,205 mg,
Massenverlust: 48,837 mg,
Probe 5

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 400 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 107 / 8/24/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

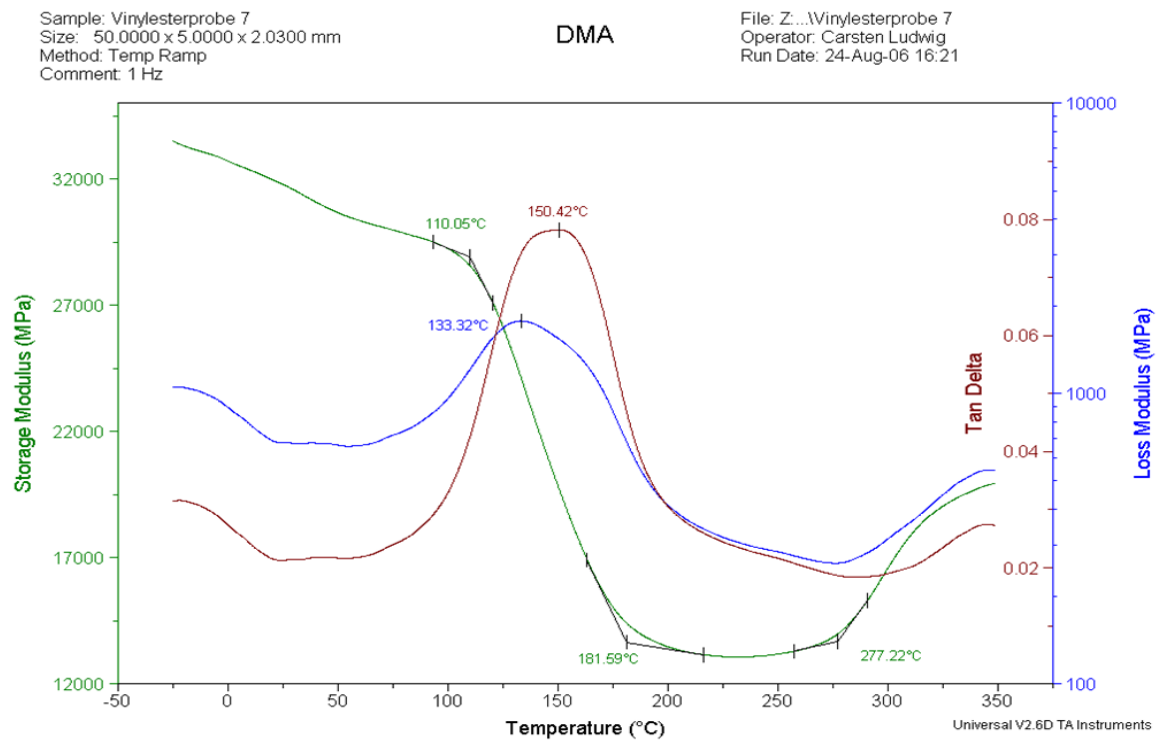
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,11 mm, h = 2,03 mm,
b = 5,00 mm,
Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis-
scheibe aus einem Profil IPE 120,
Masse: vor der Messung 110,862 mg,
nach der Messung 102,303 mg,
Massenverlust: 8,559 mg,
Probe 7

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 350 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 108 / 8/25/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

Methode:

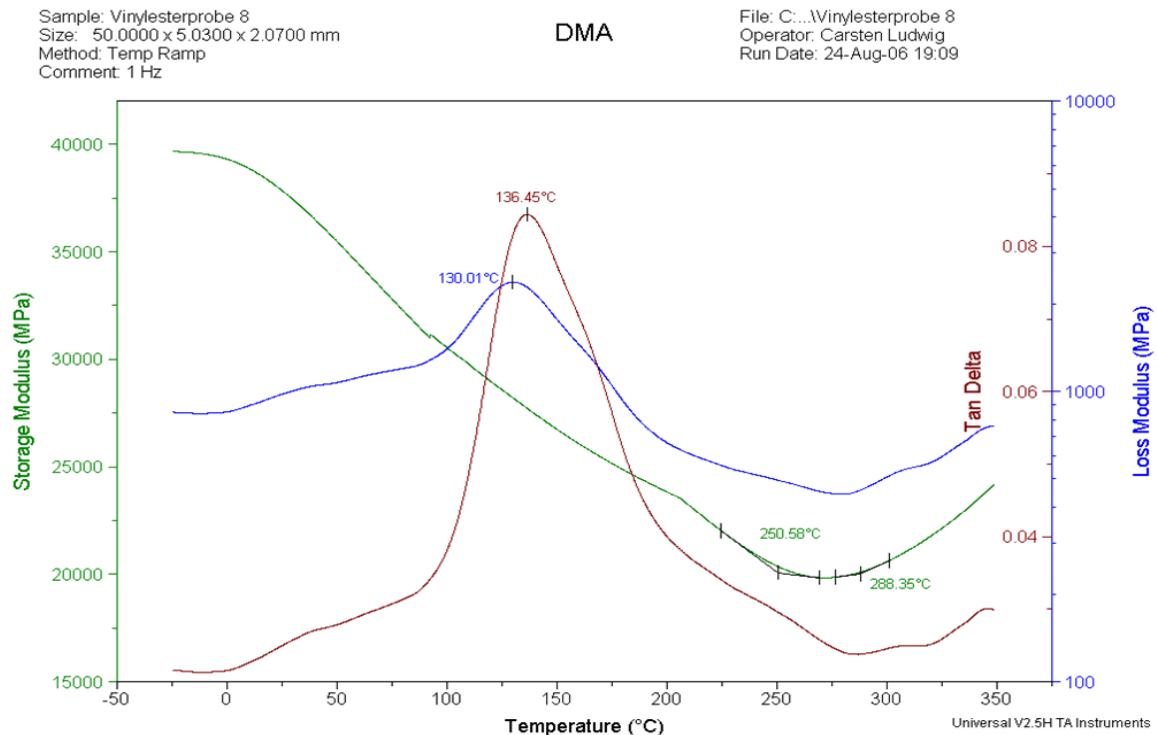
Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,03 mm, h = 2,07 mm,
b = 5,03 mm,
Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis-
scheibe aus einem Profil IPE 120,
Masse: vor der Messung 115,264 mg,
nach der Messung 107,764 mg,
Massenverlust: 7,5 mg,
Probe 8

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 350 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

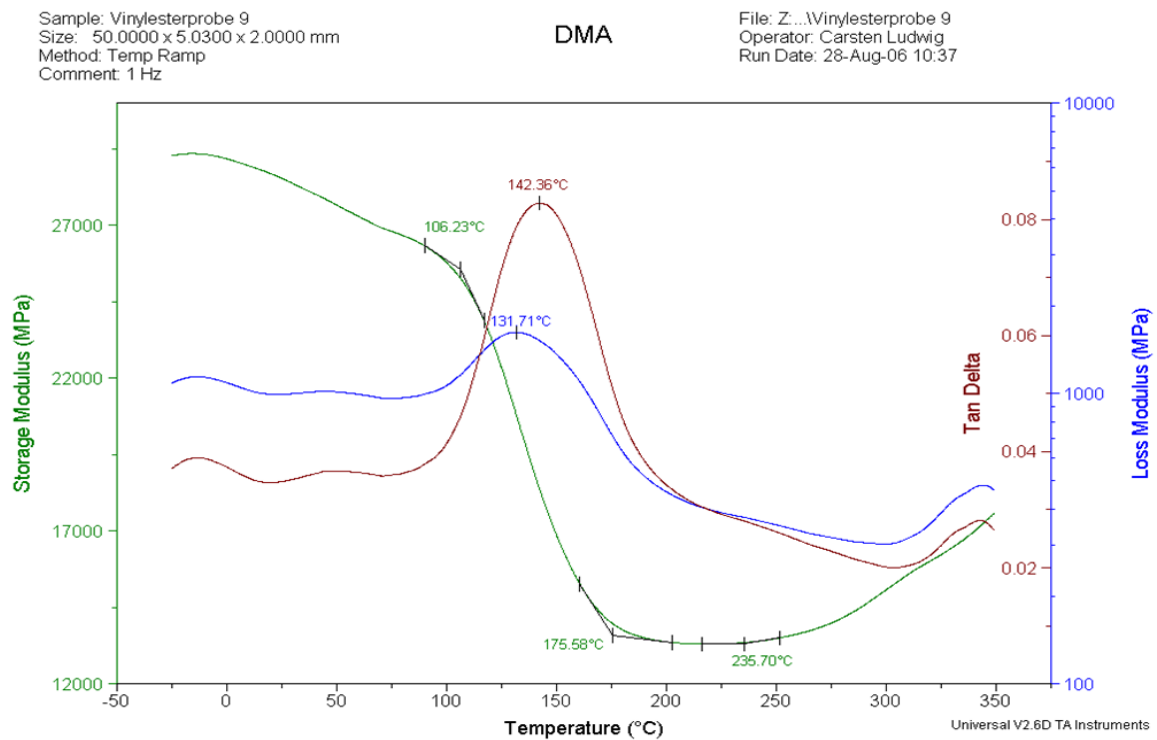
Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 109 / 8/29/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

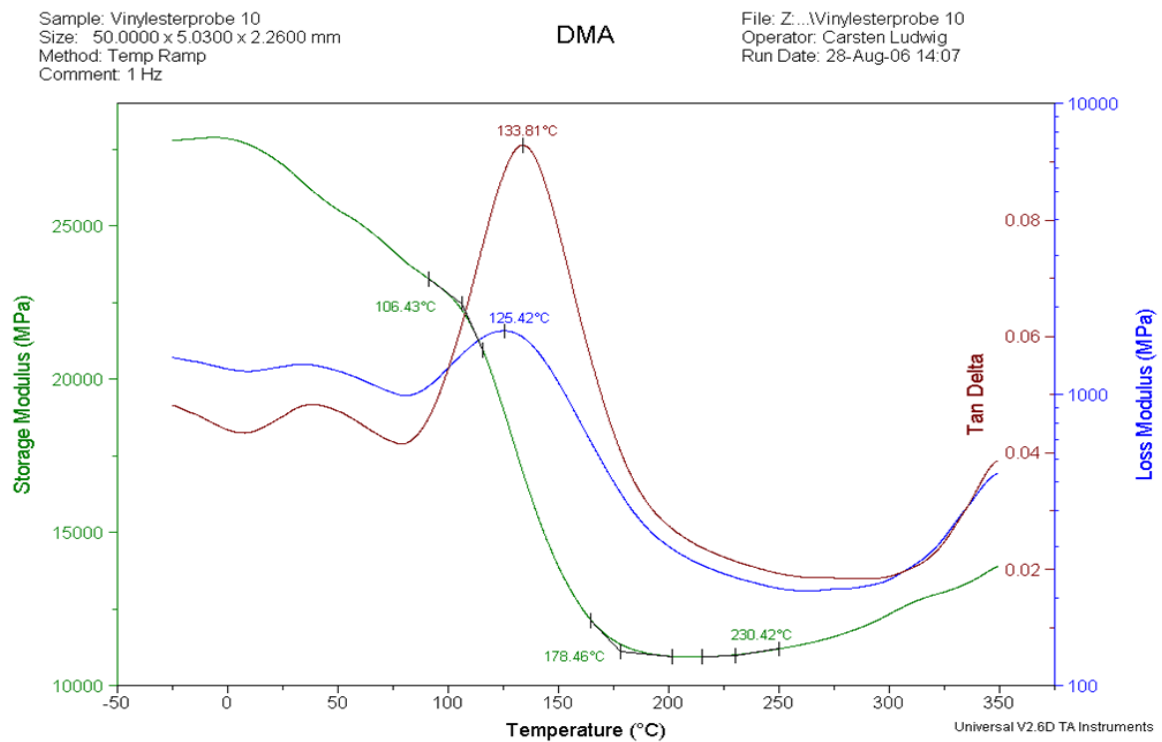
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
 Klemme: 3-Punkt-Biegung
 Probenherstellung: Balken l = 60,03 mm, h = 2,00 mm,
 b = 5,03 mm,
 Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis-
 scheibe aus einem Profil IPE 120,
 Masse: vor der Messung 105,786 mg,
 nach der Messung 96,617 mg,
 Massenverlust: 9,169 mg,
 Probe 9
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
 Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 350 °C mit
 3 K/min, Frequenz 1 Hz,
 Amplitude 10 µm,
 Vorkraft 0,01 N, 150 %
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 110 / 8/29/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

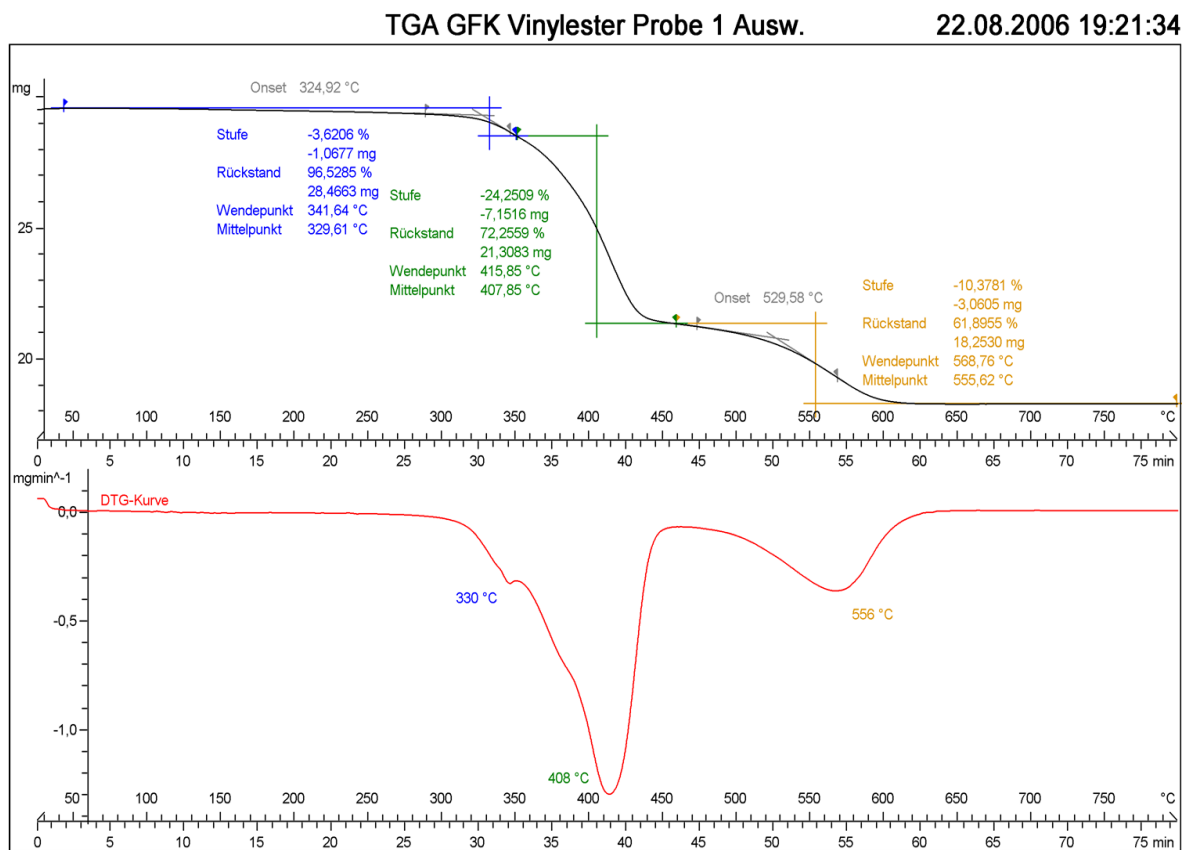
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung
Probenherstellung: Balken l = 60,02 mm, h = 2,26 mm,
b = 5,03 mm,
Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis-
scheibe aus einem Profil IPE 120,
Masse: vor der Messung 114,449 mg,
nach der Messung 103,746 mg,
Massenverlust: 10,703 mg,
Probe 10
Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur
Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 350 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %
Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



B.2.3 TGA / TGA-FTIR

Test-ID: 001 / 8/17/2006

Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz		
Methode:	Thermisches Messmodul:	TGA/SDTA 851°	
	Tiegel:	Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel	
	Probenherstellung:	Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 29,49 mg, Probe 1	
	Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur	
	Temperaturbelastung:	Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min, Abbruch nach 36 min	
	Ofenatmosphäre:	Luft, 50 ml/min	



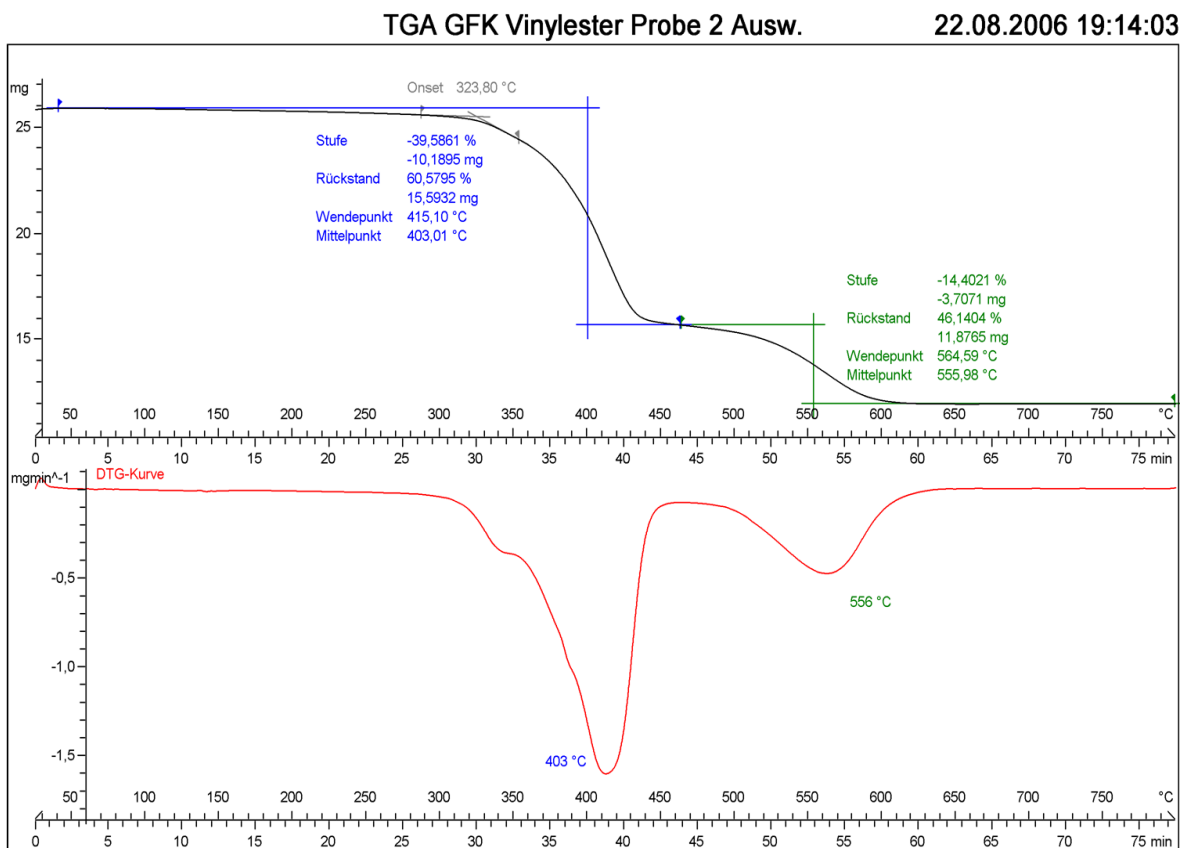
Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: 002 / 8/17/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851^e
Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 25,74 mg, Probe 2
Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min
Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



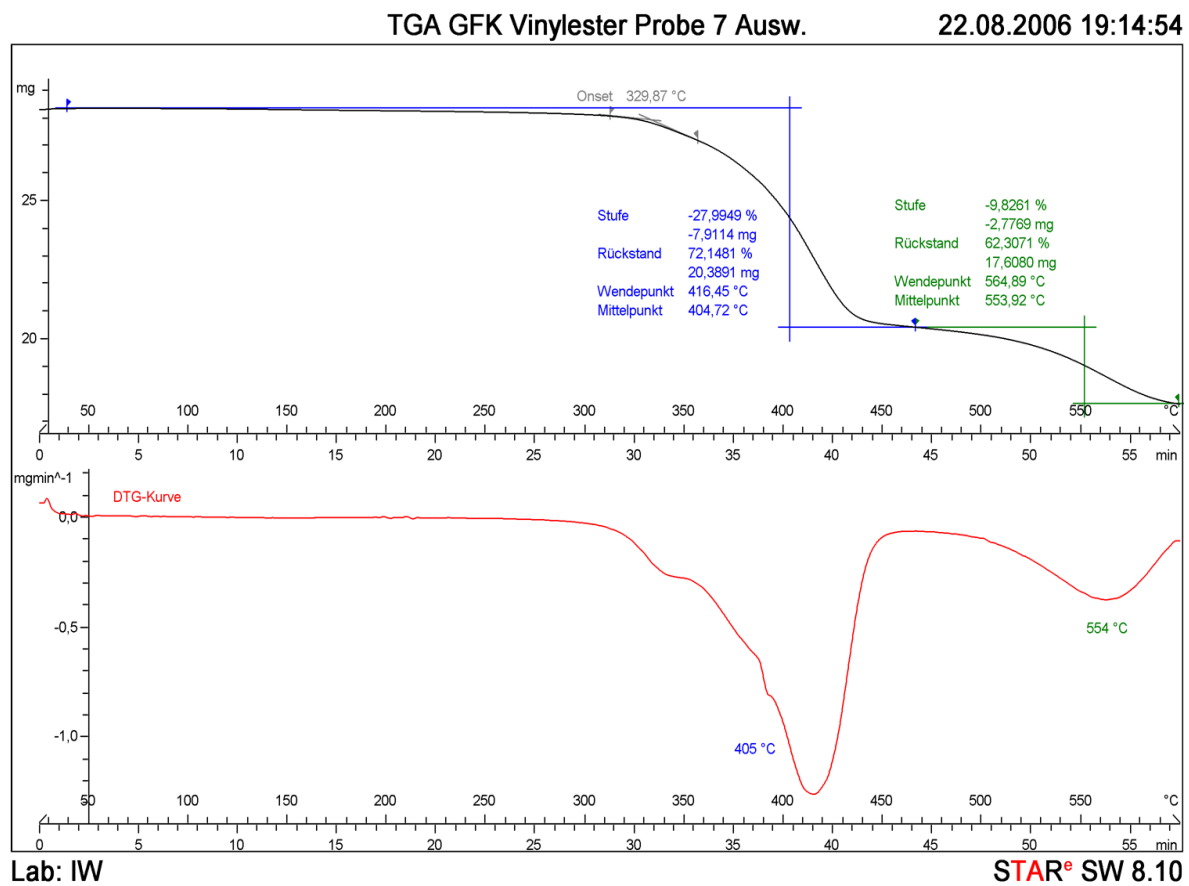
Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: 007 / 8/19/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851°
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 28,26 mg, Probe 7
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 600 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

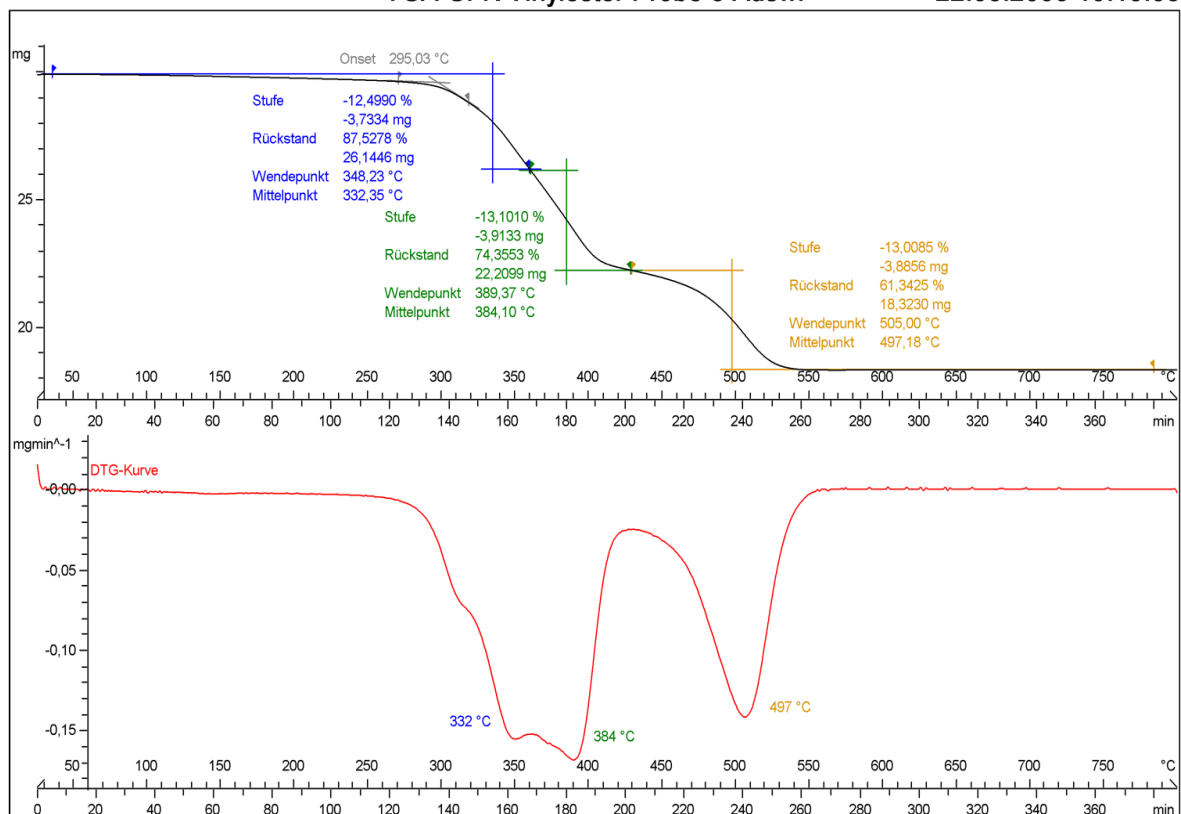


Test-ID: 008 / 8/19/2006

Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz		
Methode:	Thermisches Messmodul:	TGA/SDTA 851°	
	Tiegel:	Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel	
	Probenherstellung:	Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 29,87 mg, Probe 8	
	Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur	
	Temperaturbelastung:	Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 2 K/min	
	Ofenatmosphäre:	Luft, 50 ml/min	

TGA GFK Vinylester Probe 8 Ausw.

22.08.2006 19:15:08



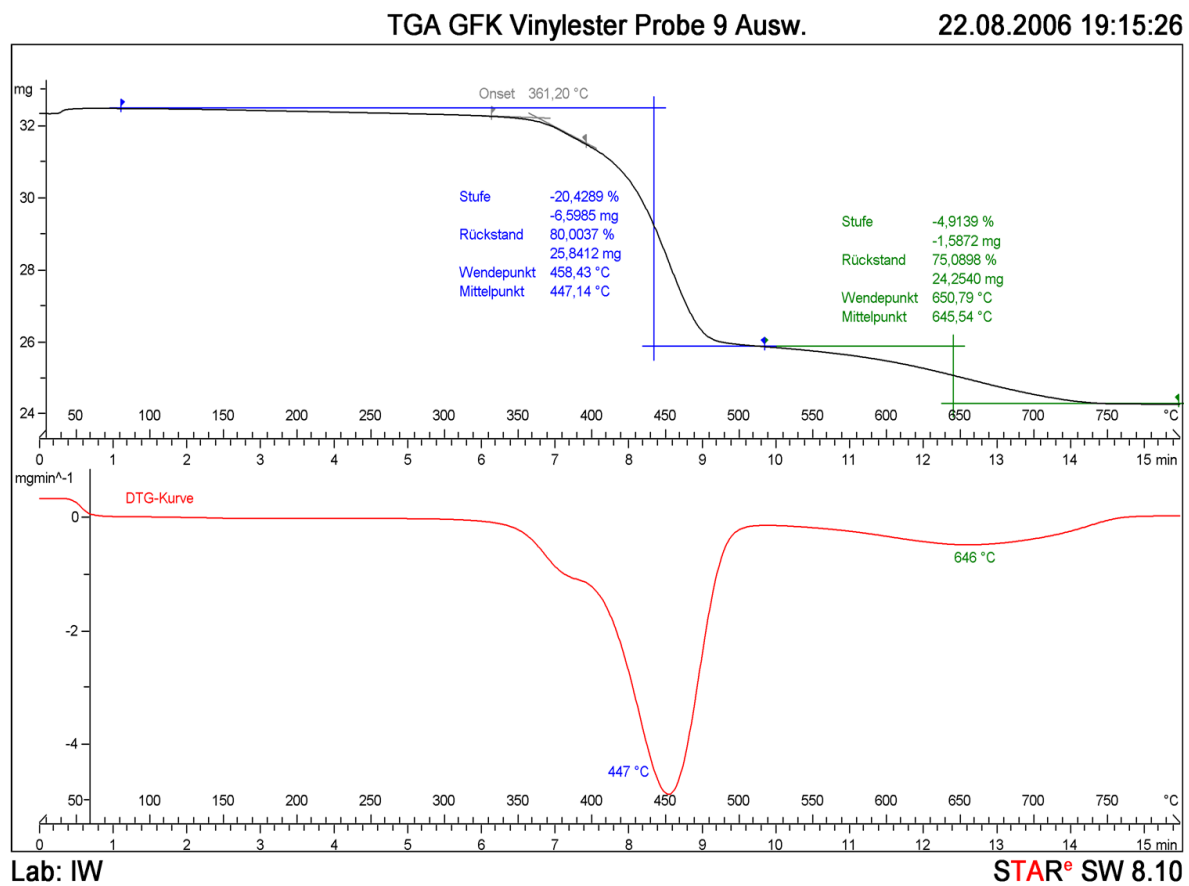
Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: 009 / 8/20/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

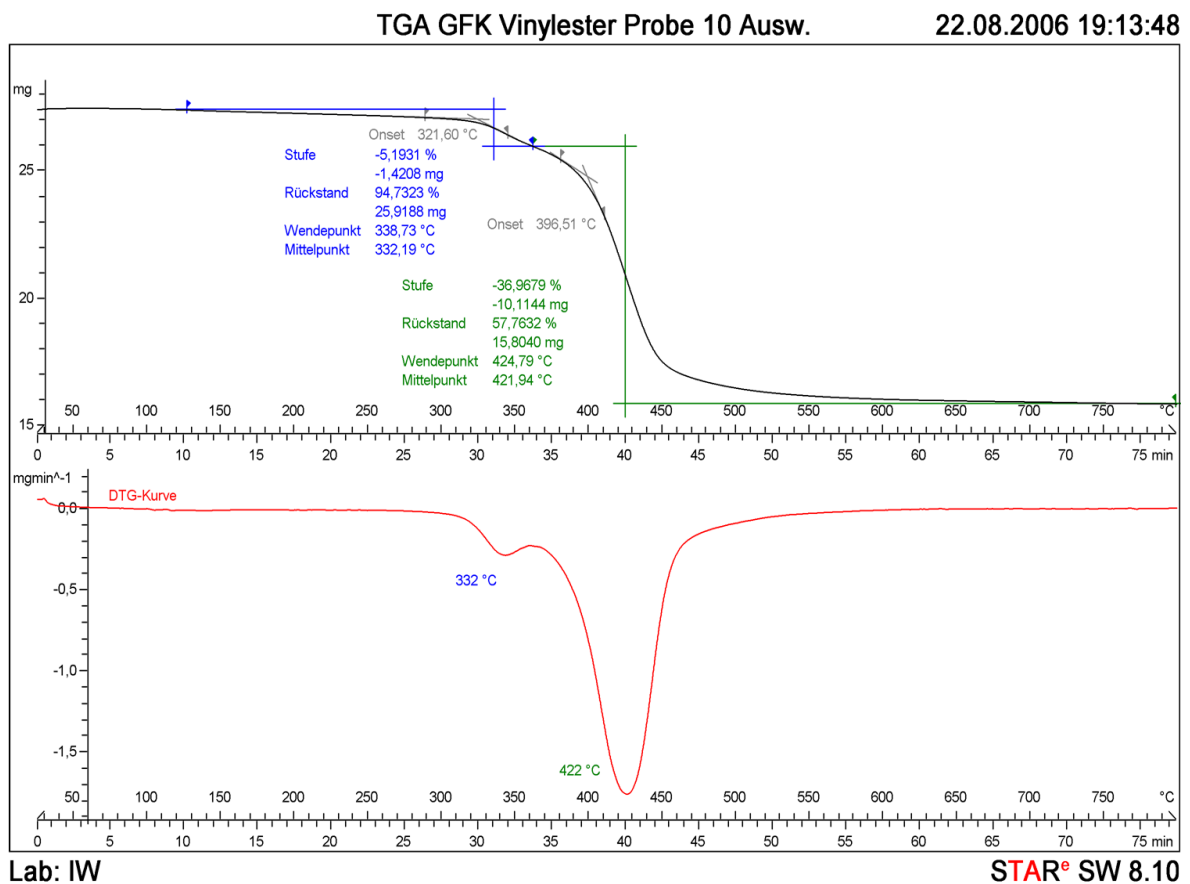
Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851°
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 32,30 mg, Probe 9
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 50 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 010 / 8/20/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

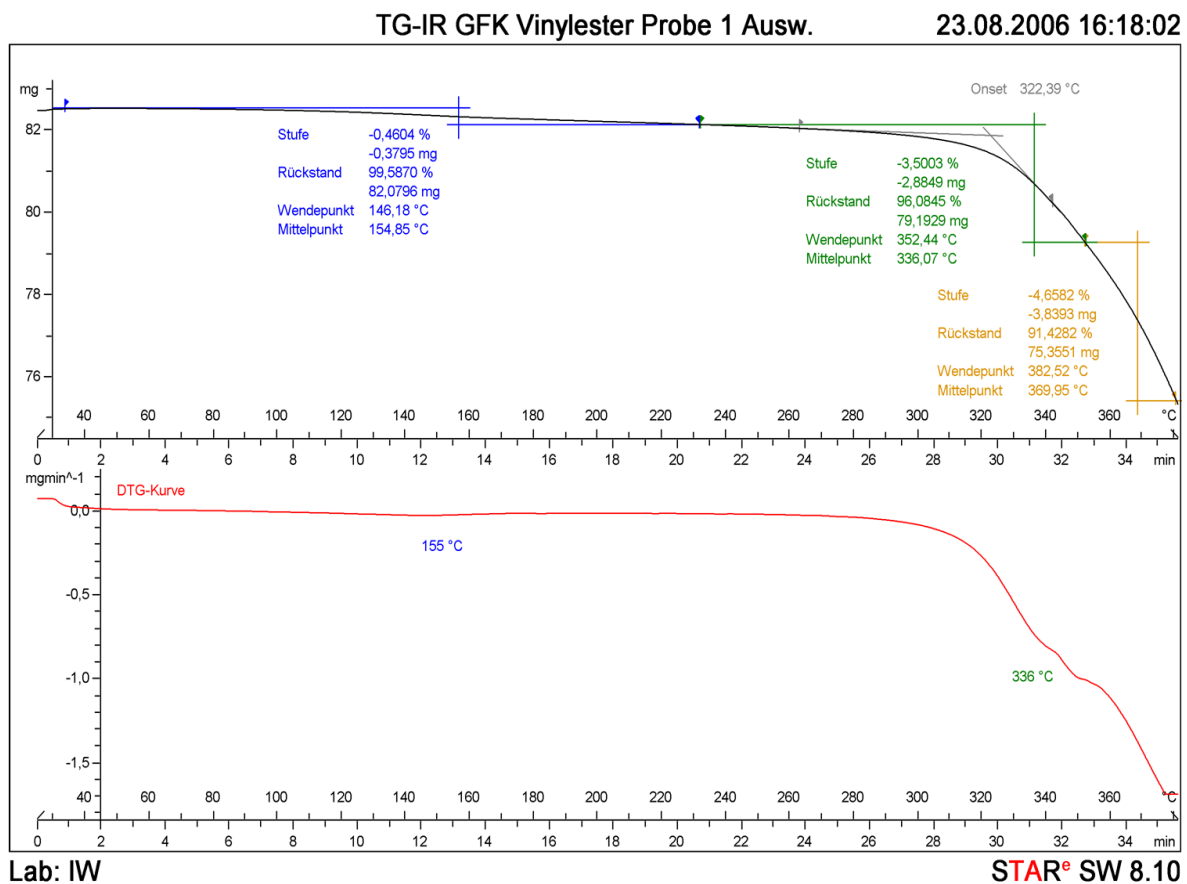
Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851^e
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 27,36 mg, Probe 10
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: N₂, 50 ml/min



Test-ID: Messung 1 / 8/22/2006

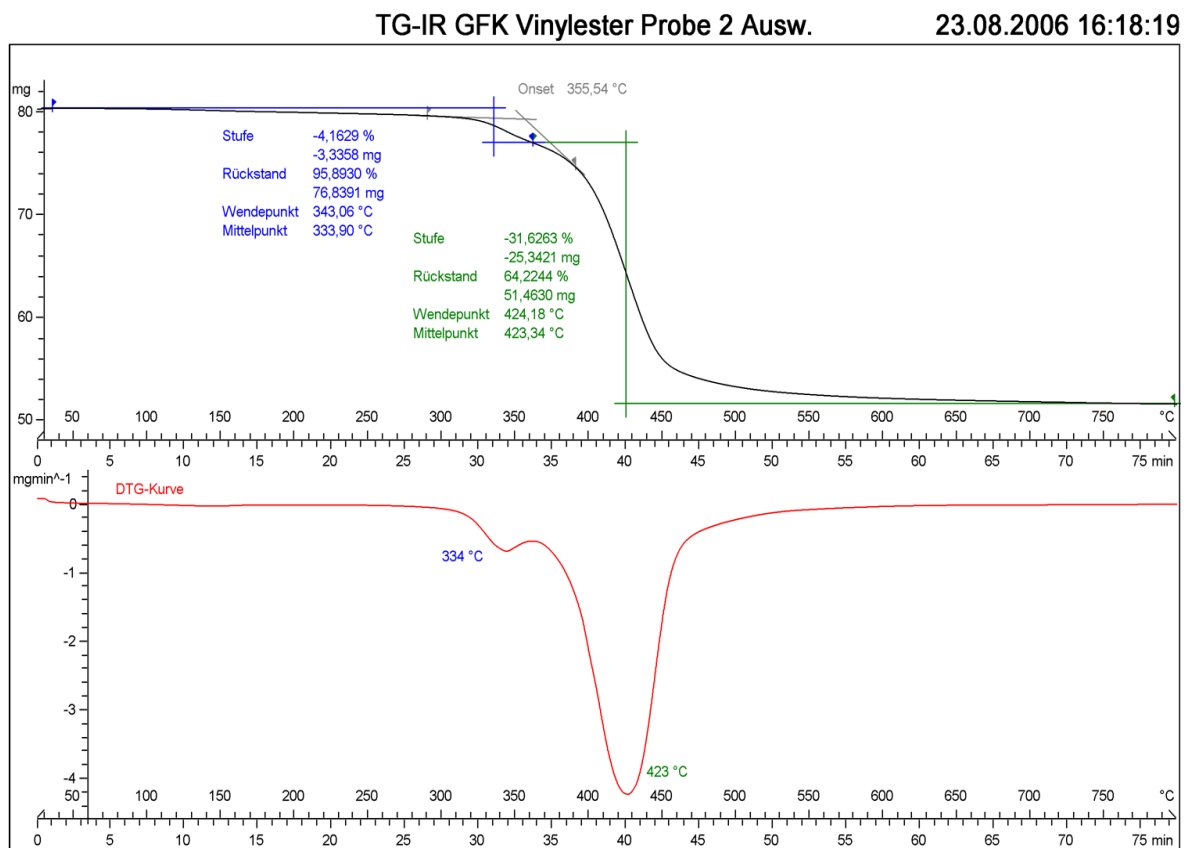
Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851° FTIR
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 82,42 mg, Probe 1
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: Messung 2 / 8/23/2006

Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz		
Methode:	Thermisches Messmodul:	TGA/SDTA 851° FTIR	
	Tiegel:	Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel	
	Probenherstellung:	Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 80,13 mg, Probe 2	
	Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur	
	Temperaturbelastung:	Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min	
	Ofenatmosphäre:	N ₂ , 50 ml/min	



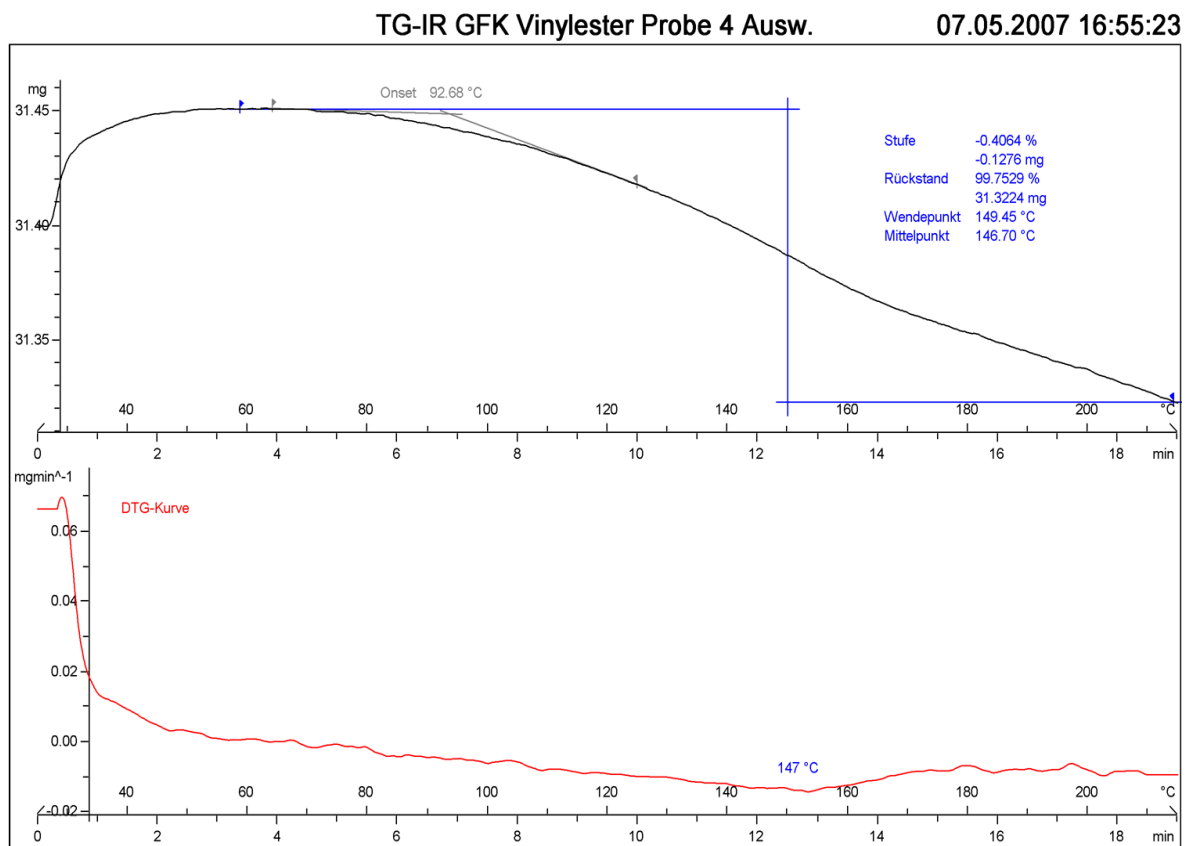
Lab: IW

STAR[®] SW 8.10

Test-ID: Messung 4 / 8/24/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851° FTIR
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 31,40 mg, Probe 4
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: Messung 5 / 8/24/2006

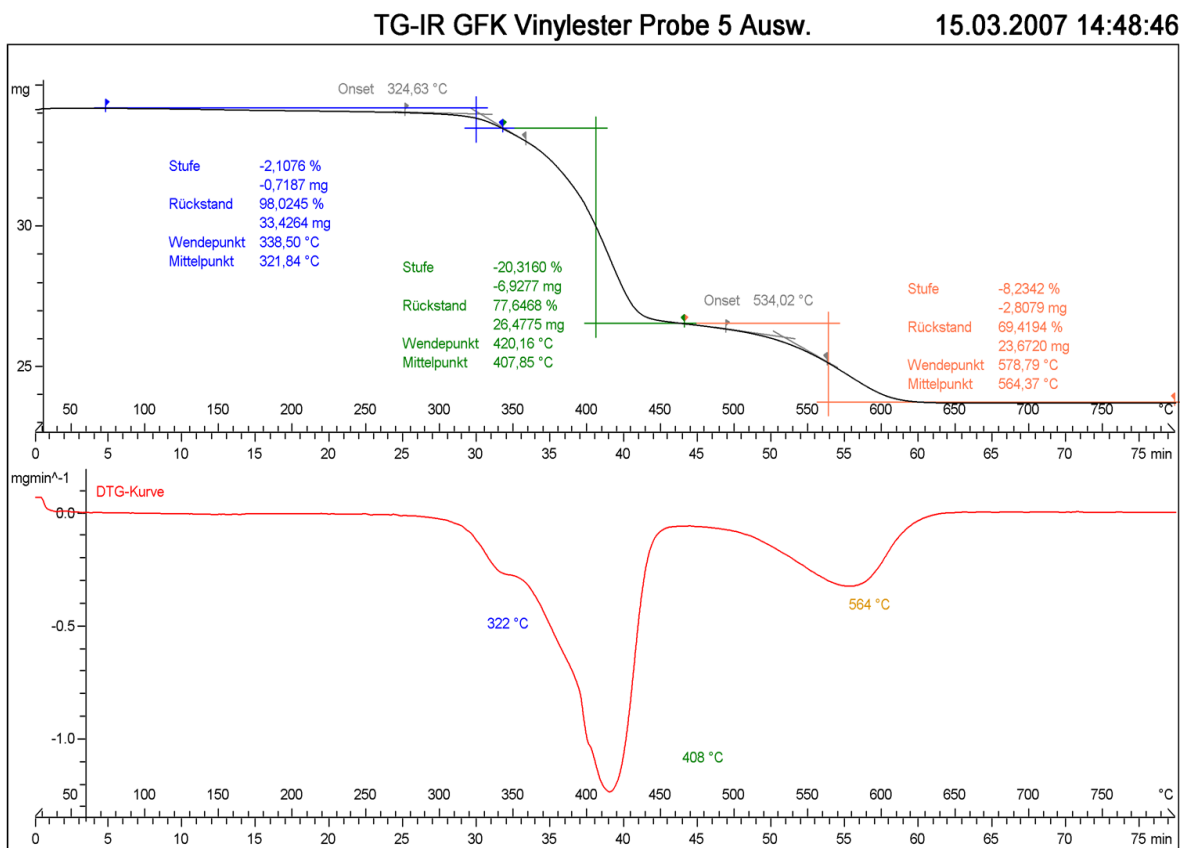
Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851^e FTIR
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 34,10 mg, Probe 5

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



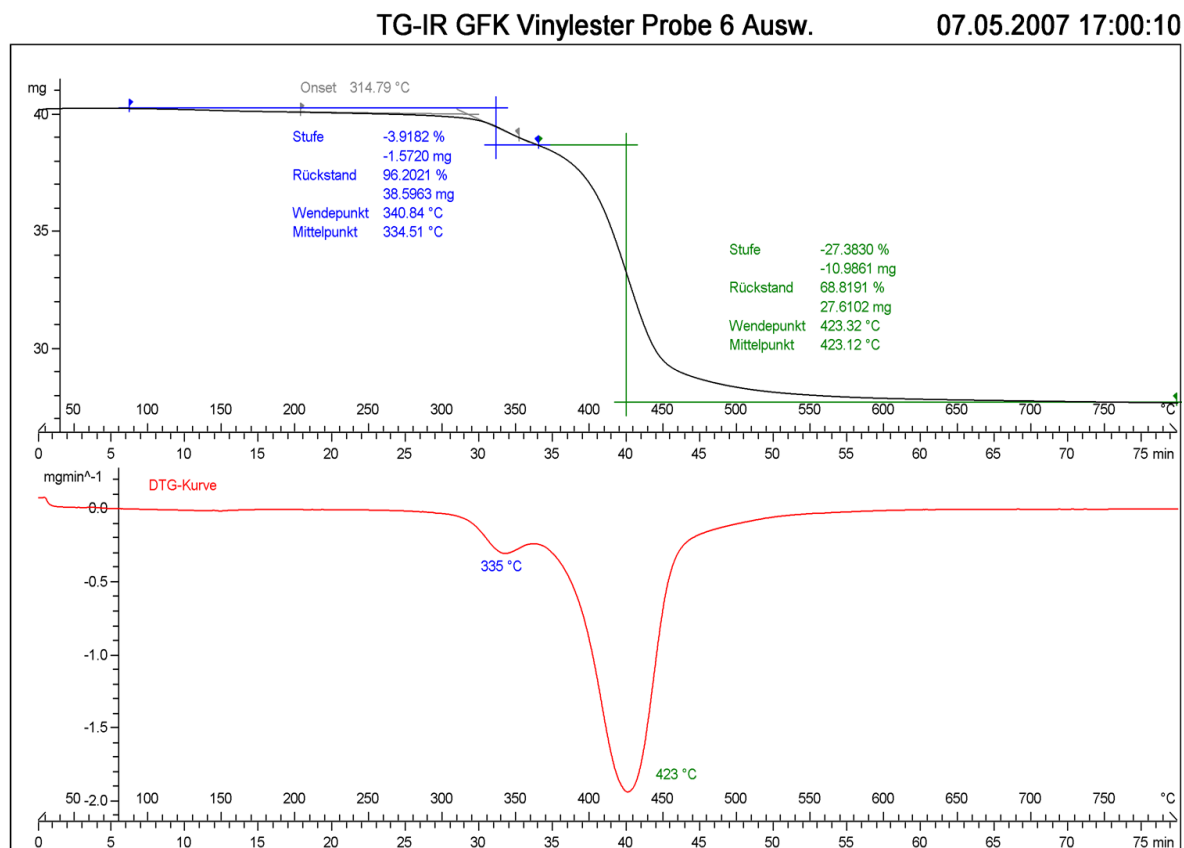
Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: Messung 6 / 8/24/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Vinylesterharz

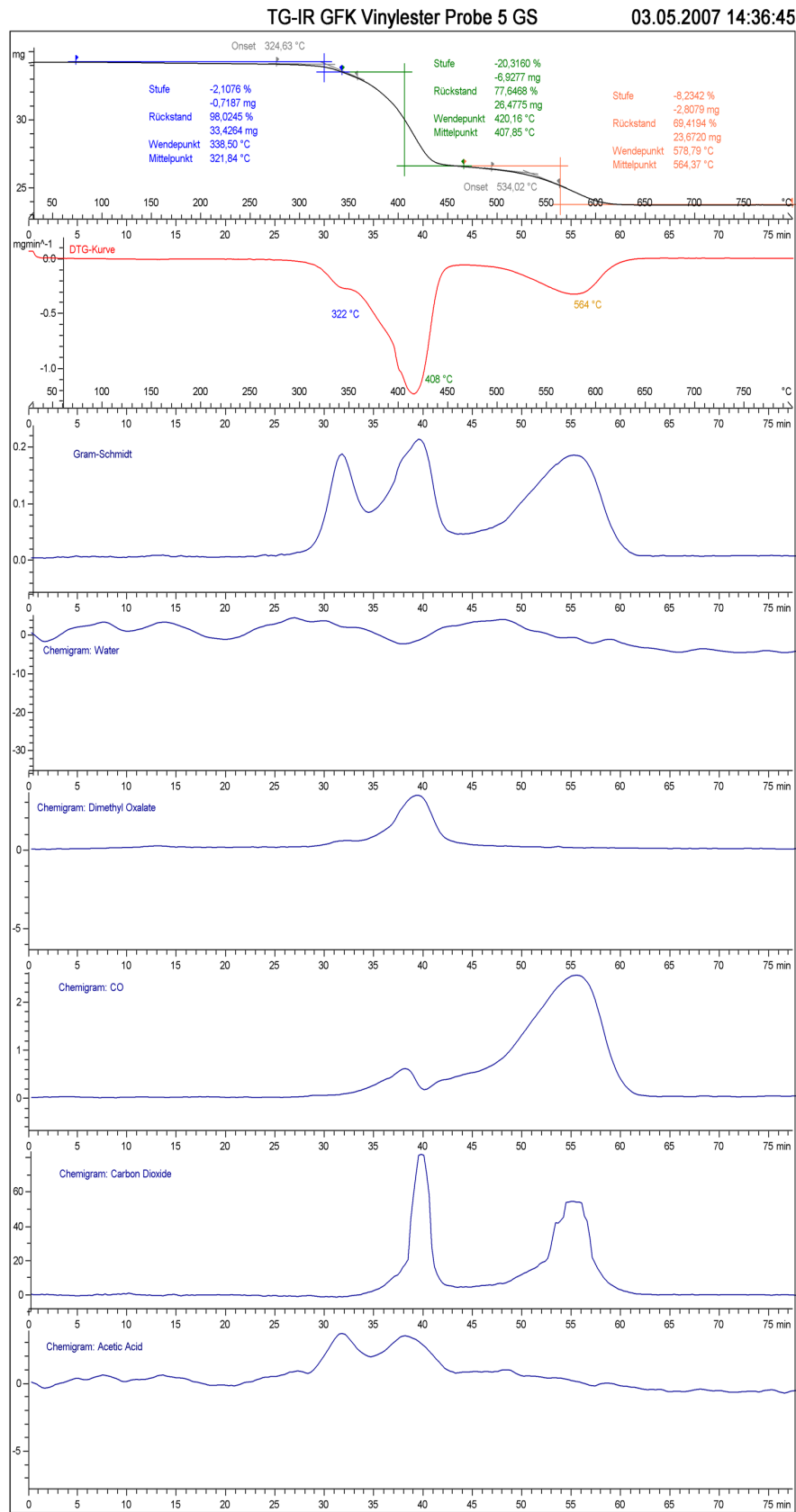
Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851° FTIR
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil IPE 120, Masse: 40,12 mg, Probe 6
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: N₂, 50 ml/min

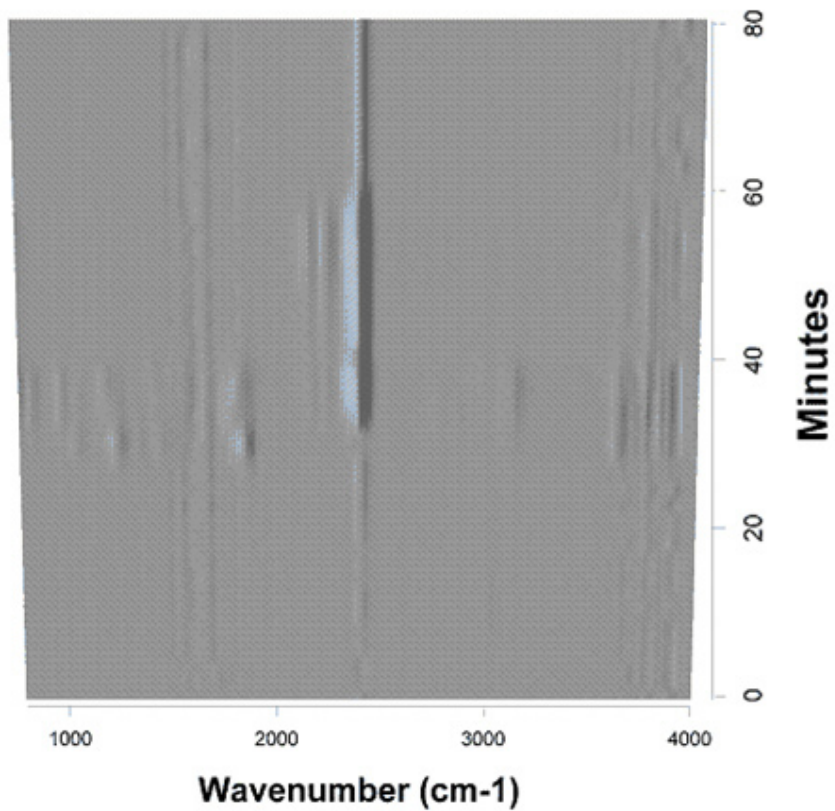
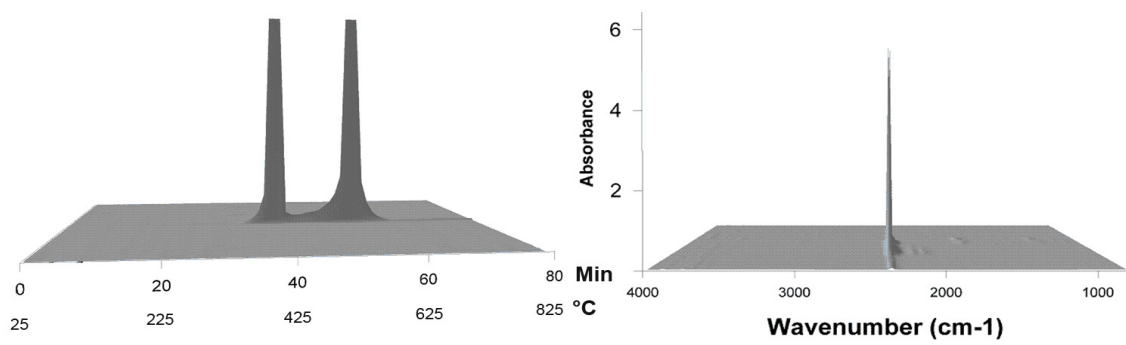
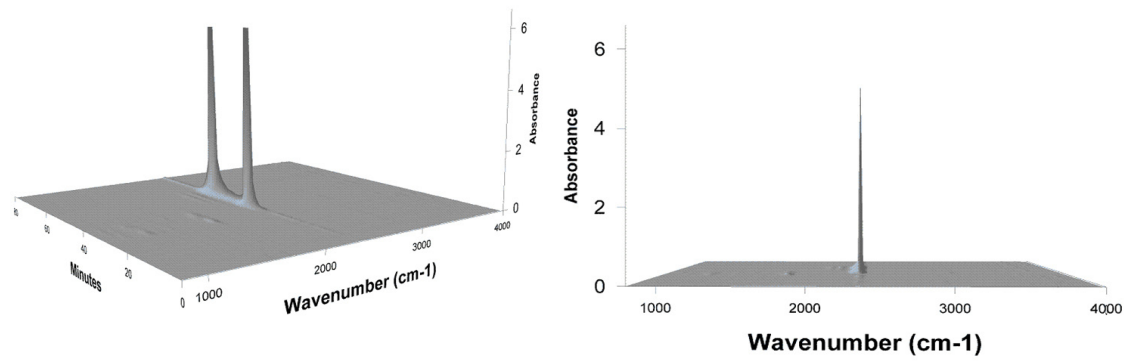


Lab: IW

STAR^e SW 8.10

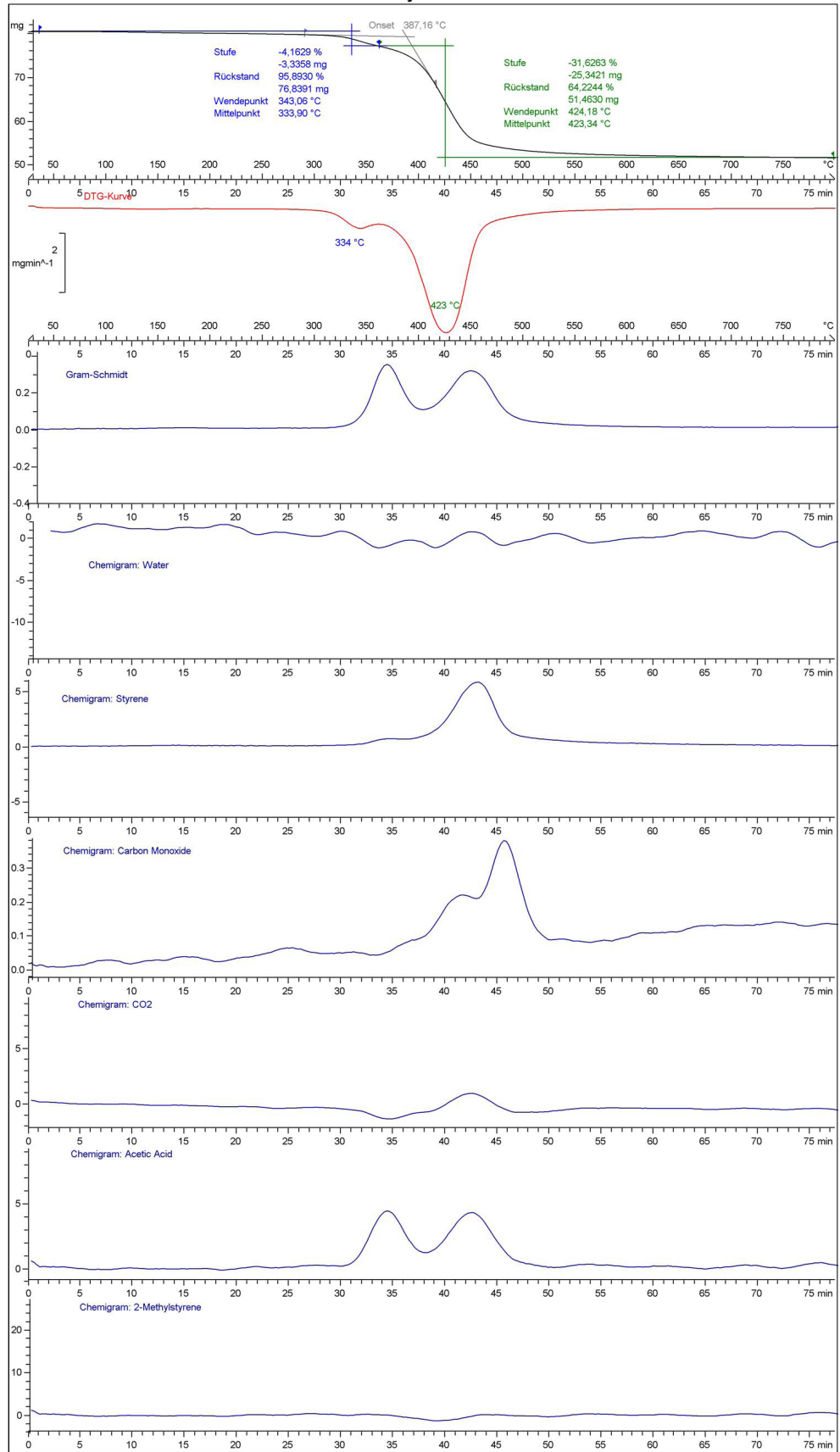
B.2.4 Chemigramme / 3D-Spektren

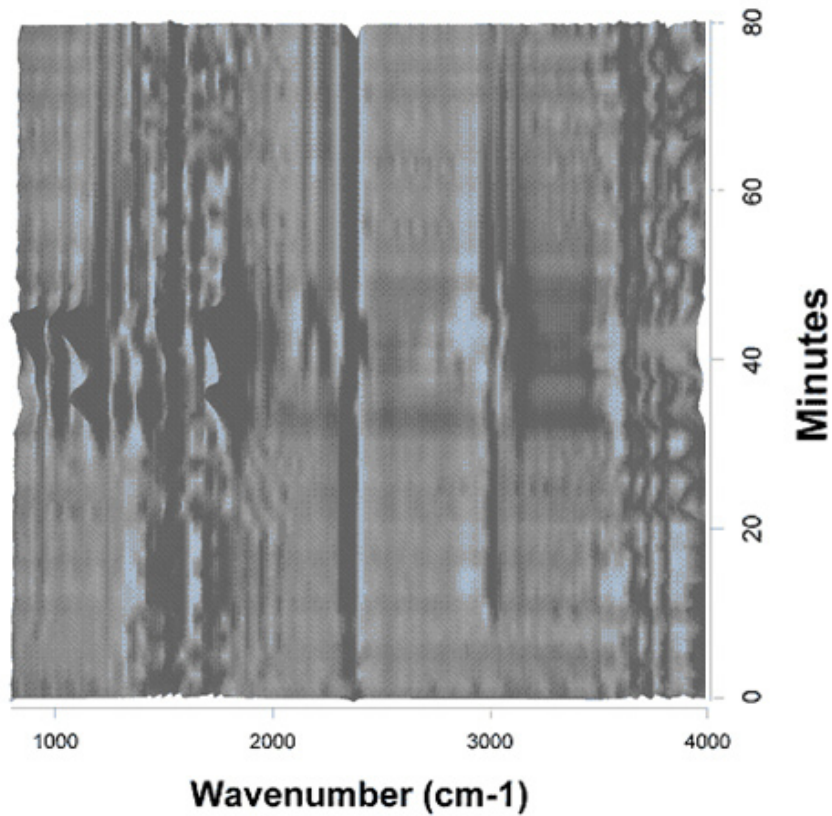
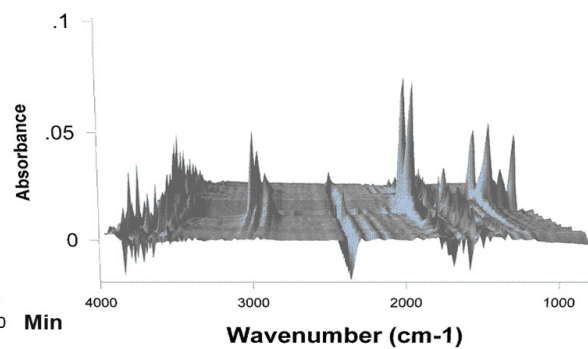
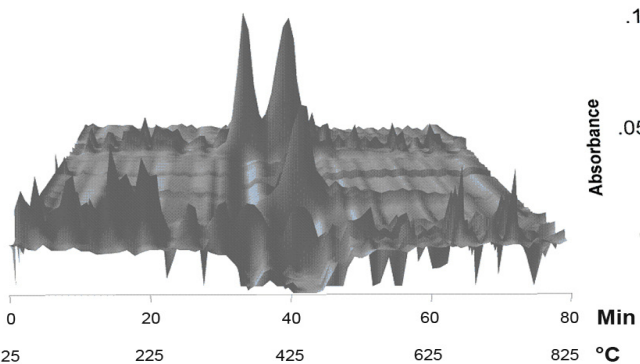
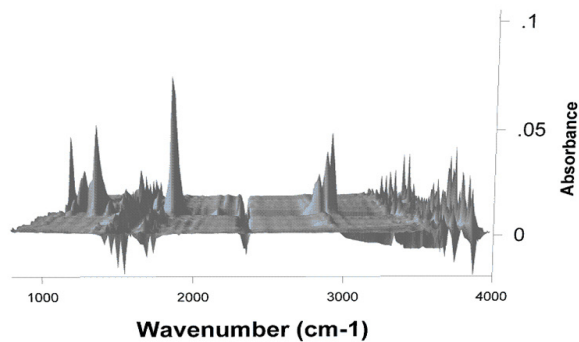
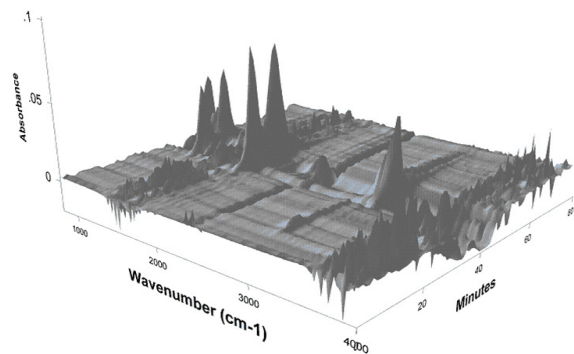




TG-IR GFK Vinylester Probe 6 GS

03.05.2007 14:56:35





B.3 Übersicht der Versuchsauswertung

DSC Vinylester													
Probennummer	Spülmedium	Heizräte	Heizlauf / Run	Integral I			Integral II			Tg I		Tg II	
				Integral mJ	Integral normalised J/g	Peak °C	Integral mJ	Integral normalised J/g	Peak °C	Mittelpunkt °C	Δ cp J/gK	Mittelpunkt °C	Δ cp J/gK
3	○	●	1	-	-	-	9118,86	356,34	401,25	34,92	0,03	120,55	0,193
4	○	●	1	-	-	-	36,34	1,21	347,56	47,28	0,04	137,90	0,118
5	○	●	1	-	-	-	32330,00	1178,59	359,20	49,61	0,16	134,03	0,285
6	●	●	1	-	-	-	-852,74	-33,41	326,90	36,64	0,06	128,59	0,158
11	○	●	1	-	-	-	2085,44	76,08	502,90	45,10	0,05	128,72	0,144
12	○	●	1	-	-	-	-	-	-	38,87	0,04	-	-
	○	●	2	-	-	-	16350,00	457,44	442,54	-	-	168,14	0,029
13	○	●	1	-	-	-	21010,00	3182,65	529,82	-	-	-	-

Versuchsbedingungen:			
●	N ₂	●	2 K/min
○	Luft	●	10 K/min
		●	50 K/min
		●	1 Heizlauf 1
		●	2 Heizlauf 2

DMA Vinylester

Probennummer	Spülmedium	Heizräte	Probengeometrie mm	E'-Modul (RT) N/mm ²	E'-Modul (T _z) N/mm ²	E'-Modulverlust %	max. tan δ - Temperatur °C	max. Verlustmodul - Temperatur °C	onset 2 °C	maximale Prüf- temperatur °C
1	○	●	50/10/2	21388	-	-	131,50	119,95	>350	350
2	○	●	50/10/2	19772	-	-	138,13	127,33	>350	350
3	○	●	50/10/2	21354	~ 8125	61,95	141,56	129,71	346,15	400
4	○	●	50/10/2	25708	-	-	150,51	142,40	>350	350
5	○	●	50/10/2	22586	8137	63,97	140,23	133,03	366,27	400
7	○	●	50/5/2	33500	-	-	150,42	133,32	>350	350
8	○	●	50/5/2	39583	-	-	136,45	130,01	>350	350
9	○	●	50/5/2	29300	-	-	142,36	131,71	>350	350
10	○	●	50/5/2	27900	-	-	133,81	125,42	>350	350

Versuchsbedingungen:

○ Luft ○ Raumtemperatur
● 3 K/min ● Zersetzungstemperatur

RT
T_z

TGA Vinylester

Probennummer	Spülmedium	Heizräte	Onset °C	Stufe I			Stufe II			Stufe III			maximale Prüf- temperatur
				Rückstand Gew.-%	Mittelpunkt °C	Abbau mg	Rückstand Gew.-%	Mittelpunkt °C	Abbau mg	Rückstand Gew.-%	Mittelpunkt °C	Abbau mg	
1	○	●	324,92	96,5285	329,61	1,0677	72,2559	407,85	7,1516	61,8955	555,62	3,0605	800
2	○	●	323,80	-	-	-	60,5795	403,01	10,1895	46,1404	555,98	3,7071	800
7	○	●	329,87	-	-	-	72,1481	404,72	7,9114	62,3071	553,92	2,7769	600
8	○	●	295,03	87,5278	332,35	3,7334	74,3553	384,10	3,9133	61,3425	497,18	3,8856	800
9	○	●	361,20	-	-	-	80,0037	447,14	6,5985	75,0898	645,54	1,5872	800
10	●	●	321,60	94,7323	332,19	1,4208	57,7632	421,94	10,1144	-	-	-	800

TG-IR Vinylester

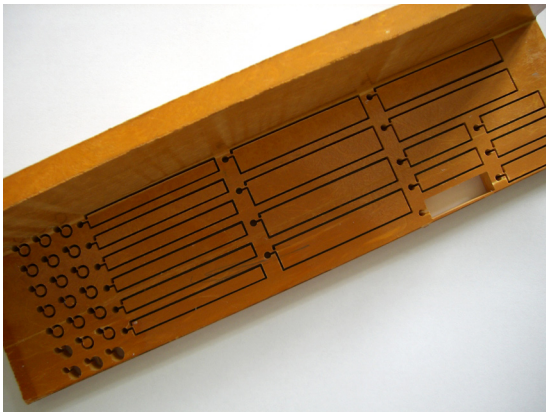
1	○	●	322,39	99,5870	154,85	0,3795	96,0845	336,07	2,8849	91,4282	369,95	3,8393	800
2	●	●	355,54	95,8930	333,90	3,3358	64,2244	423,34	25,3421	-	-	-	800
5	○	●	324,63	98,0245	321,84	0,7187	77,6468	407,85	6,9277	69,4194	564,37	2,8079	800
6	○	●	314,79	96,2021	334,51	1,5720	68,8191	423,12	10,9861	-	-	-	800

Versuchsbedingungen:

● N₂ ● 2 K/min 1 Abbruch nach 36 min
○ Luft ○ 10 K/min
● 50 K/min

C.

Glasfaserverstärktes Phenolharz



C. GF-Phenolharz

C.1 Überblick der Untersuchungsmethoden

Versuchsergebnisse Phenol

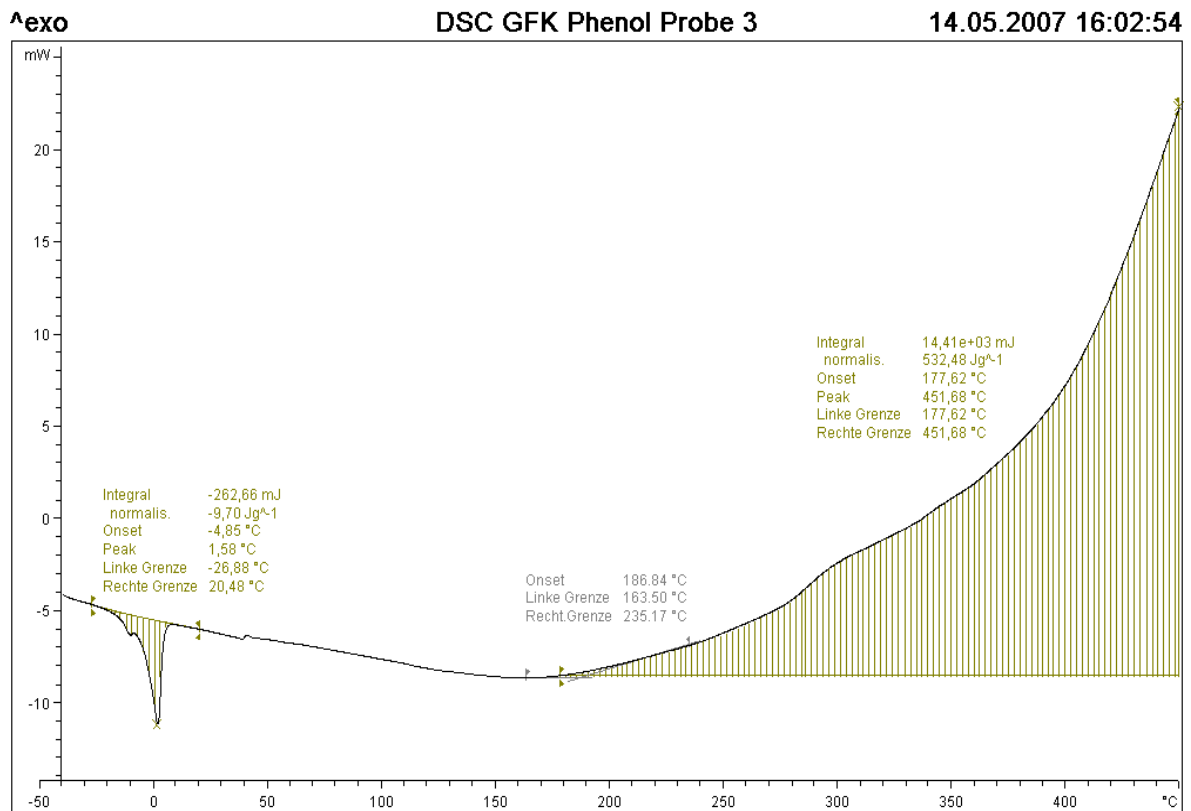
Probennr.	Thermische Methode						Optische Methode			Eigenschaftsbestimmungen				
	DSC	TGA	TG FTIR	DMA	LFA	Spektroskopie	Mikroskopie	REM	Glasübergang	thermische Zersetzung	oxidativer Abbau	spez. Wärmekapazität	G, E-Modul, Steifigkeit	andere Eigenschaften
3	●										●			
4	●													
5	●								●		●	●		●
9	●								●	●				●
10	●										●			
11	●								●		●	●		
13	●										●			●
1				●										
2				●										
3				●					●				●	●
4				●					●				●	●
5				●										
6				●										
7				●										
8				●					●				●	●
9				●					●				●	●
10				●										
11				●					●				●	●
1		●								●	●			
2		●								●	●			●
6		●								●	●			●
7		●								●				●
8		●								●	●			●
1			●			●					●			
2			●			●					●			●
3			●			●					●			
4			●			●					●			
5			●			●				●				●

D.2 Phenol - Ergebnissammlung

D.2.1 DSC

Test-ID: 003 / 16/08/2006

Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz	
Methode:	Thermisches Messmodul:	DSC 822 ^e
	Tiegel:	Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
	Probenherstellung:	Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8), Masse: 27,07 mg, Probe 3
	Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
	Temperaturbelastung:	Aufheizung: von -50 °C bis 450 °C mit 10 K/min
	Ofenatmosphäre:	Luft, 50 ml/min



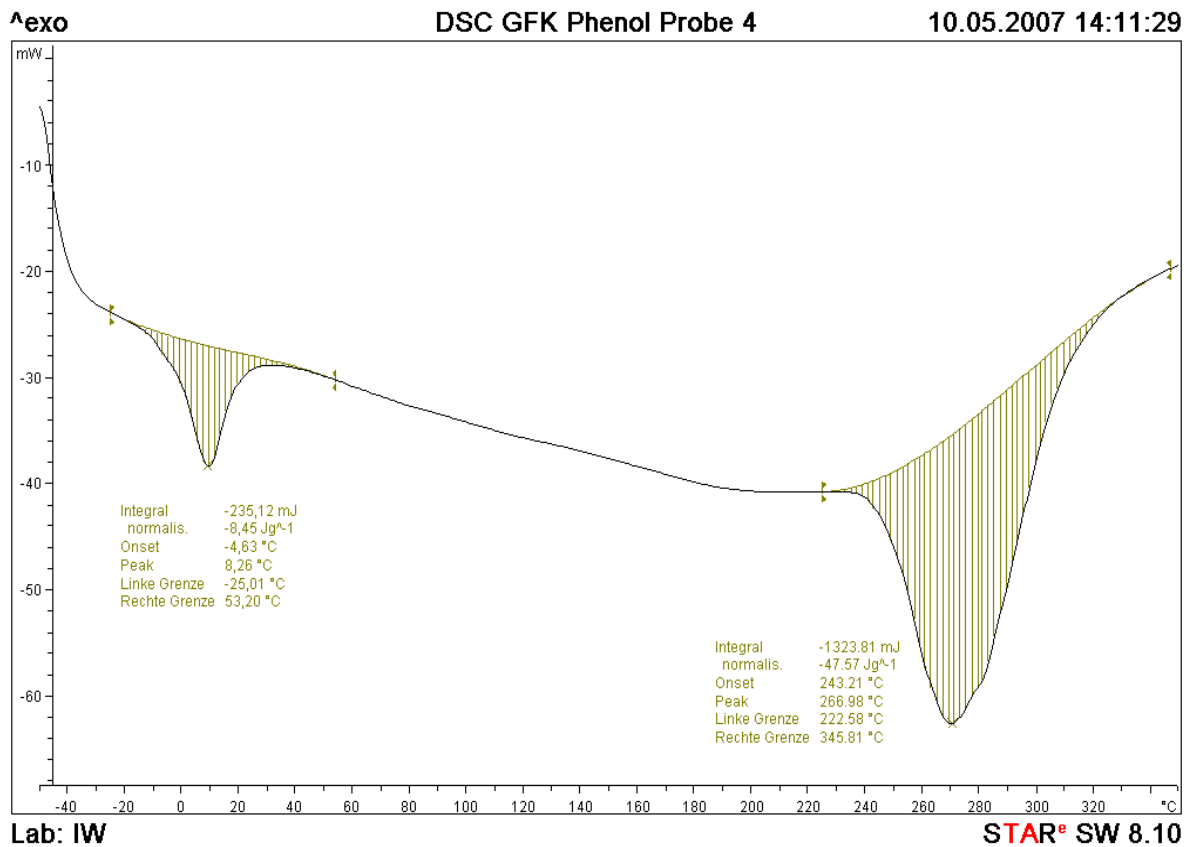
Lab: IW

STAR[®] SW 8.10

Test-ID: 004 / 16/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

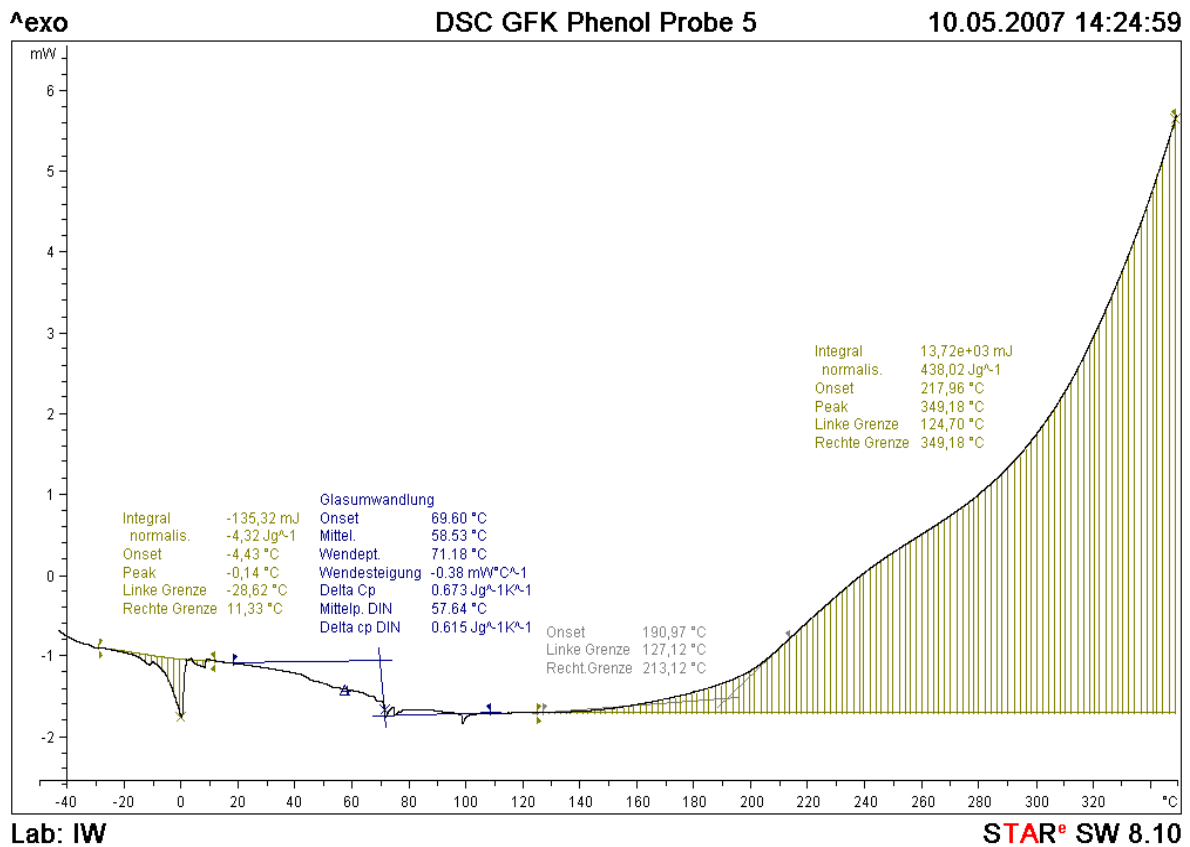
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8), Masse: 27,83 mg, Probe 4
Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 350 °C mit 50 K/min
Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 005 / 16/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

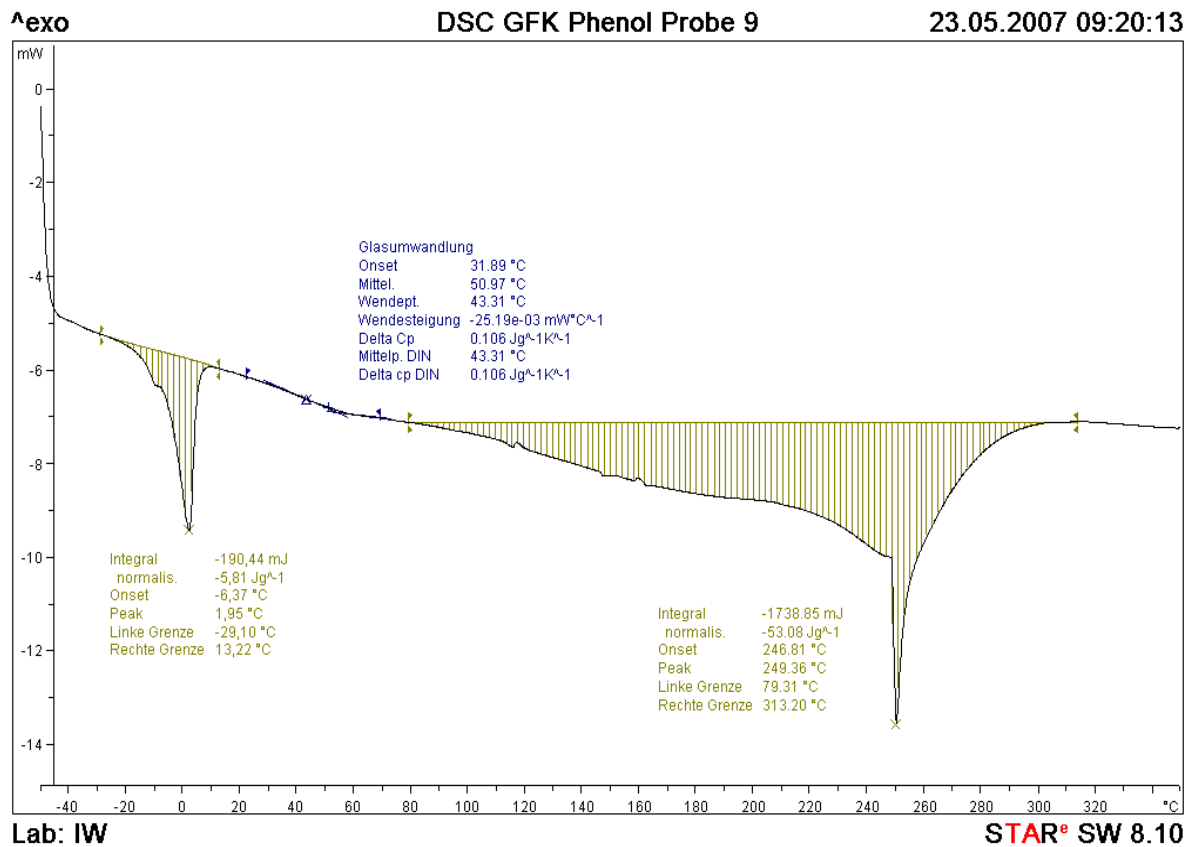
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8), Masse: 31,52 mg, Probe 5
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 350 °C mit 2 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 009 / 17/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

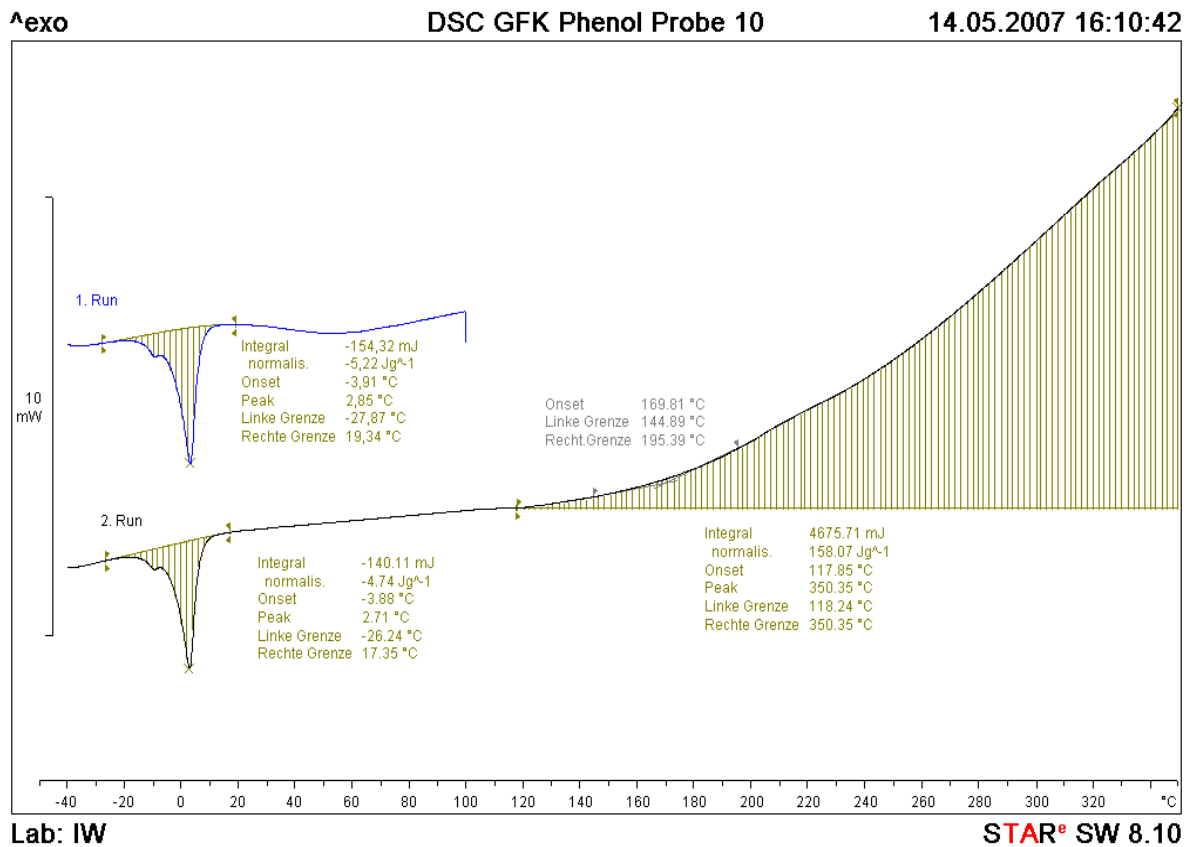
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8), Masse: 32,76 mg, Probe 9
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 350 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: N₂, 50 ml/min



Test-ID: 010 / 17/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

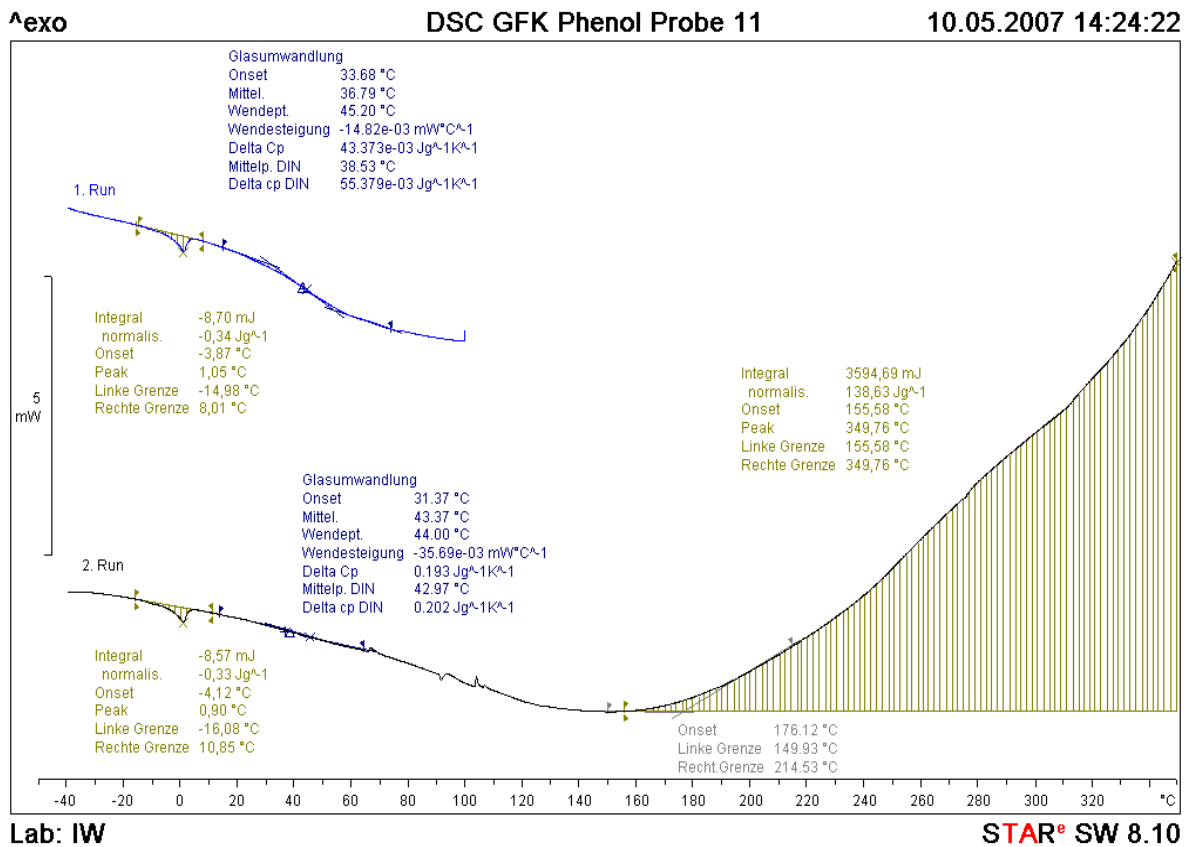
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8), Masse: 29,58 mg, Probe 10
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 100 °C mit 10 K/min, von 100 °C bis -50 °C mit -10 K/min, von -50 °C bis 350 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 011 / 21/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

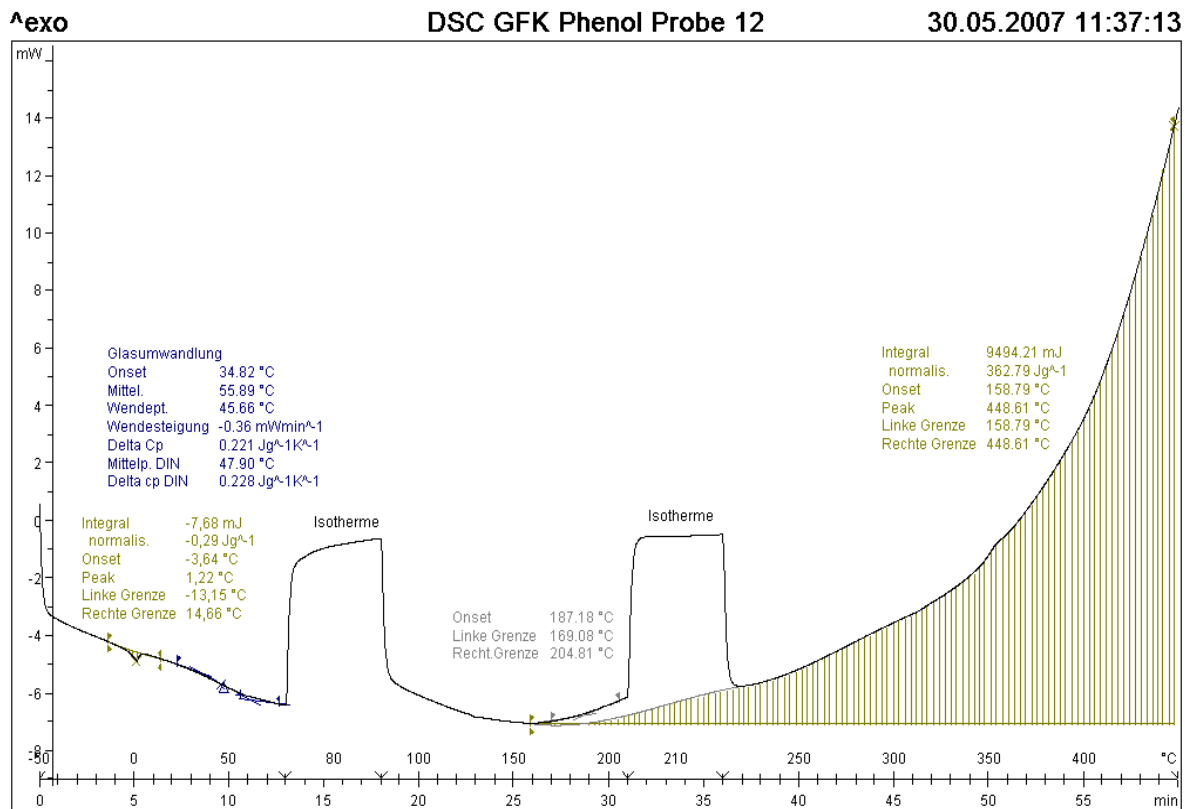
Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8), Masse: 25,93 mg, Probe 11
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 100 °C mit 10 K/min, von 100 °C bis -50 °C mit -10 K/min, von -50 °C bis 350 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 012 / 21/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
 Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8), Masse: 26,17 mg, Probe 12
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 100 °C mit 10 K/min, Haltezeit isotherm für fünf Minuten bei 100 °C, von 100 °C bis 210 °C mit 10 K/min, Haltezeit isotherm für fünf Minuten bei 210 °C, von 210 °C bis 450 °C mit 10 K/min,
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



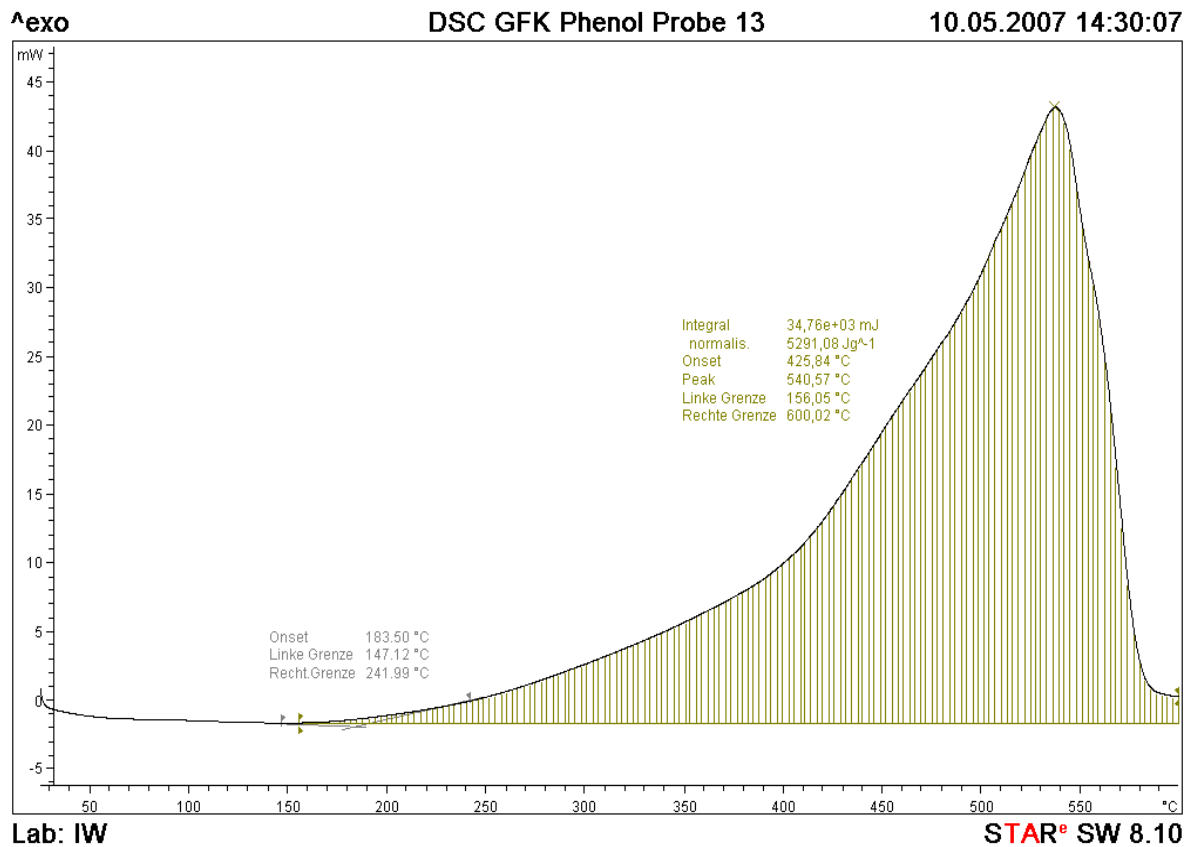
Lab: IW

STAR[®] SW 8.10

Test-ID: NEU / 23/05/2007

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

Methode: Thermisches Messmodul: DSC 822^e
Tiegel: Aluminum Standard 40 µl, gelochter Tiegeldeckel
Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8), Masse: 6,57 mg, Probe 13
Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 600 °C mit 10 K/min
Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



C.2.2 DMA

Test-ID: 101 / 20/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

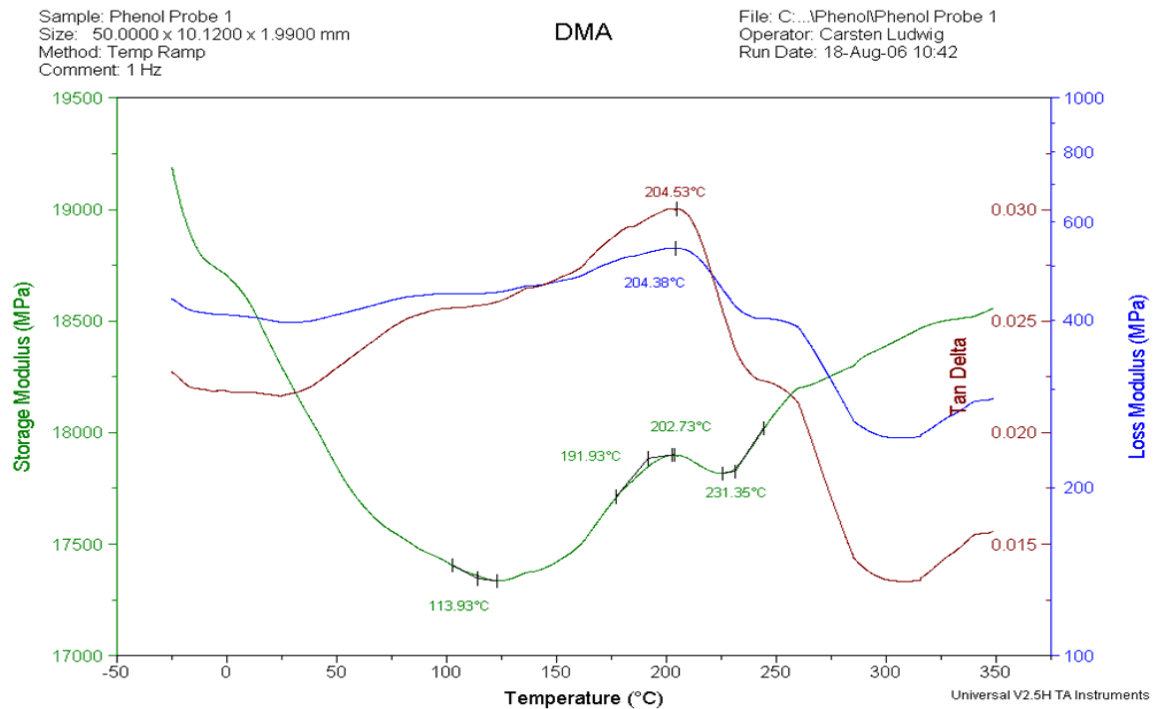
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,09 mm, h = 1,99 mm,
b = 10,12 mm
Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis-
scheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
Masse: vor der Messung 183,030 mg,
nach der Messung 159,830 mg,
Massenverlust: 23,2 mg,
Probe 1

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 350 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 102 / 21/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

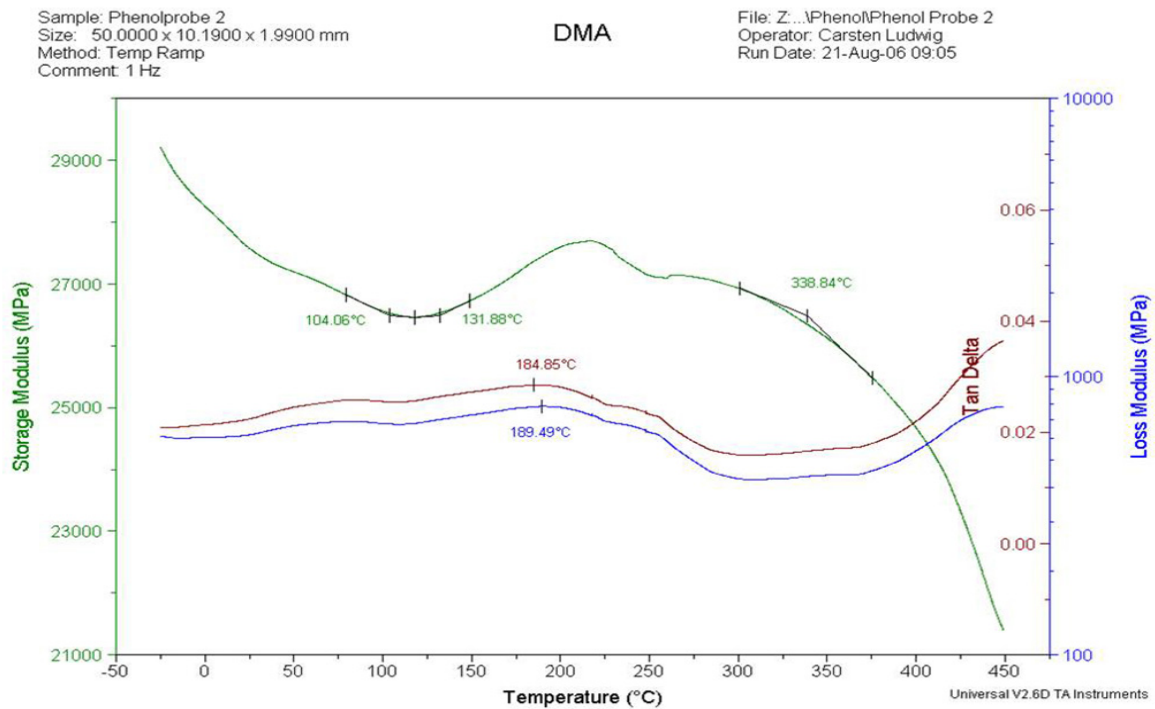
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,09 mm, h = 1,99 mm,
b = 10,19mm
Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis-
scheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
Masse: vor der Messung 209,456 mg,
nach der Messung 183,289 mg,
Massenverlust: 26,17 mg,
Probe 2

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 450 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 103 / 21/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

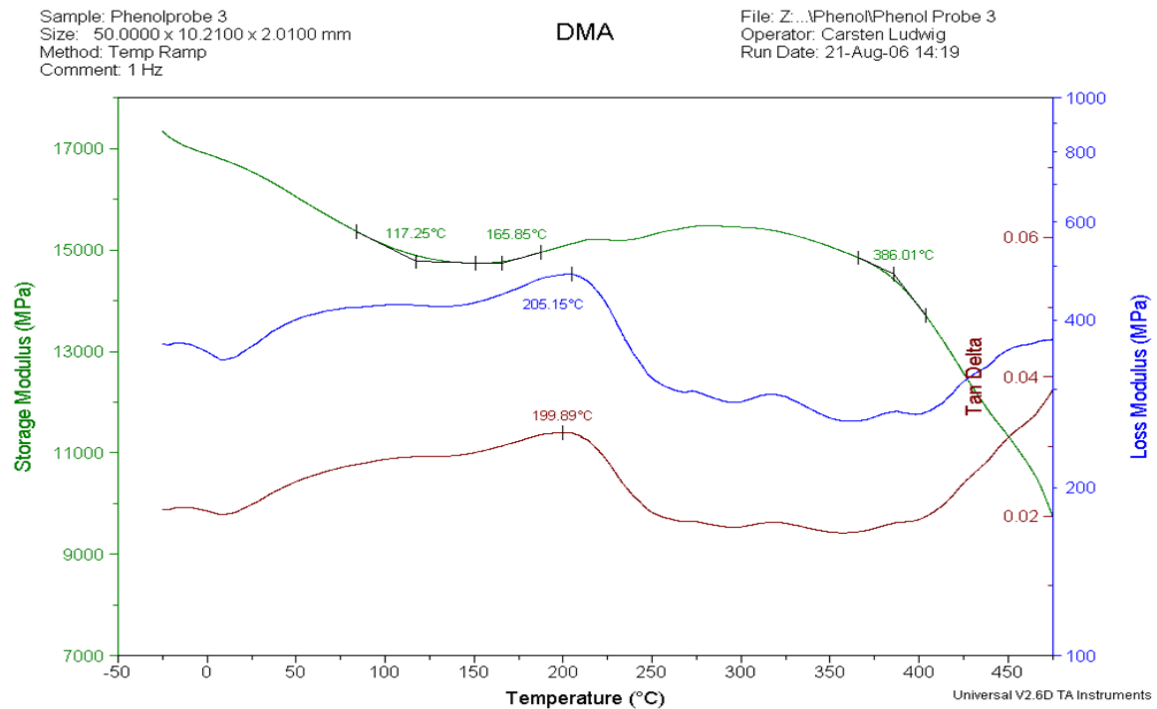
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,29 mm, h = 2,01 mm,
b = 10,21 mm
Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis-
scheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
Masse: vor der Messung 192,599 mg,
nach der Messung 134,159 mg,
Massenverlust: 58,44 mg,
Probe 3

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 500 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 104 / 21/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

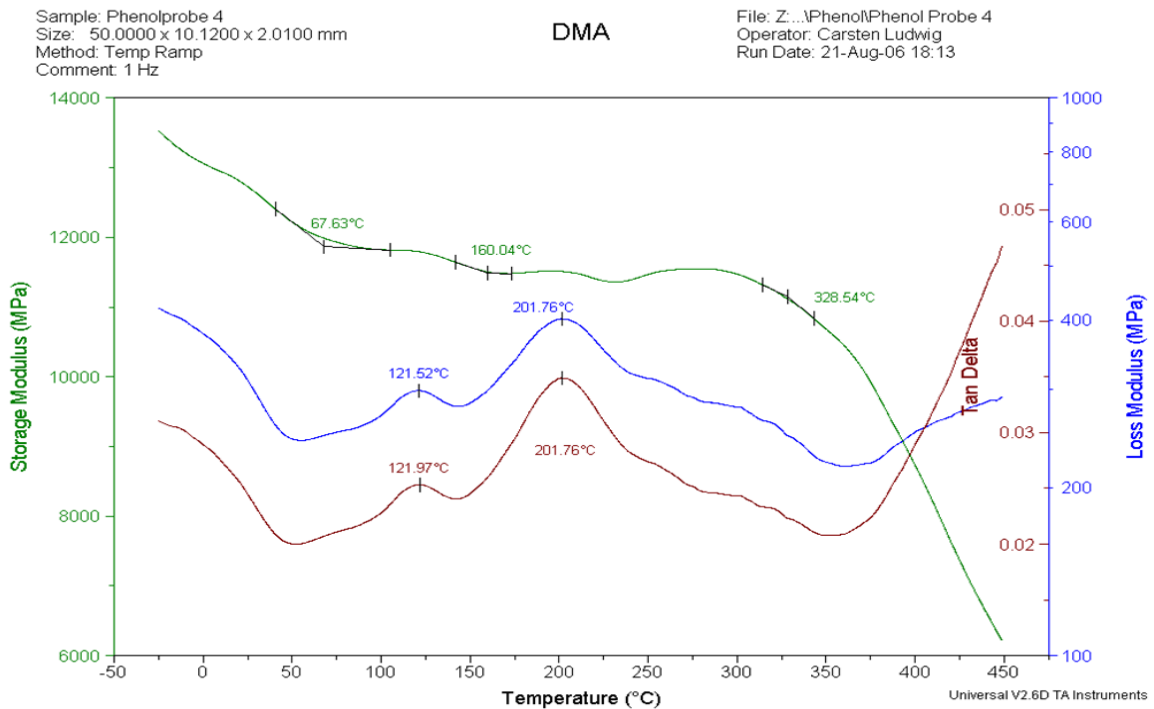
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,40 mm, h = 2,01 mm,
b = 10,12 mm,
Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis-
scheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
Masse: vor der Messung 180,955 mg,
nach der Messung 141,274 mg,
Massenverlust: 39,68 mg,
Probe 4

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

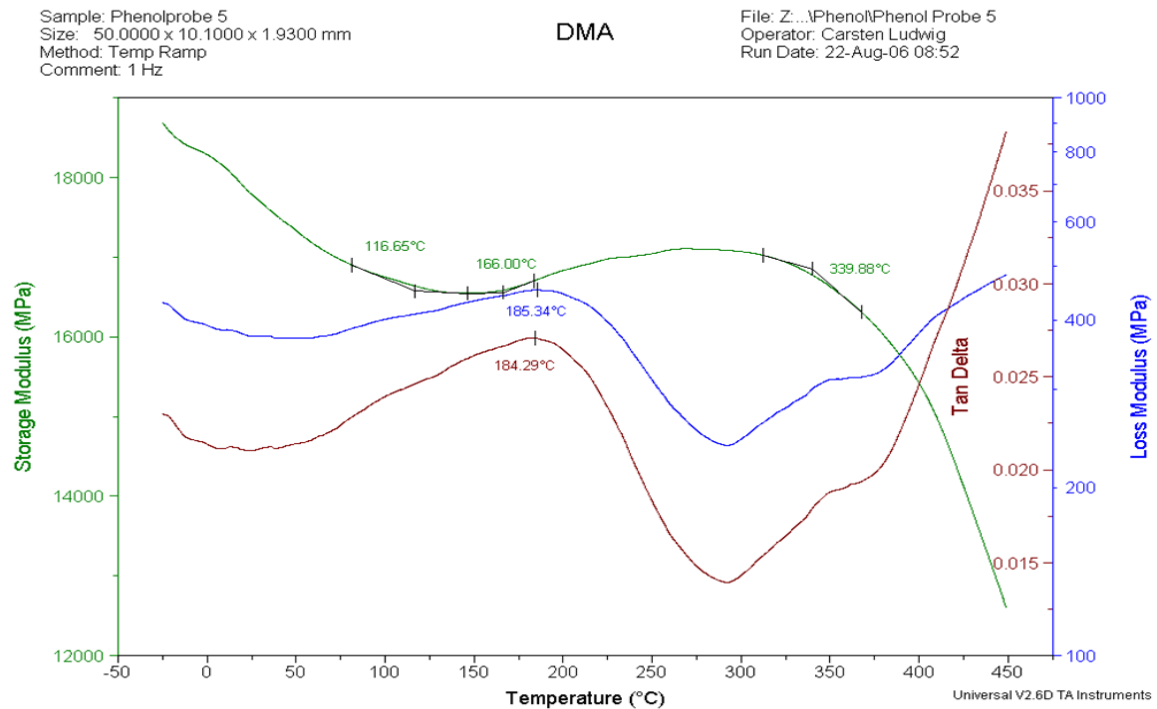
Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 450 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 105 / 22/08/2006

Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz	
Methode:	Thermisches Messmodul:	DMA 2980 TA Instruments, Klemme: 3-Punkt-Biegung
	Probenherstellung:	Balken l = 60,27 mm, h = 1,93 mm, b = 10,10 mm, Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis- scheibe aus einem Profil LNP (75/75/8), Masse: vor der Messung 191,979 mg, nach der Messung 159,051 mg, Massenverlust: 32,93 mg, Probe 5
	Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
	Temperaturbelastung:	Aufheizung: von -50 °C bis 450 °C mit 3 K/min, Frequenz 1 Hz, Amplitude 10 µm, Vorkraft 0,01 N, 150 %
	Ofenatmosphäre:	Luft, 50 ml/min



Test-ID: 106 / 23/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

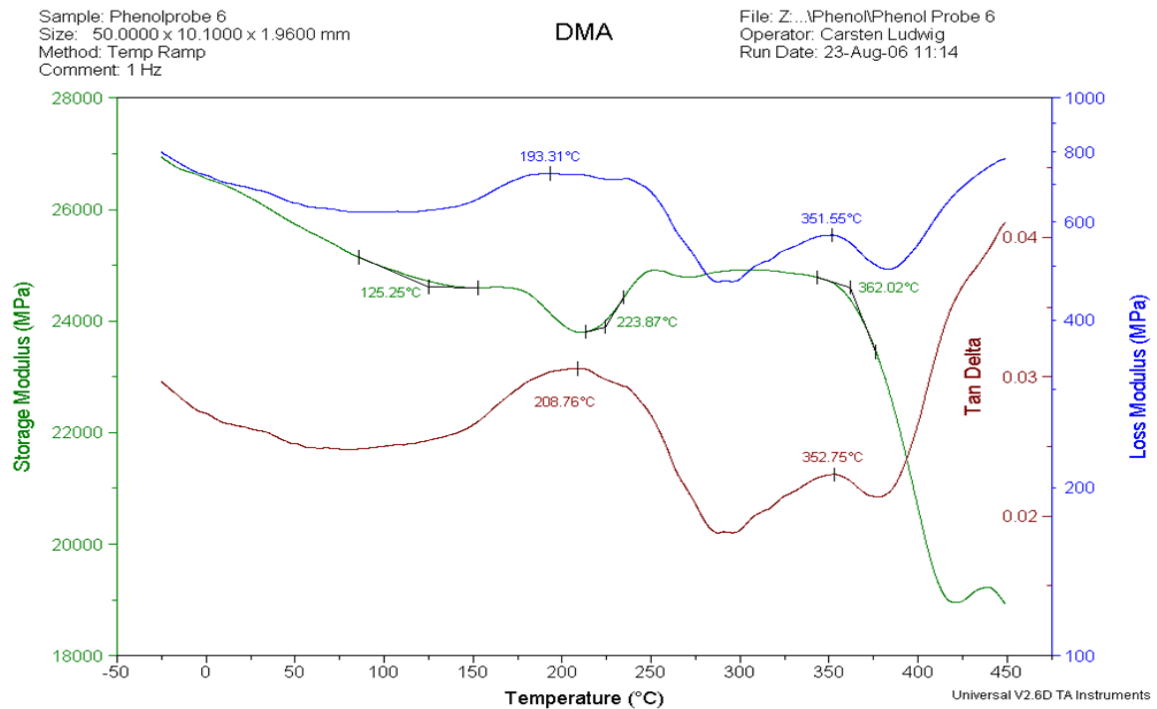
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,19 mm, h = 1,96 mm,
b = 10,10 mm,
Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis-
scheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
Masse: vor der Messung 195,390 mg,
nach der Messung 163,612 mg,
Massenverlust: 31,778 mg,
Probe 6

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

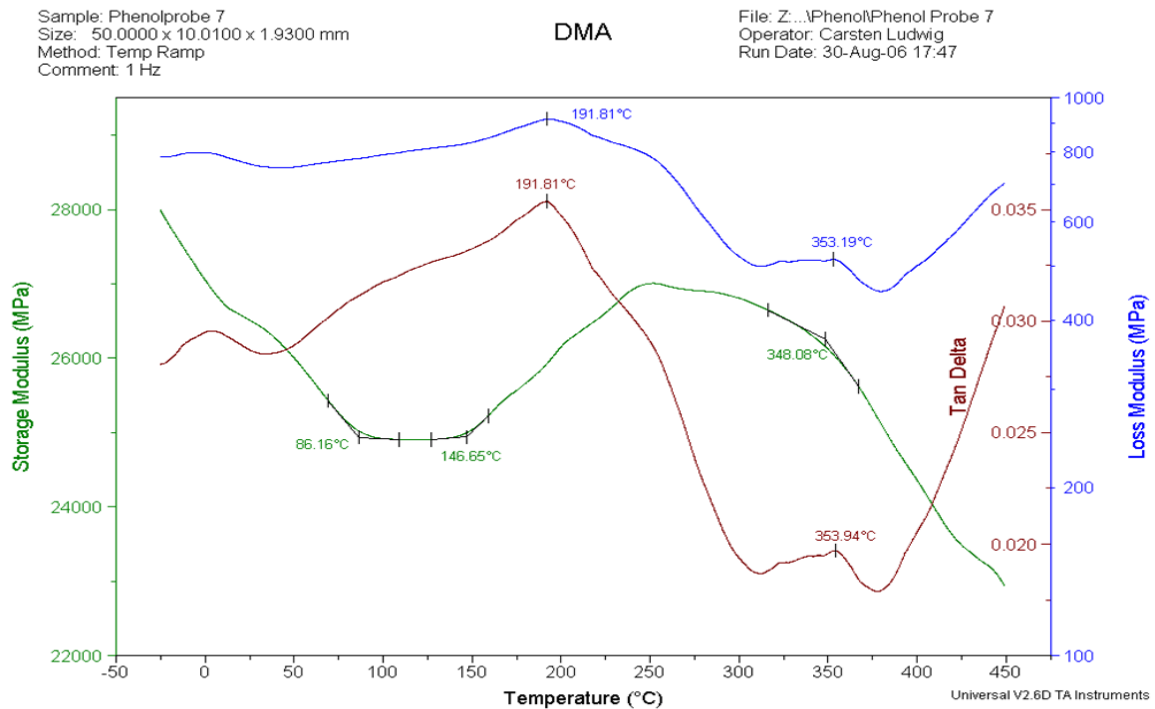
Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 450 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Last 0,1 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



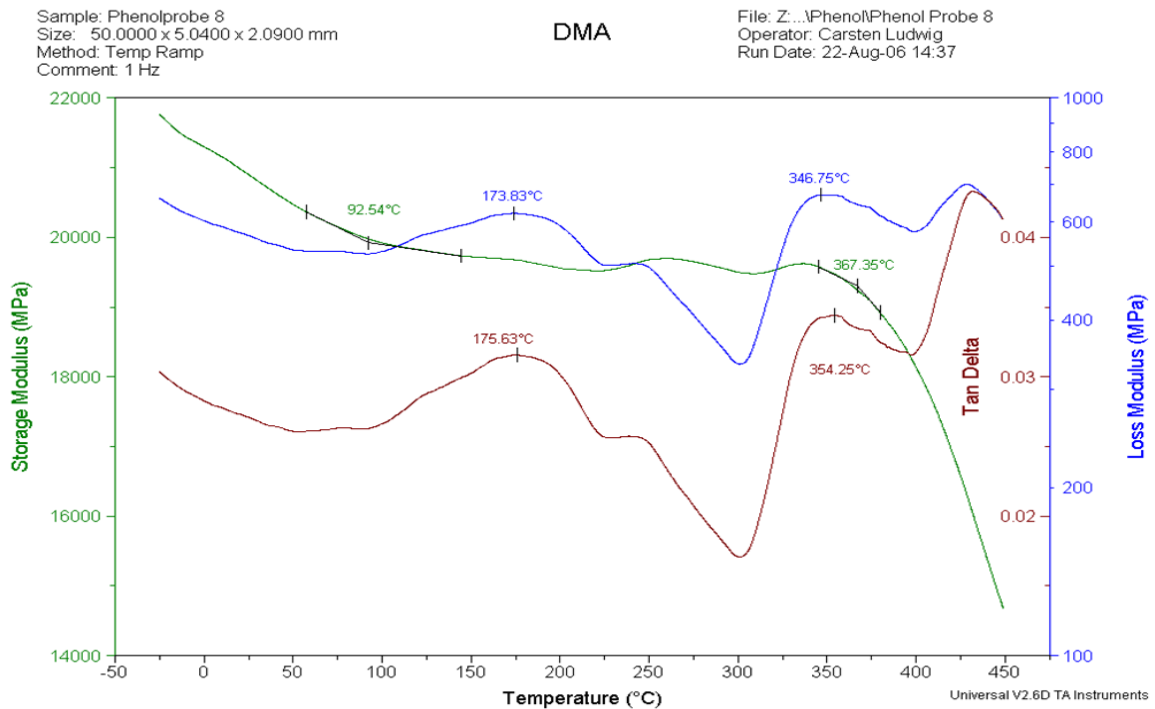
Test-ID: 111 / 30/08/2006

Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz	
Methode:	Thermisches Messmodul:	DMA 2980 TA Instruments, Klemme: 3-Punkt-Biegung
	Probenherstellung:	Balken l = 60,20 mm, h = 1,93 mm, b = 10,01 mm, Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis- scheibe aus einem Profil LNP (75/75/8), Masse: vor der Messung 213,620 mg, nach der Messung 185,624 mg, Massenverlust: 27,996 mg, Probe 7
	Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
	Temperaturbelastung:	Aufheizung: von -50 °C bis 450 °C mit 3 K/min, Frequenz 1 Hz, Amplitude 10 µm, Vorkraft 0,01 N, 150 %
	Ofenatmosphäre:	Luft, 50 ml/min



Test-ID: 107 / 22/08/2006

Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz	
Methode:	Thermisches Messmodul:	DMA 2980 TA Instruments, Klemme: 3-Punkt-Biegung
	Probenherstellung:	Balken l = 60,12 mm, h = 2,09 mm, b = 5,04 mm, Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis- scheibe aus einem Profil LNP (75/75/8), Masse: vor der Messung 97,823 mg, nach der Messung 80,684 mg, Massenverlust: 17,139 mg, Probe 8
	Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
	Temperaturbelastung:	Aufheizung: von -50 °C bis 450 °C mit 3 K/min, Frequenz 1 Hz, Amplitude 10 µm, Vorkraft 0,01 N, 150 %
	Ofenatmosphäre:	Luft, 50 ml/min



Test-ID: 108 / 22/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

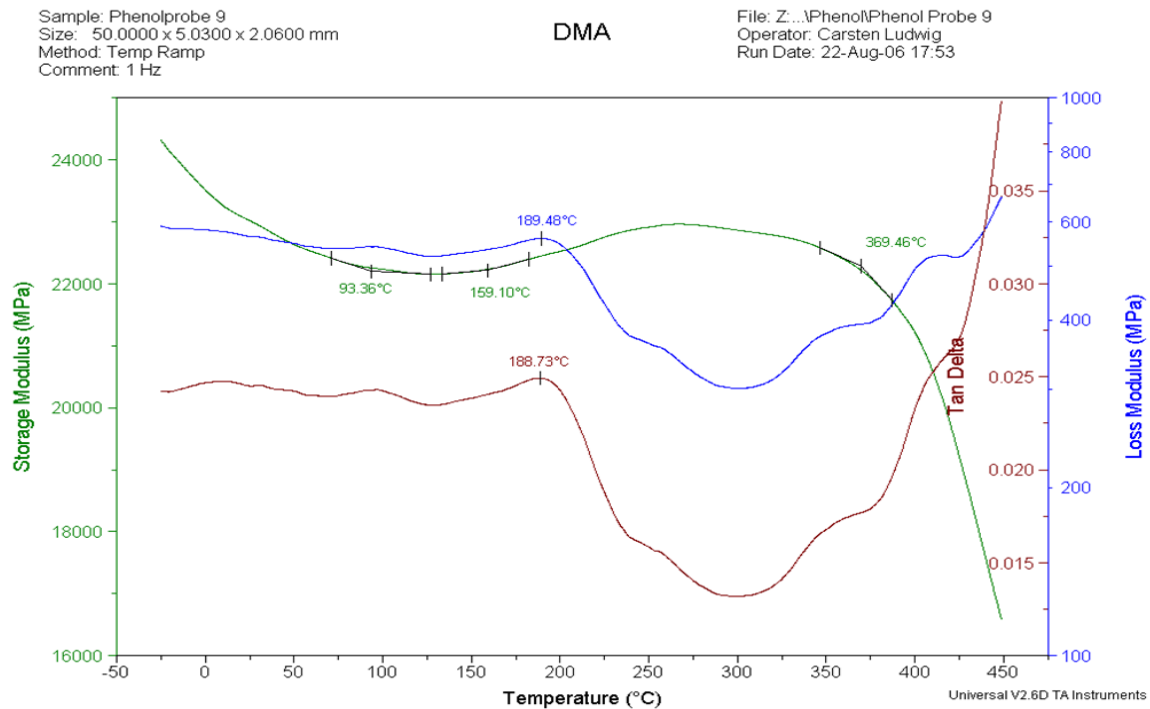
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,12 mm, h = 2,06 mm,
b = 5,03 mm,
Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
Masse: vor der Messung 101,265 mg,
nach der Messung 86,149 mg,
Massenverlust: 15,116 mg,
Probe 9

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

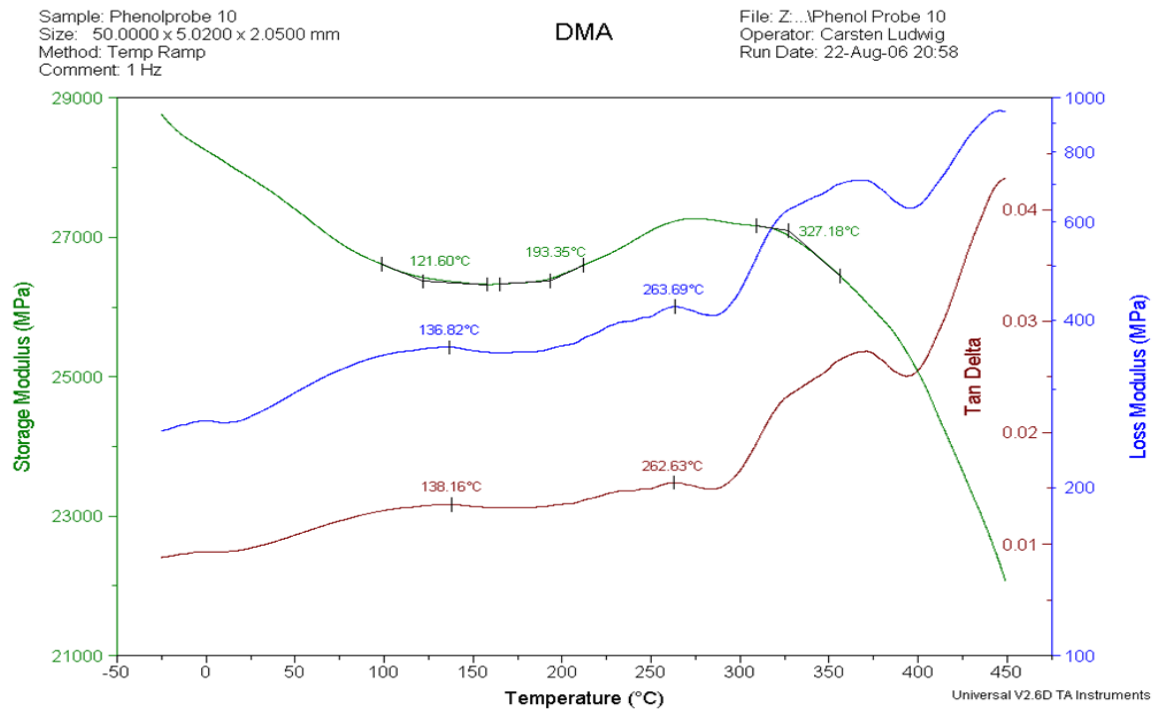
Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 450 °C mit 3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



Test-ID: 109 / 23/08/2006

Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz		
Methode:	Thermisches Messmodul:	DMA 2980 TA Instruments, Klemme: 3-Punkt-Biegung	
	Probenherstellung:	Balken l = 60,10 mm, h = 2,05 mm, b = 5,02 mm, Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis- scheibe aus einem Profil LNP (75/75/8), Masse: vor der Messung 104,223 mg, nach der Messung 89,104 mg, Massenverlust: 15,119 mg, Probe 10	
	Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur	
	Temperaturbelastung:	Aufheizung: von -50 °C bis 450 °C mit 3 K/min, Frequenz 1 Hz, Amplitude 10 µm, Vorkraft 0,01 N, 150 %	
	Ofenatmosphäre:	Luft, 50 ml/min	



Test-ID: 110 / 28/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

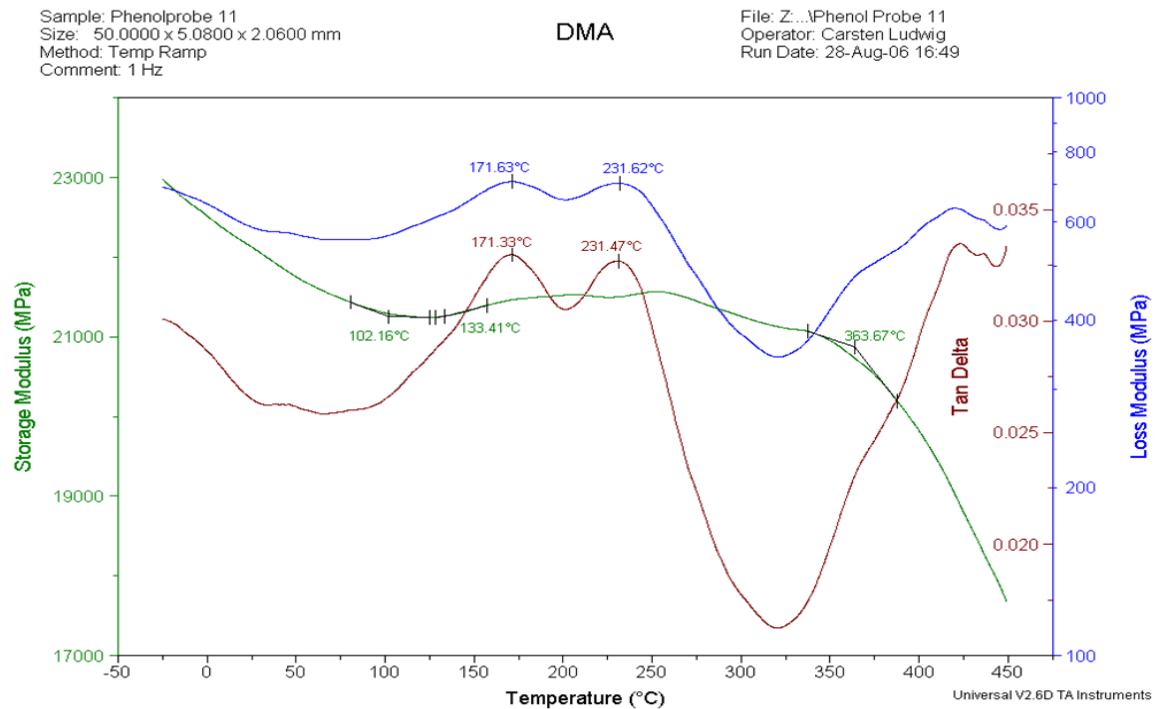
Methode: Thermisches Messmodul: DMA 2980 TA Instruments,
Klemme: 3-Punkt-Biegung

Probenherstellung: Balken l = 60,17 mm, h = 2,06 mm,
b = 5,08 mm,
Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreis-
scheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
Masse: vor der Messung 100,603 mg,
nach der Messung 84,078 mg,
Massenverlust: 16,525 mg,
Probe 11

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei
Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von -50 °C bis 450 °C mit
3 K/min, Frequenz 1 Hz,
Amplitude 10 µm,
Vorkraft 0,01 N, 150 %

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



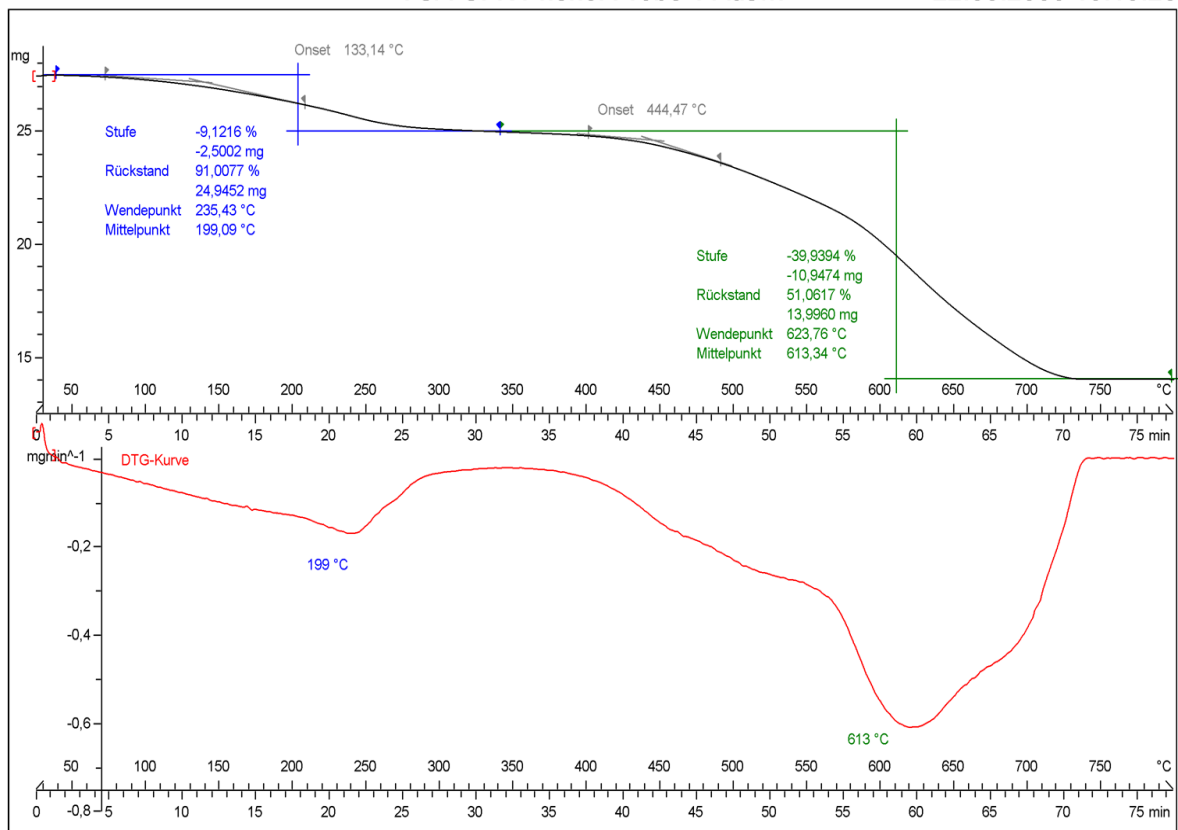
C.2.3 TGA/TGA-FTIR

Test-ID: 001 / 16/08/2006

Probenmaterial:	unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz		
Methode:	Thermisches Messmodul:	TGA/SDTA 851 ^e	
	Tiegel:	Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel	
	Probenherstellung:	Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8), Masse: 27,41 mg, Probe 1	
	Probenkonditionierung:	2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur	
	Temperaturbelastung:	Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min	
	Ofenatmosphäre:	Luft, 50 ml/min	

TGA GFK Phenol Probe 1 Ausw.

22.08.2006 19:19:26



Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: 002 / 16/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851°
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
 Masse: 27,32 mg,
 Probe 2

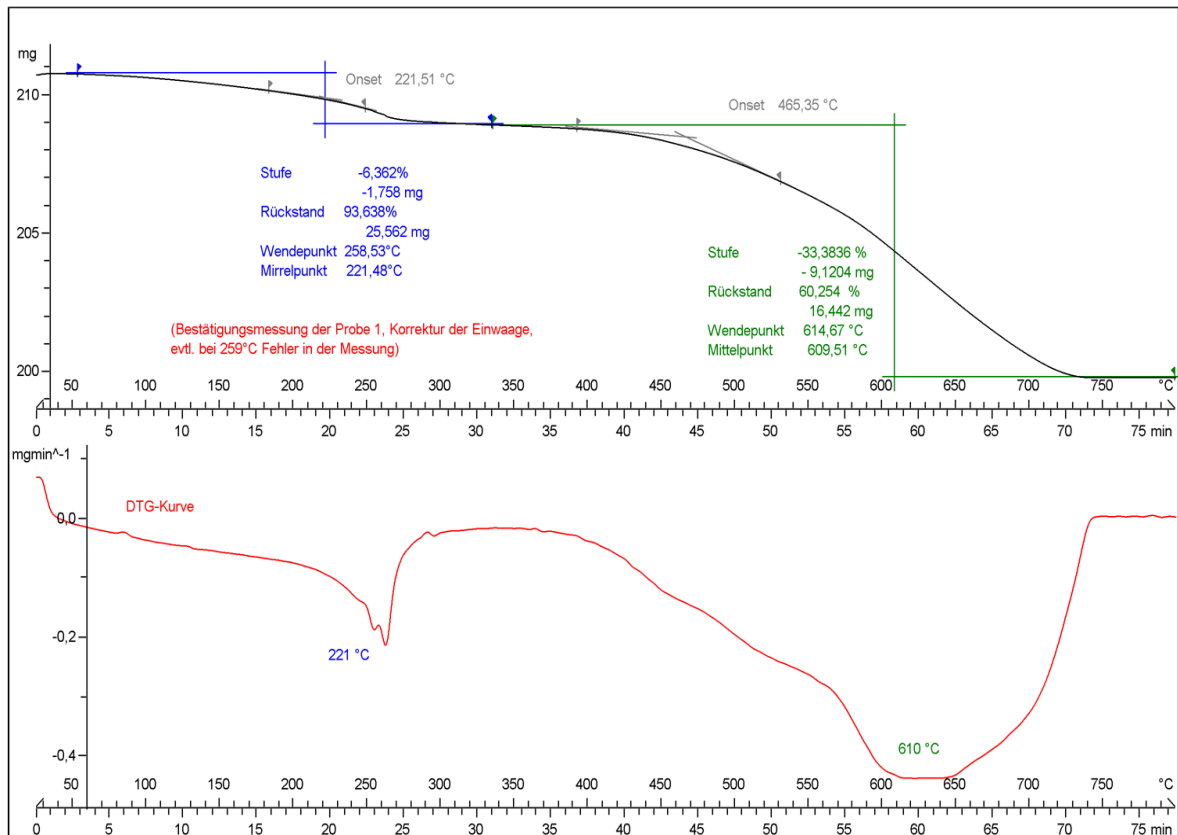
Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

TGA GFK Phenol Probe 2 Ausw.

22.08.2006 19:19:32



Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: 006 / 16/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851^e
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
 Masse: 31,32 mg,
 Probe 6

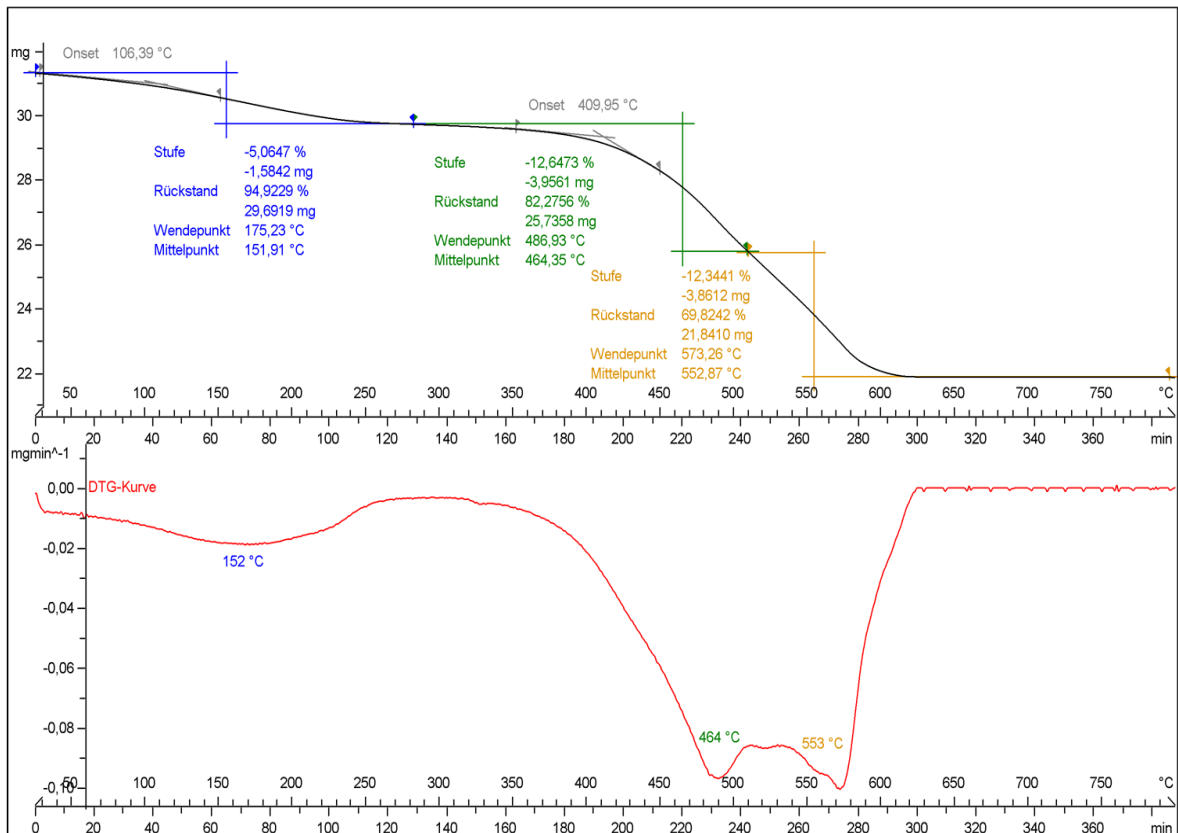
Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 2 K/min

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

TGA GFK Phenol Probe 6 Ausw.

22.08.2006 19:19:39



Lab: IW

STAR[®] SW 8.10

Test-ID: 007 / 17/08/2006

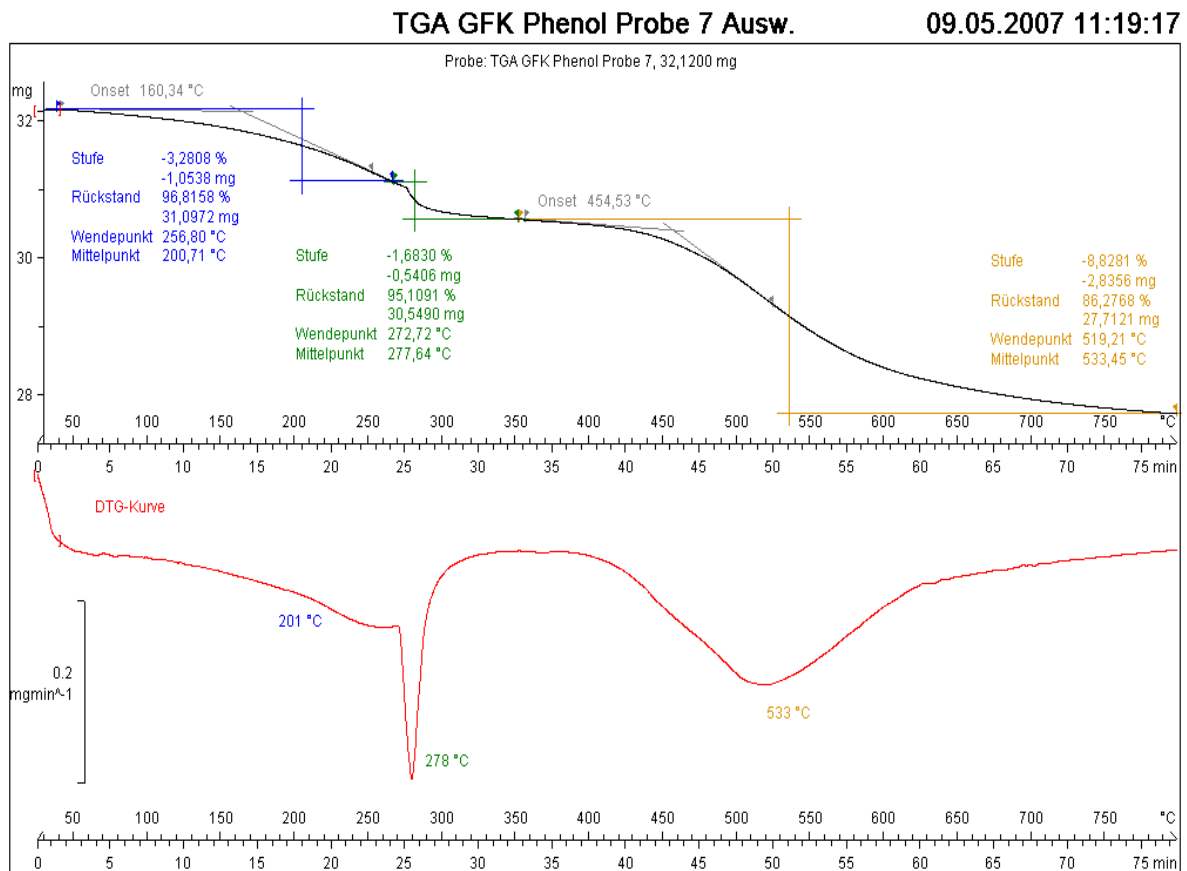
Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851°
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
 Masse: 32,12 mg,
 Probe 7

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min

Ofenatmosphäre: N₂, 50 ml/min



Lab: IW

STAR[®] SW 8.10

Test-ID: 008 / 17/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851°
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
 Masse: 28,56 mg,
 Probe 8

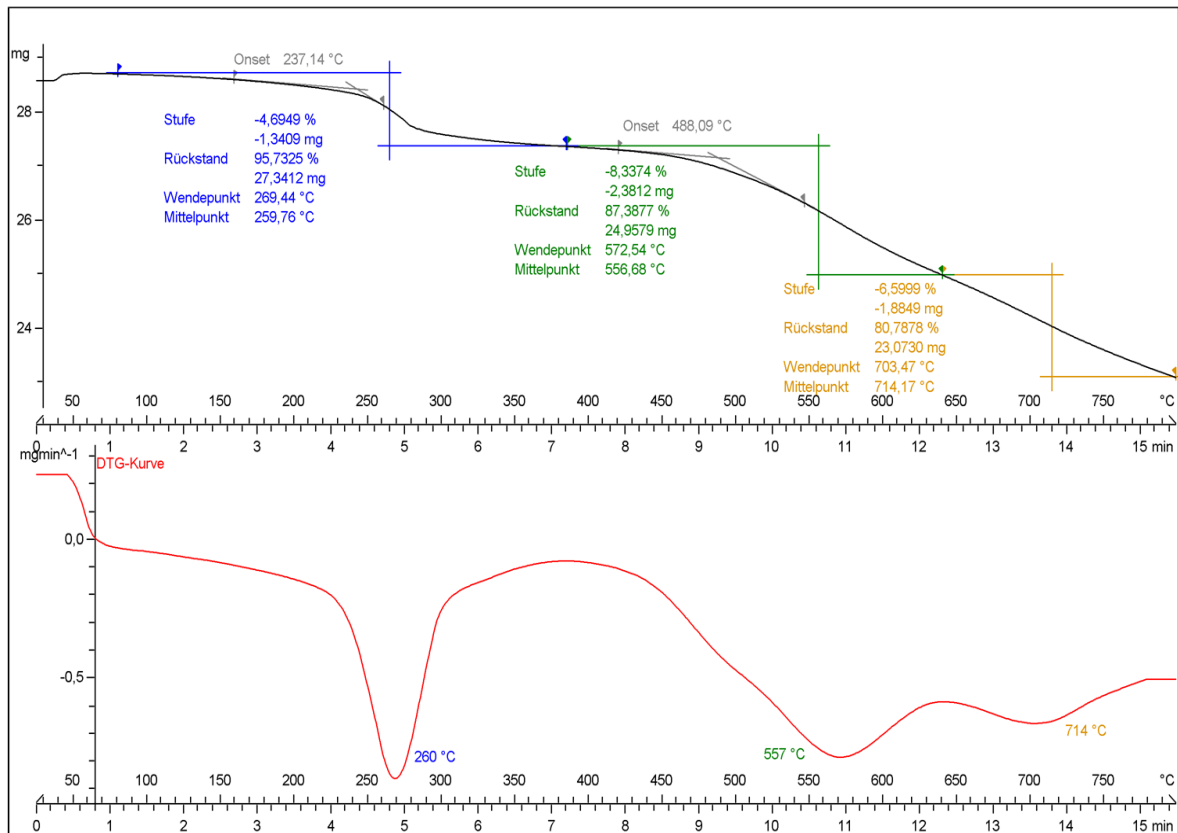
Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 50 K/min

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

TGA GFK Phenol Probe 8 Ausw.

22.08.2006 19:19:52



Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: Messung 1 / 21/08/2006

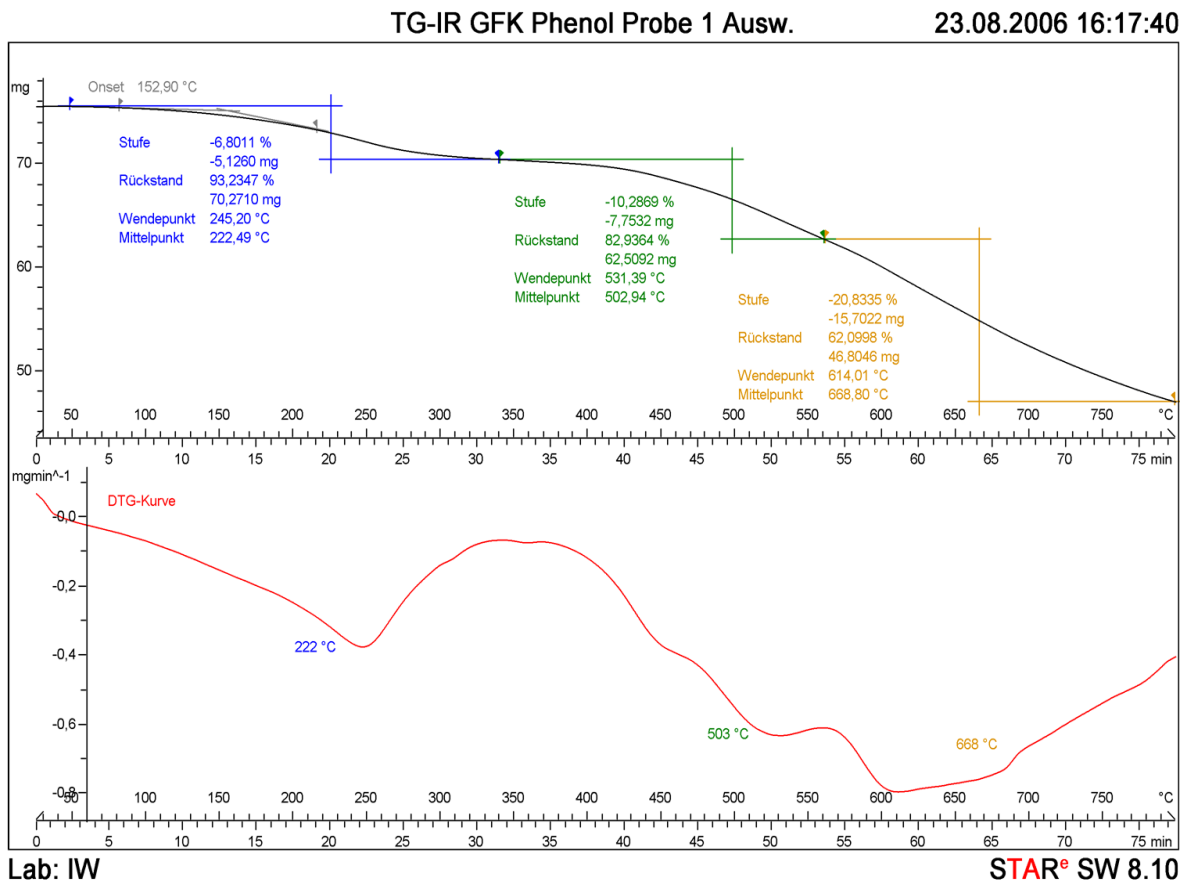
Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851° FTIR
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
 Masse: 75,37 mg,
 Probe 1

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

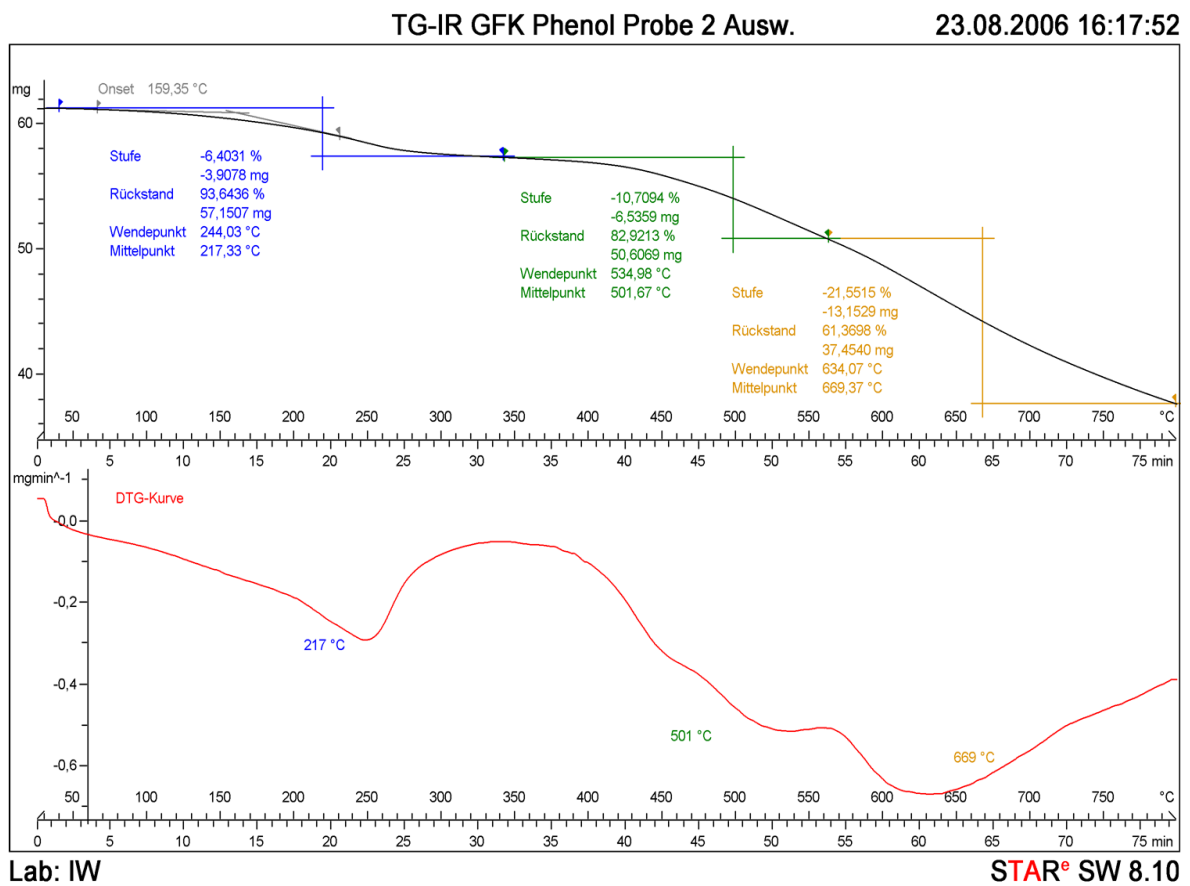


Test-ID: Messung 2 / 22/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

Methode:

Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851° FTIR
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8), Masse: 61,02 mg, Probe 2
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min



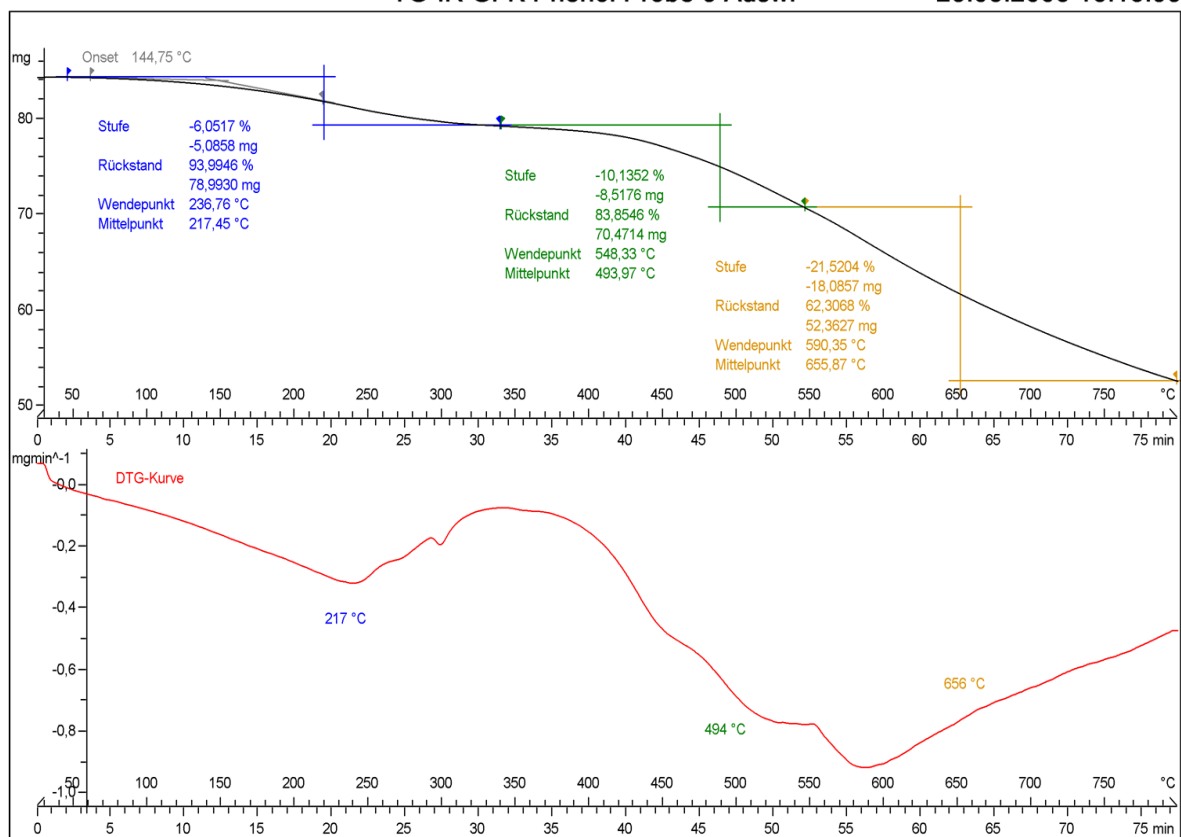
Test-ID: Messung 3 / 22/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851° FTIR
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
 Masse: 84,04 mg,
 Probe 3
 Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur
 Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min
 Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

TG-IR GFK Phenol Probe 3 Ausw.

23.08.2006 16:16:53



Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: Messung 4 / 24/08/2006

Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851^e FTIR
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
 Masse: 26,72 mg,
 Probe 4

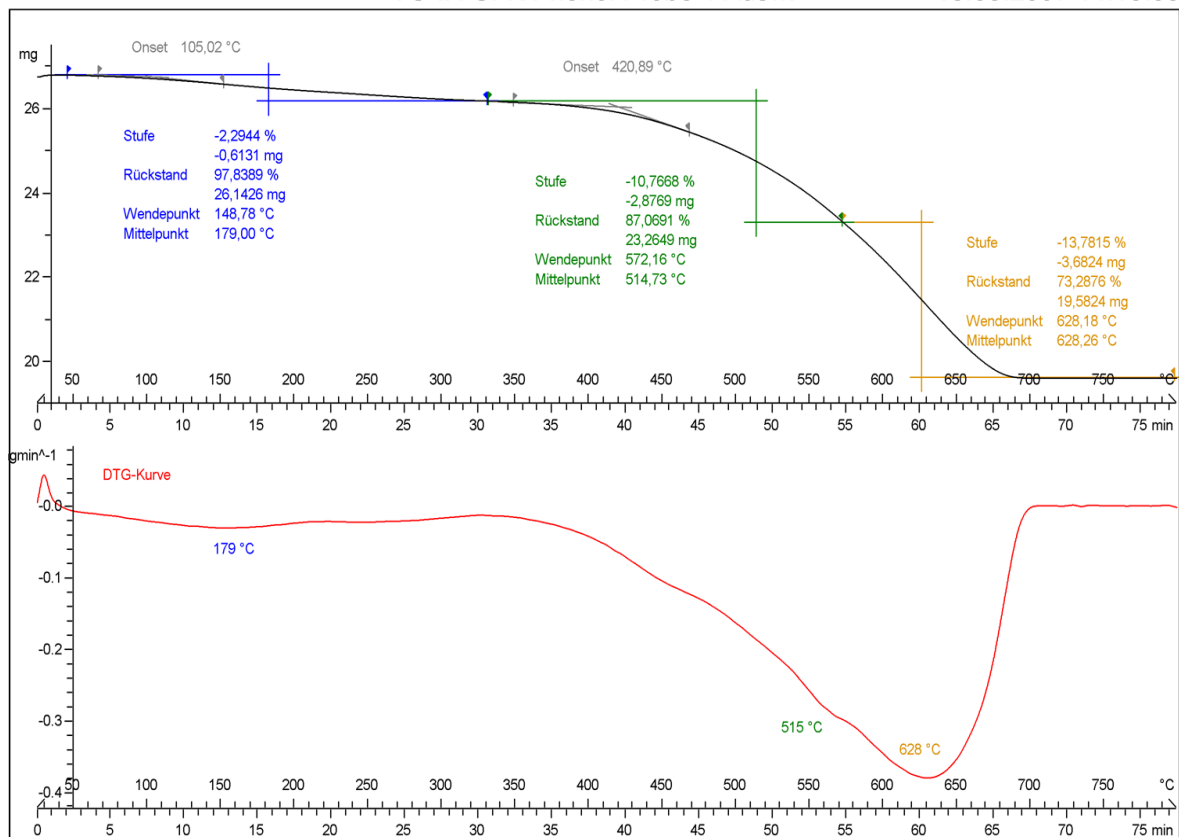
Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min

Ofenatmosphäre: Luft, 50 ml/min

TG-IR GFK Phenol Probe 4 Ausw.

15.03.2007 14:13:05



Lab: IW

STAR^e SW 8.10

Test-ID: Messung 5 / 24/08/2006

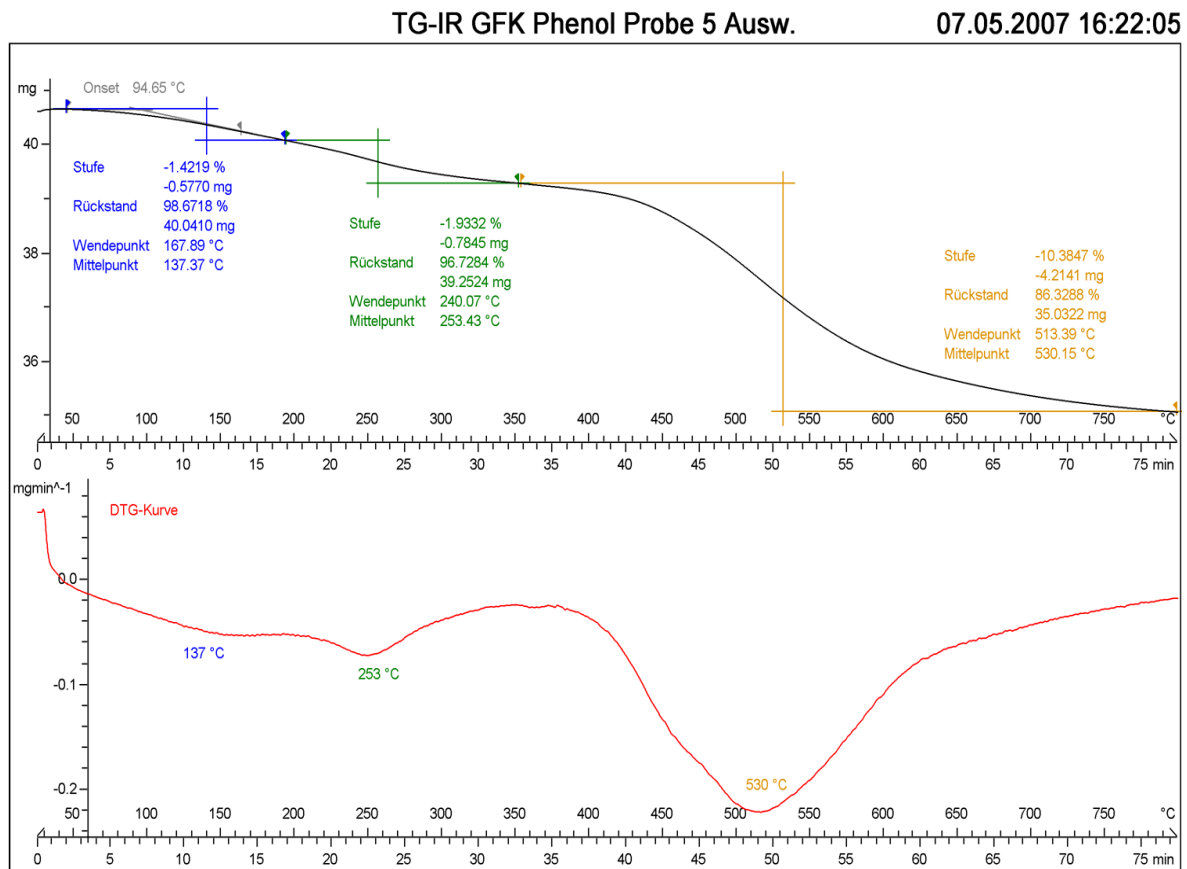
Probenmaterial: unidirektionales glasfaserverstärktes Phenolharz

Methode: Thermisches Messmodul: TGA/SDTA 851° FTIR
 Tiegel: Alu-Oxide 70 µl, ohne Tiegeldeckel
 Probenherstellung: Wasserstrahl geschnittene Flanschvollkreisscheibe aus einem Profil LNP (75/75/8),
 Masse: 40,58 mg,
 Probe 5

Probenkonditionierung: 2-wöchige Trocknungsphase bei Raumtemperatur

Temperaturbelastung: Aufheizung: von 25 °C bis 800 °C mit 10 K/min

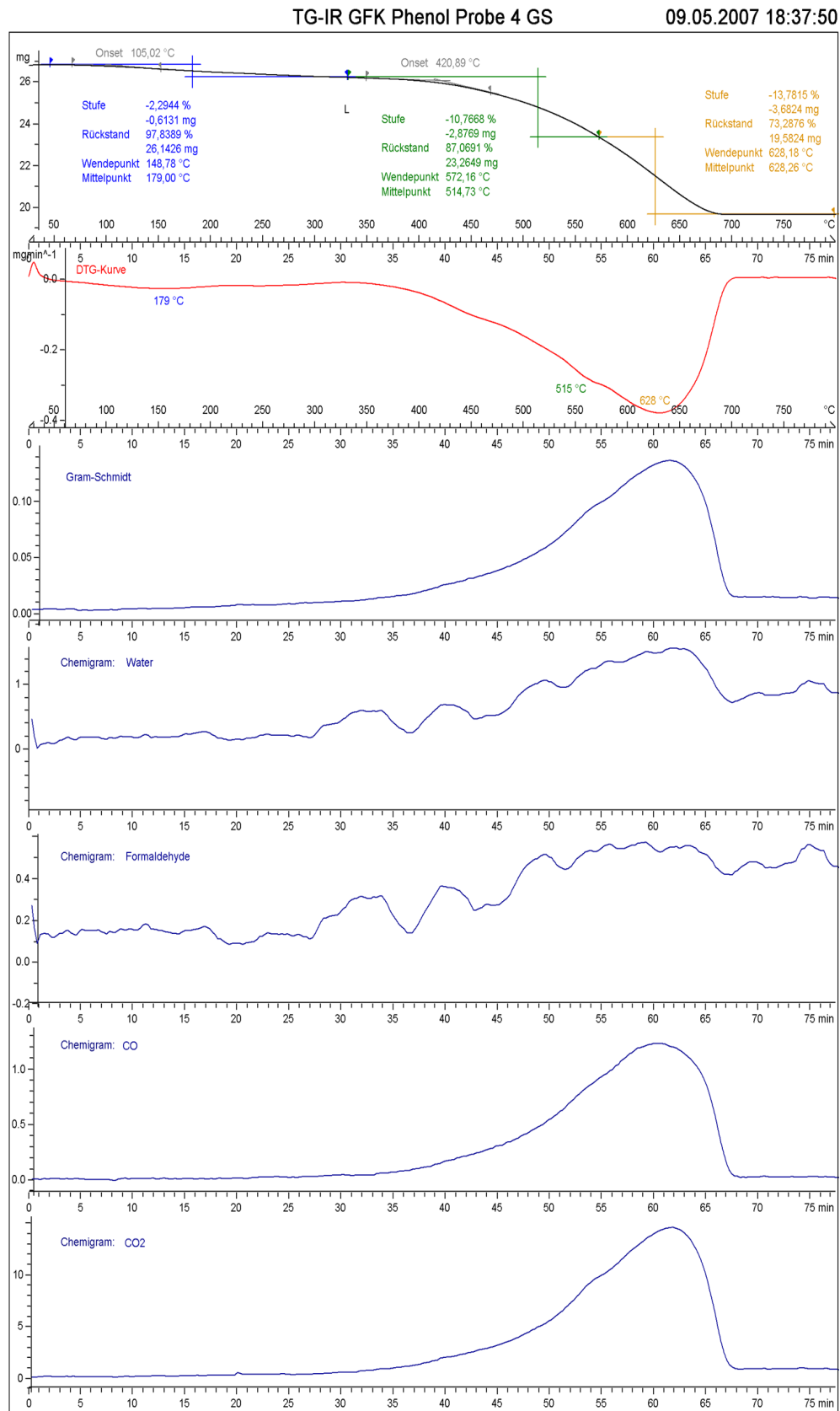
Ofenatmosphäre: N₂, 50 ml/min

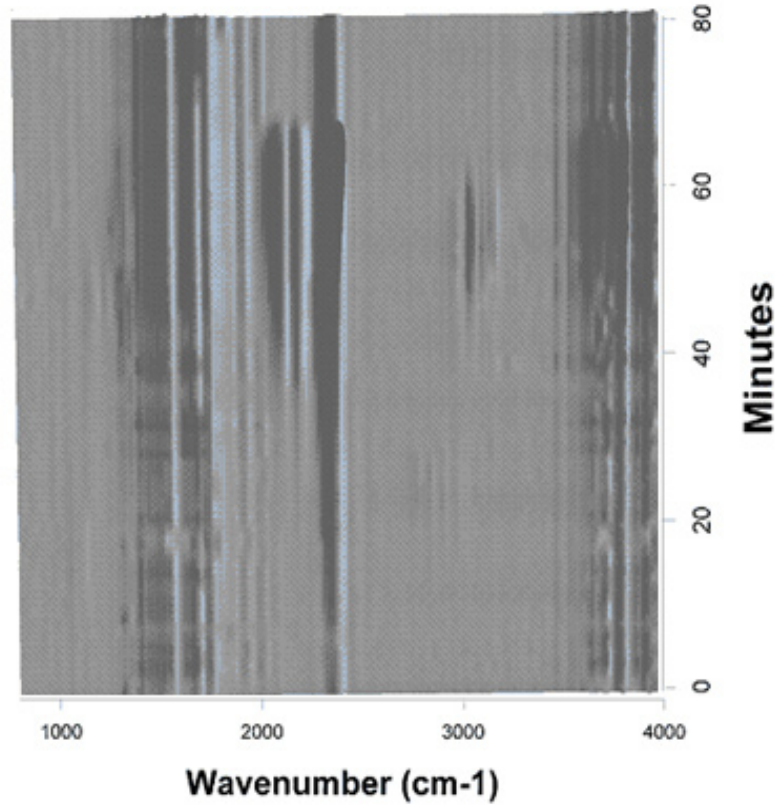
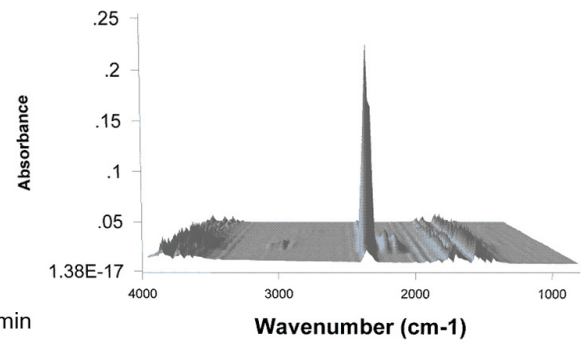
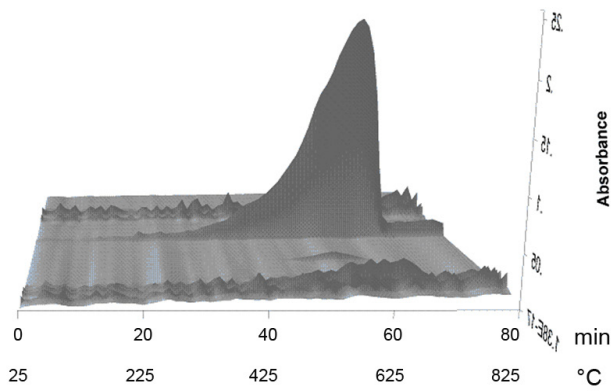
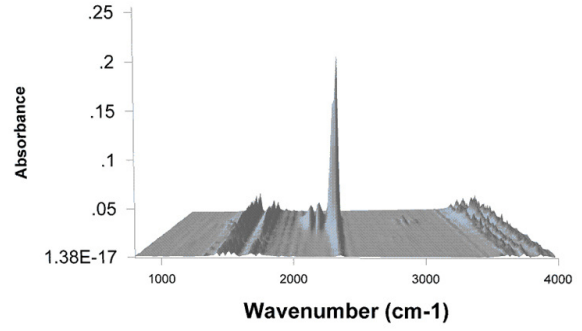
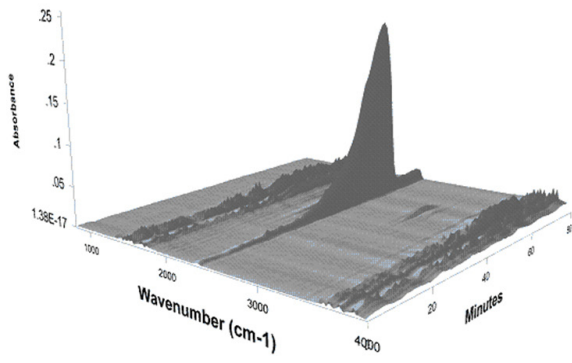


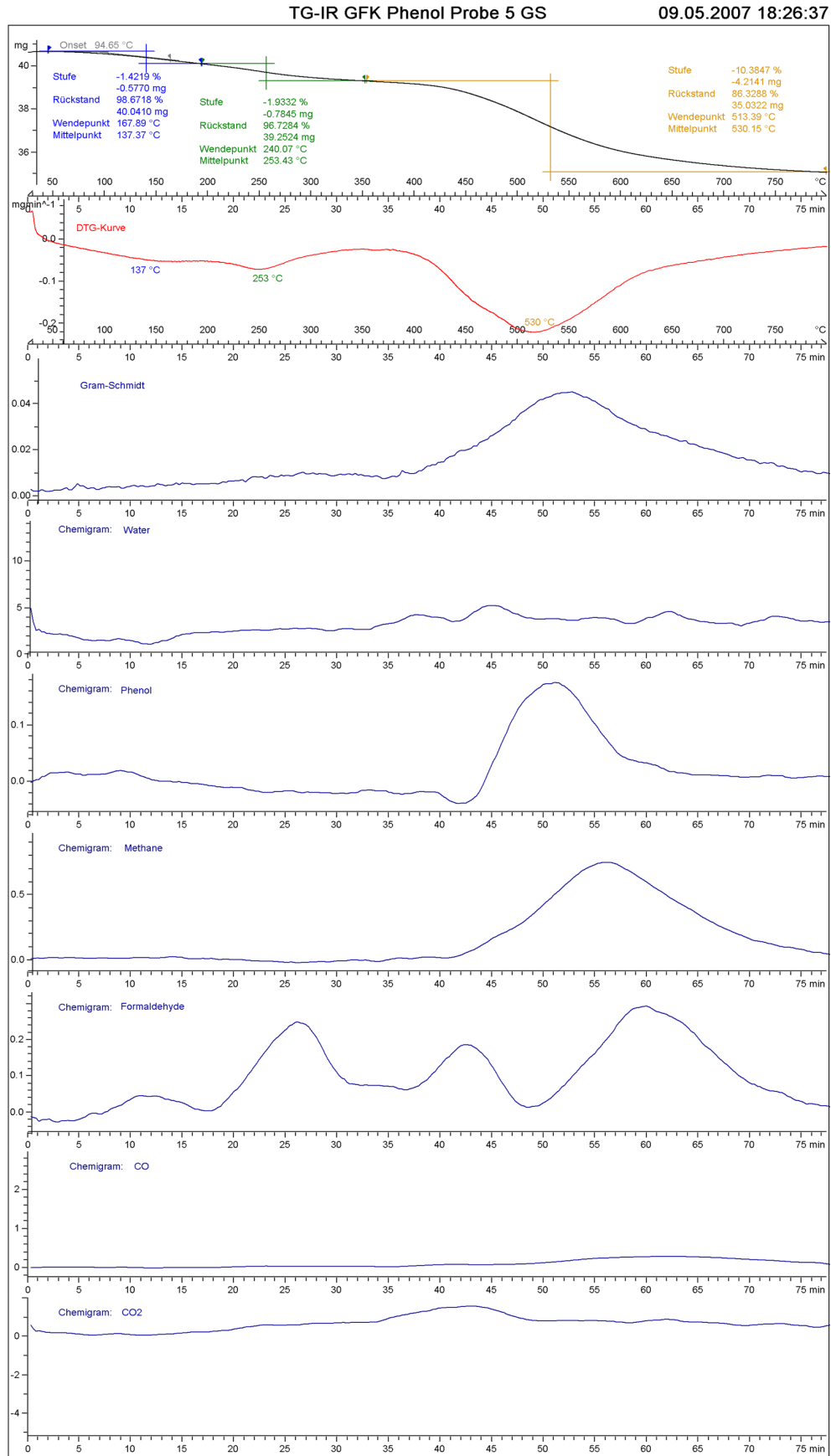
Lab: IW

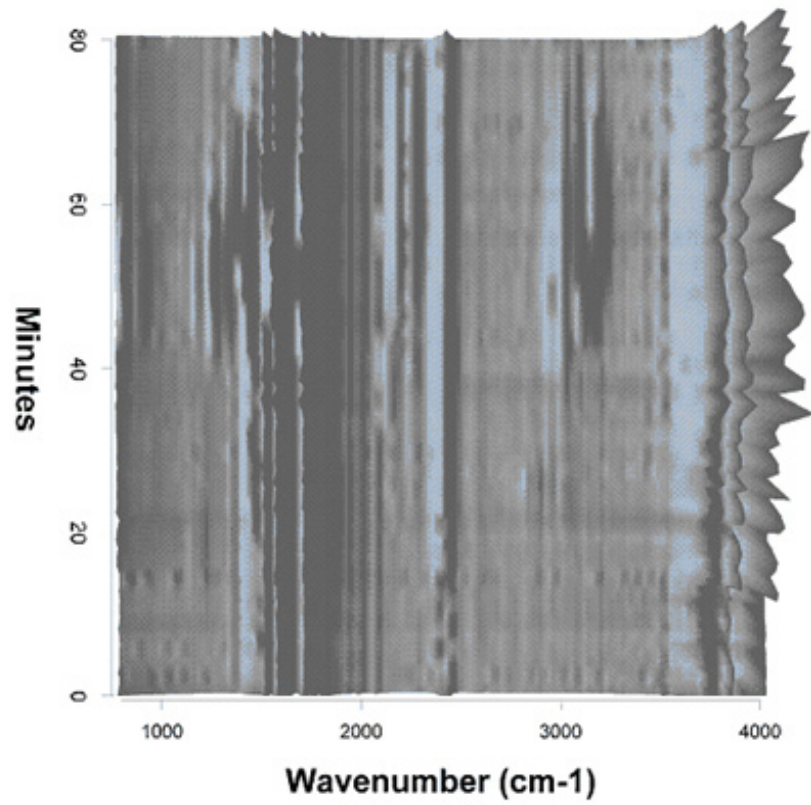
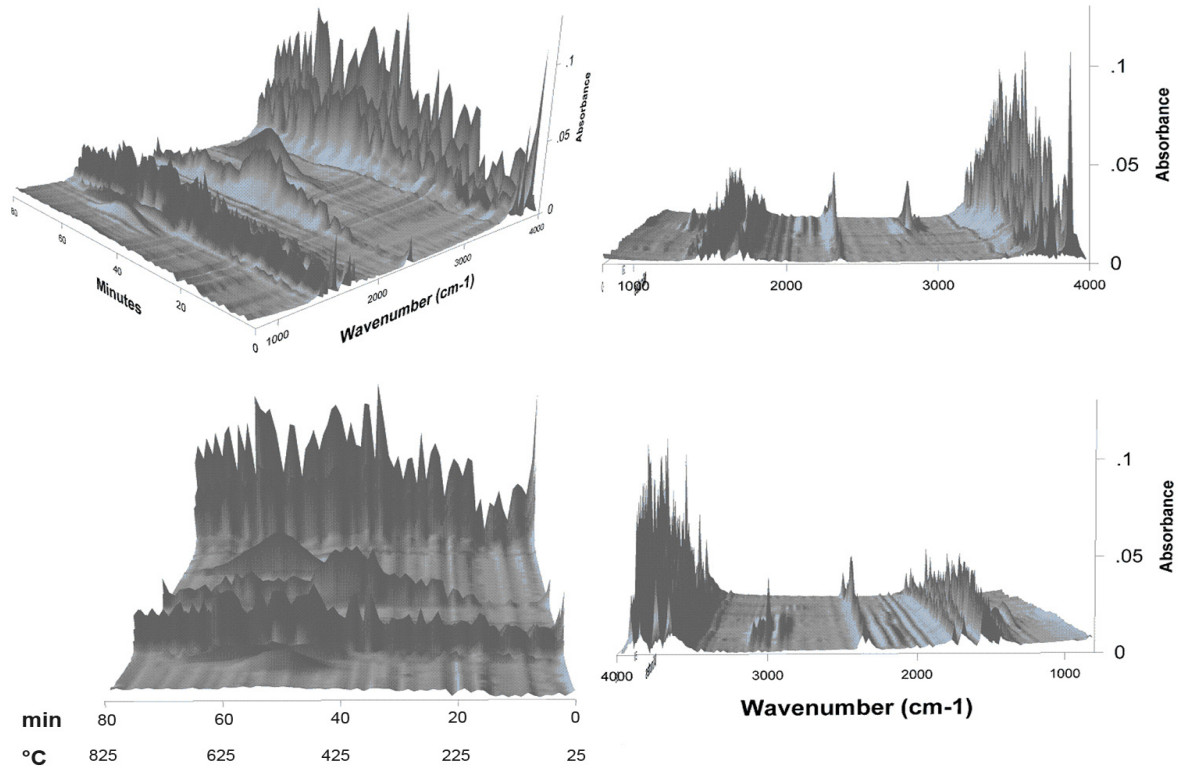
STAR^e SW 8.10

C.2.4 Chemigramme / 3D-Spektrum









C.3 Übersicht der Versuchsauswertung

DSC Phenol											
Probennummer	Spülmedium	Heizraterate	Heizlauf / Run	Integral I			Integral II			Tg I	
				Integral mJ	Integral normalised J/g	Peak °C	Integral mJ	Integral normalised J/g	Peak °C	Mittelpunkt °C	Δc_p J/gK
3	○	●	1	-262,66	-9,70	1,58	14410,00	532,48	451,68	-	-
4	○	●	1	-235,12	-8,45	8,26	-1323,81	-47,57	266,98	-	-
5	○	●	1	-135,32	-4,32	-0,14	13720,00	438,02	349,18	57,64	0,615
9	●	●	1	-190,44	-5,81	1,95	-1738,85	-53,08	249,36	43,31	0,106
10	○	●	1	-154,32	-5,22	2,85	-	-	-	-	-
	○	●	2	-140,11	-4,74	2,71	4675,71	158,07	350,35	-	-
11	○	●	1	-8,70	-0,34	1,05	-	-	-	38,53	0,055
	○	●	2	-8,57	-0,33	0,90	3594,69	138,63	349,76	42,97	0,202
13	○	●	1	-	-	-	34760,00	5291,08	540,57	-	-

Versuchsbedingungen:			
●	N ₂	●	2 K/min
○	Luft	●	10 K/min
		●	50 K/min
		○	1 Heizlauf 1
		○	2 Heizlauf 2

DMA Phenol

Probennummer	Spülmedium	Heizräte	Probengeometrie	E'-Modul (RT)	E'-Modul (T _z)	E'-Modulverlust	max. tan δ - Temperatur	max. Verlustmodul - Temperatur	onset 2	maximale Prüftemperatur
			mm	N/mm ²	N/mm ²	%	°C	°C	°C	°C
1	○	●	50/10/2	19184	-	-	204,53	204,38	-	350
2	○	●	50/10/2	29190	26454	9,37	184,85	189,49	338,84	450
3	○	●	50/10/2	17353	14705	15,26	199,89	205,15	386,01	500
4	○	●	50/10/2	13500	11333	16,05	201,76	201,76	328,54	450
5	○	●	50/10/2	18678	17000	8,98	184,29	185,34	339,88	450
6	○	●	50/10/2	26947	24743	8,18	208,76	193,31	362,02	450
7	○	●	50/10/2	28000	26703	4,63	191,81	191,81	348,08	450
8	○	●	50/5/2	21750	19500	10,34	175,63	173,83	367,35	450
9	○	●	50/5/2	24272	22525	7,20	188,73	189,48	369,46	450
10	○	●	50/5/2	28750	27170	5,50	262,63	263,69	327,18	450
11	○	●	50/5/2	23000	21074	8,37	171,33	171,63	363,67	450

Versuchsbedingungen:

○ Luft ○ RT Raumtemperatur
 ● 3 K/min ● T_z Zersetzungstemperatur

TGA Phenol

Probennummer	Spülmedium	Heizräte	Onset °C	Stufe I			Stufe II			Stufe III			maximale Prüf- temperatur
				Rückstand Gew.-%	Mittelpunkt °C	Abbau mg	Rückstand Gew.-%	Mittelpunkt °C	Abbau mg	Rückstand Gew.-%	Mittelpunkt °C	Abbau mg	
1	○	●	133,14	91,0077	199,09	2,5002	51,0617	613,34	10,9474	-	-	-	800
2	○	●	221,51	93,6380	221,48	1,7580	60,2540	609,51	9,1204	-	-	-	800
6	○	●	106,39	94,9229	151,91	1,5842	82,2756	464,35	3,9561	69,8242	552,87	3,8612	800
7	●	●	160,34	96,8158	200,71	1,0538	95,1091	277,64	0,5406	86,2768	533,45	2,8356	800
8	○	●	237,14	95,7325	259,76	1,3409	87,3877	556,68	2,3812	80,7878	714,17	1,8849	800

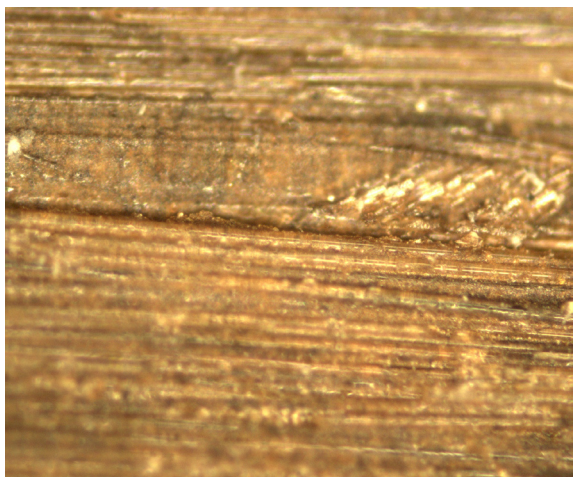
TG-IR Phenol

1	○	●	152,90	93,2347	222,49	5,1260	82,9364	502,94	7,7532	62,0998	668,80	15,7022	800
2	○	●	159,35	93,6436	217,33	3,9078	82,9213	501,67	6,5359	61,3698	669,37	13,1529	800
3	○	●	144,75	93,9946	217,45	5,0858	83,8546	493,97	8,5176	62,3068	655,87	18,0857	800
4	○	●	105,02	97,8389	179,00	0,6131	87,0691	514,73	2,8769	73,2876	628,26	3,6824	800
5	●	●	94,65	98,6718	137,37	0,5770	96,7284	253,43	0,7845	86,3288	530,15	4,2141	800

Versuchsbedingungen:

● N₂
○ Luft● 2 K/min
● 10 K/min
● 50 K/min

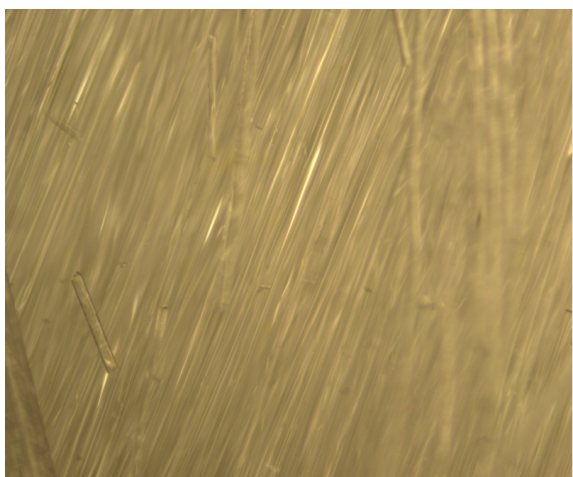
D.1 Mikroskopie GF-Polyesterharz



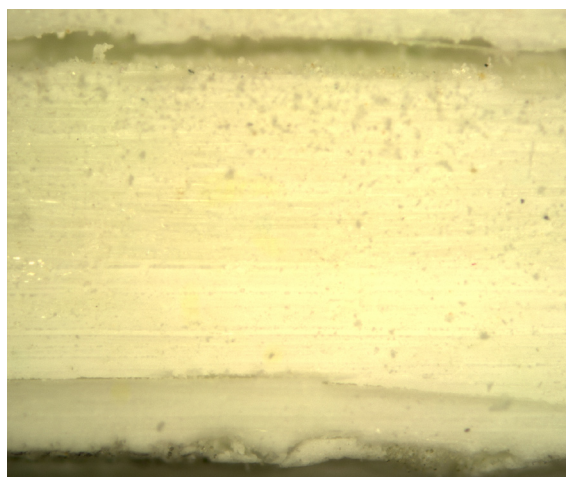
DMA / Probe / 100x / Rissbildung / 330 °C



Muffelofen / Probenserie 1 / 100x / Fasern / 1h / 750 °C



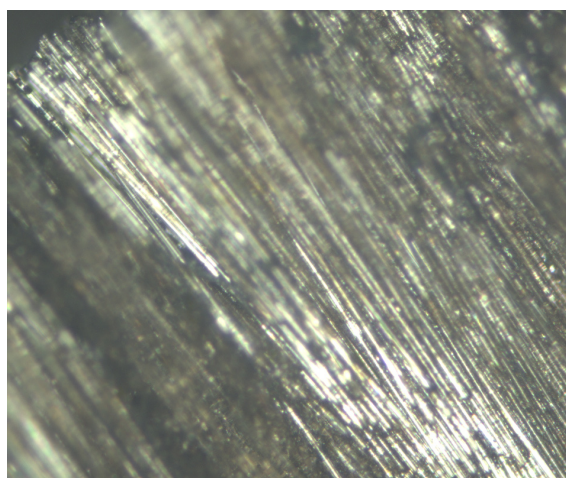
Muffelofen / Probenserie 1 / 100x / Fasern / 1h / 750 °C



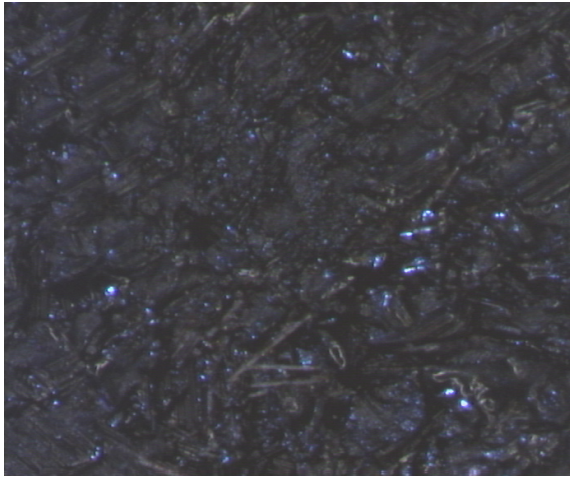
Zwick/Roell / Probe 5 / 50x / Bruchfläche, Rissbildung von Matte zu Roving / Raumtemperatur



Zwick/Roell / Probe 3 / 16x / Rissbildung in Rovinglage / Raumtemperatur



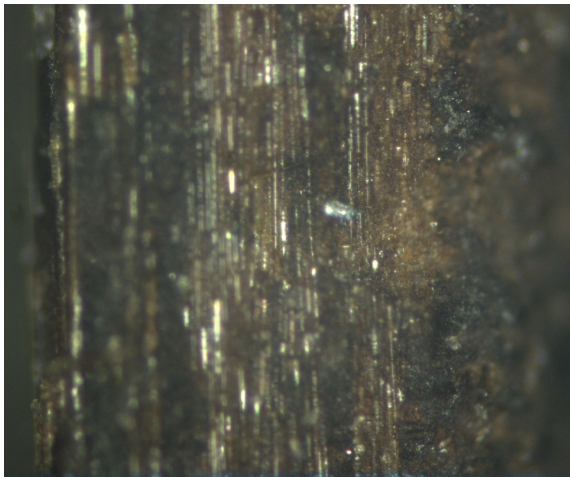
TG-IR / Probe 2 / Oberfläche / 550 °C



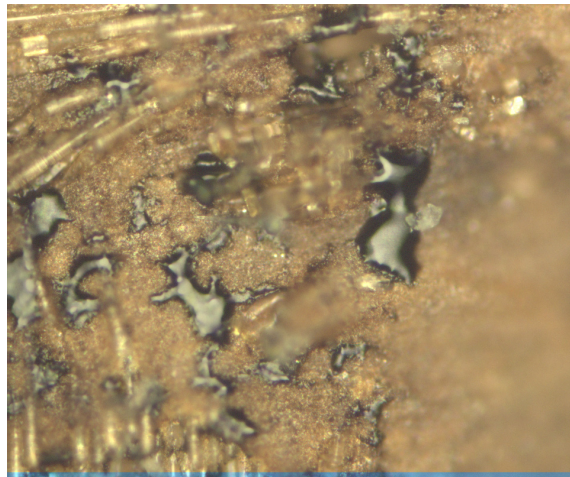
DMA / 60x / Oberfläche Tropfenbildung



DMA / 100x / Trennfläche



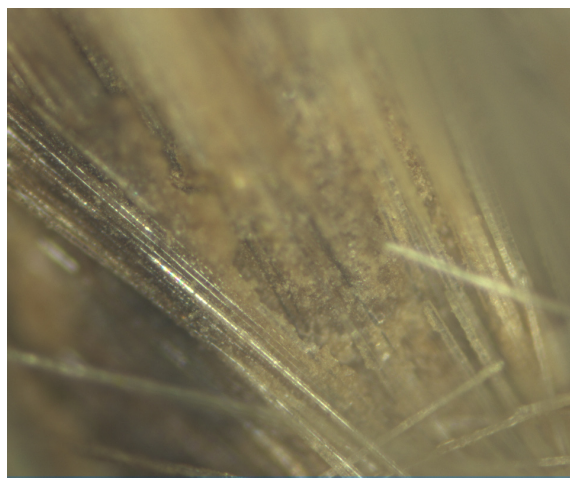
DMA / 200x / Oberfläche

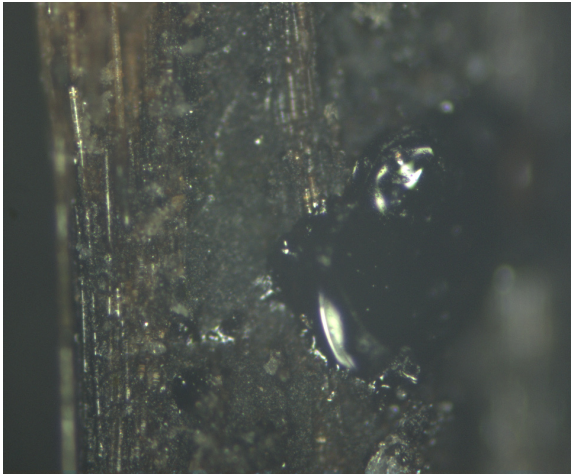


DMA / 500x / Tropfenbildung

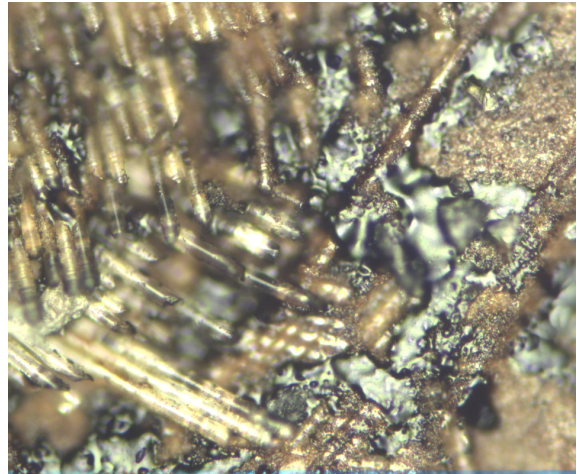


DMA / 60x / Bruchfläche oder Hohlraum

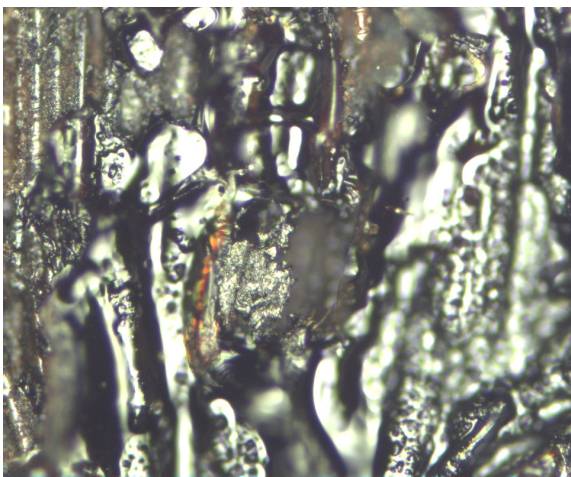
DMA / 100x / Trennfläche mit Harzanlagerung
an Fasern



DMA / 200x / Querschnittshöhe mit Harzanreicherung in Tropfenform



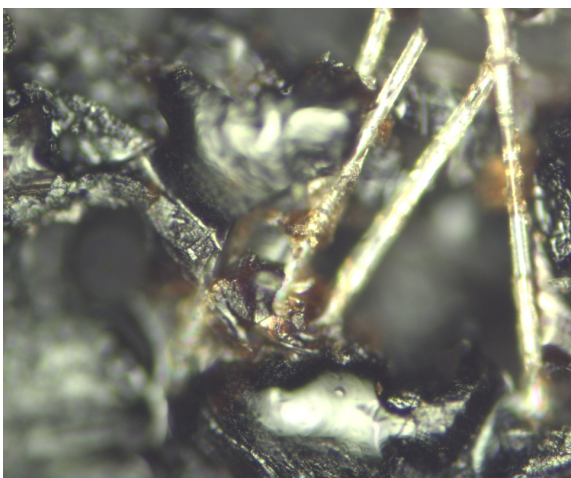
DMA / 200x / Harzanreicherung an der Oberfläche



DMA / 500x / Harztropfen



DMA / 66x / Musterbildung im Harz durch den Auflagebereich (Dualcantilever)

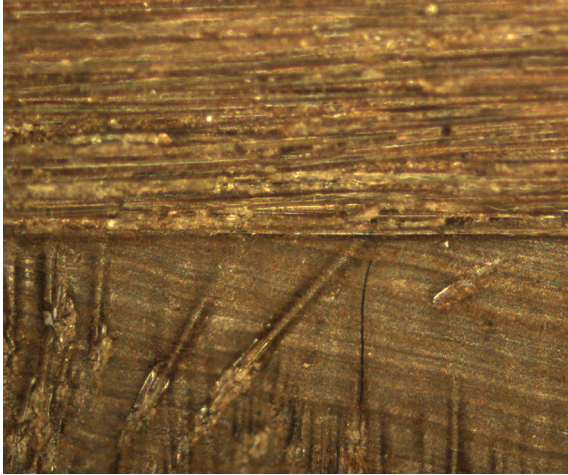


DMA / 500x / Harz an Fasern



DMA / 66x / Musterbildung im Harz durch den Auflagebereich (Dualcantilever)

D.2 Mikroskopie GF-Vinylesterharz



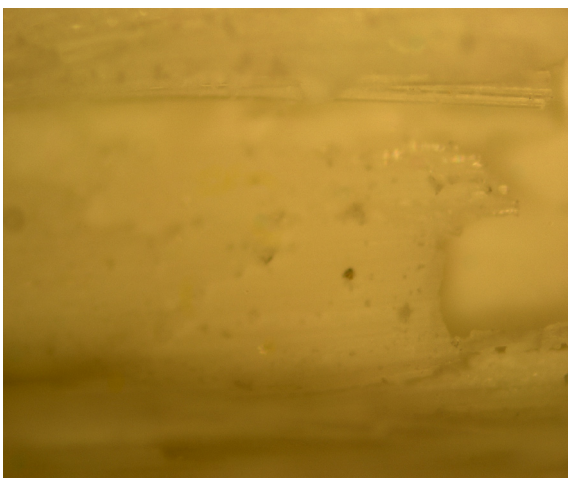
DMA / Probe 3 / 100x / Rissbildung / 400 °C



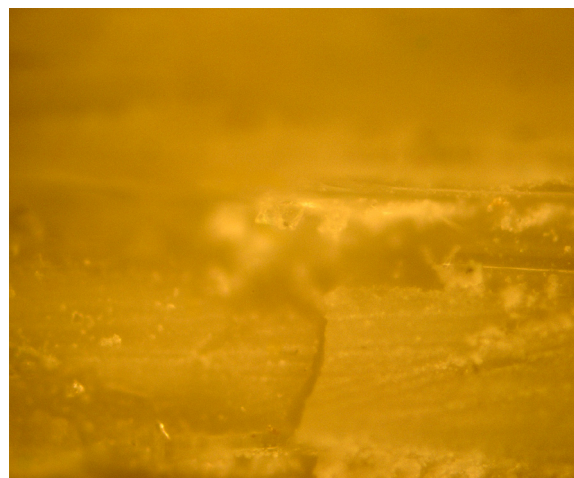
Muffelofen / Probeserie1 / 100x / ud 0 Schicht
mit kleinen Einschlüssen



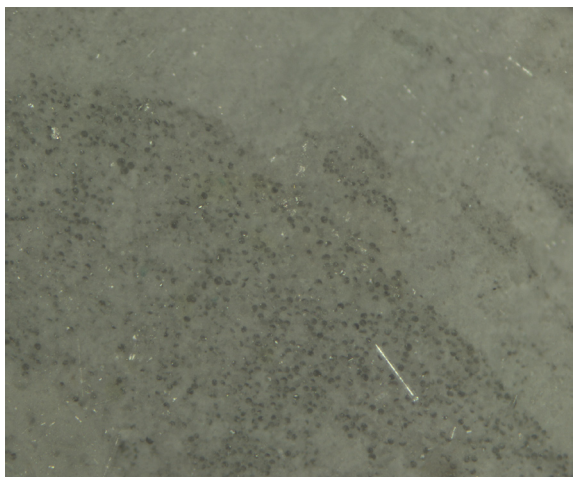
Muffelofen / Probeserie1 / 100x / ud 0 Schicht
mit kleinen Einschlüssen



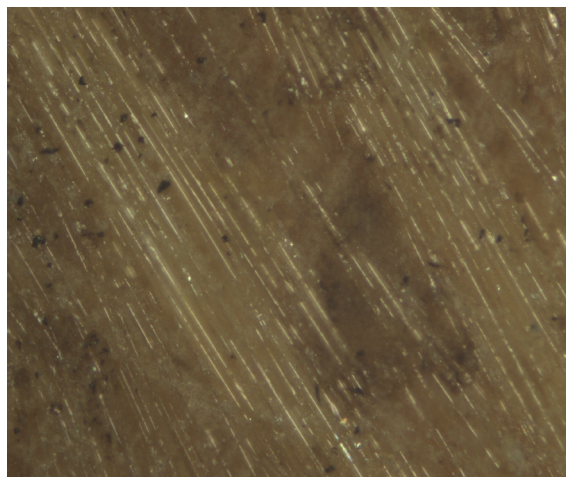
Zwick/Roell / Probe 5 / 100x / Rissbildung
mit Ablösungen von Harz und Fasern /
Raumtemperatur



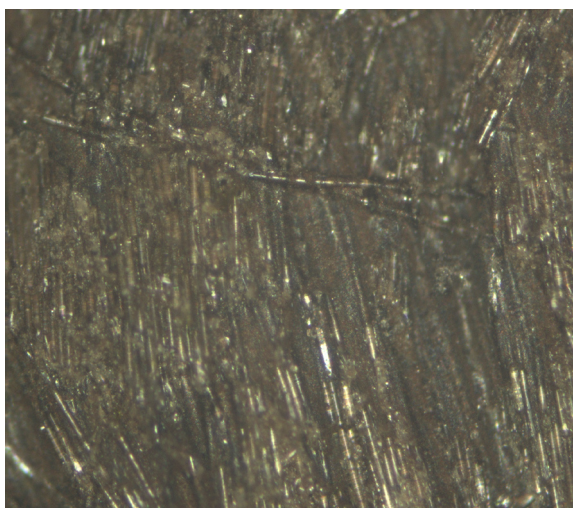
Zwick/Roell / Probe 3 / 200x / Riss quer zur
Faser / Raumtemperatur



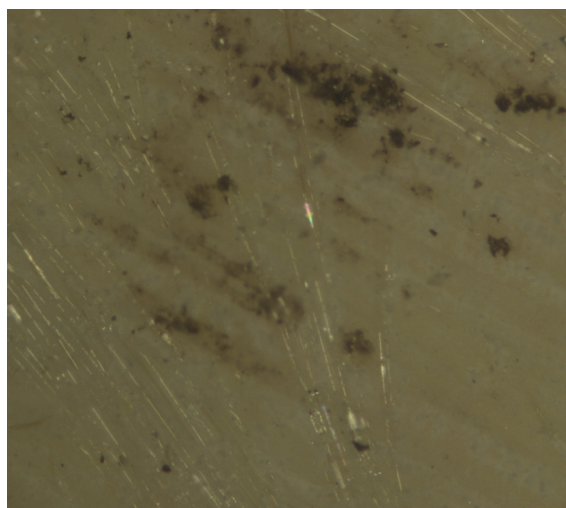
Probenstück GF-Vinylesterharz / 66x / Harz-
Faserverteilung / Raumtemperatur



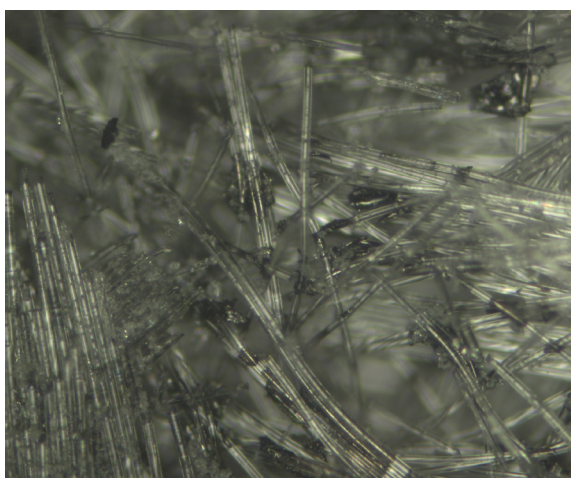
DSC / Probe 4 / 100x /Einschlüsse und
Faserlage / 350 °C



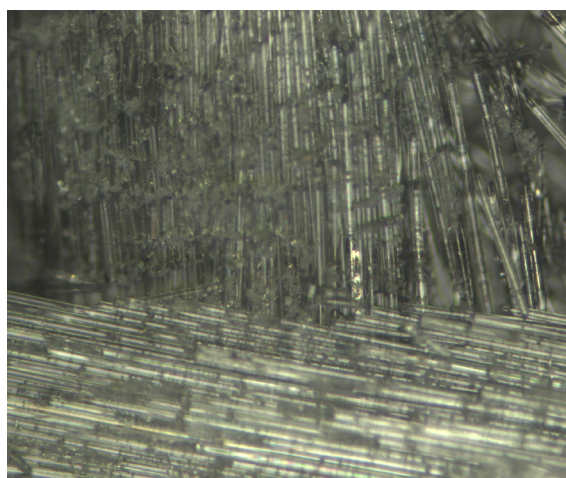
DMA / Probe 5 / 100x / oberfläche / 400 °C



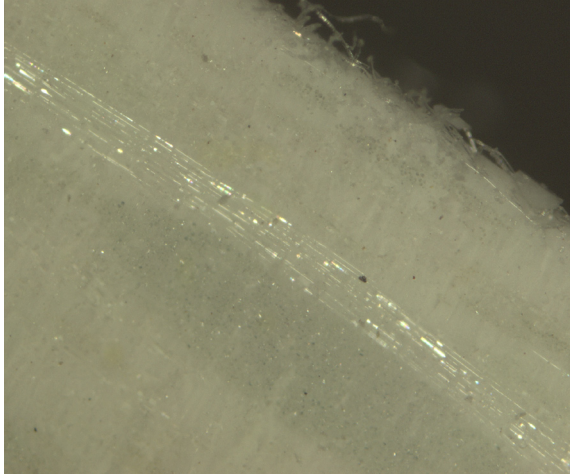
DMA / Probe 6 / Oberfläche mit dunklen
Flecken / 450 °C



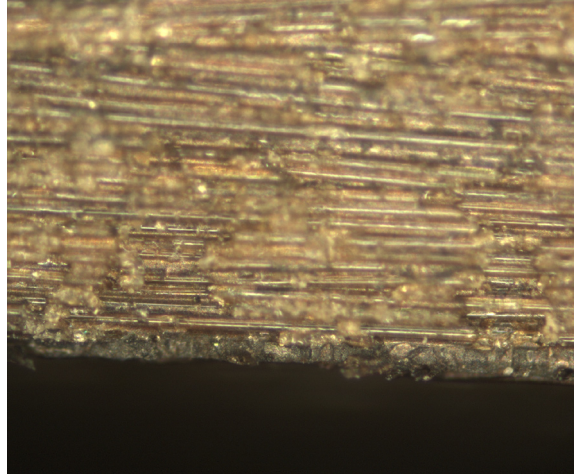
DSC / Probe 7 / 100x / innere Struktur der
Fasern / 500 °C



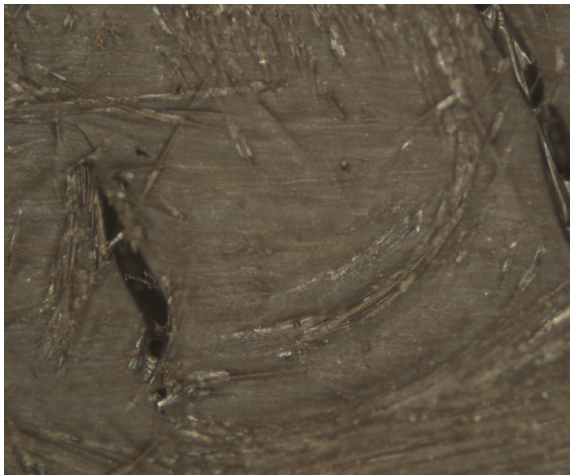
DSC / Probe 7 / 100x / Faserorientierung mit
Harzanreicherung / 500 °C



Probenstück GF-Vinylesterharz / 66x / Harz-
Faserverteilung / Raumtemperatur

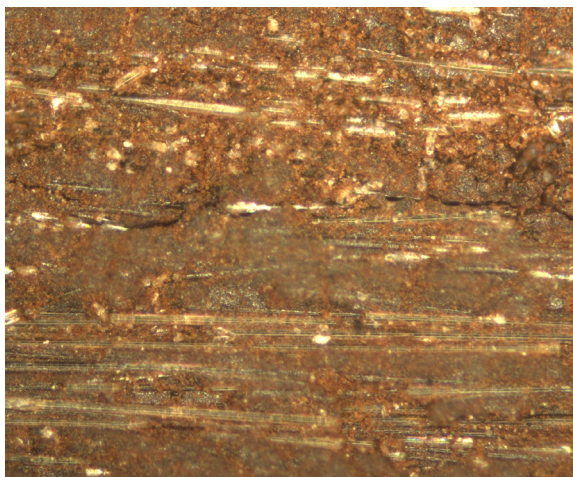


DMA / Probe 3 / 100x Faserorientierung über
die Querschnittshöhe / 400 °C

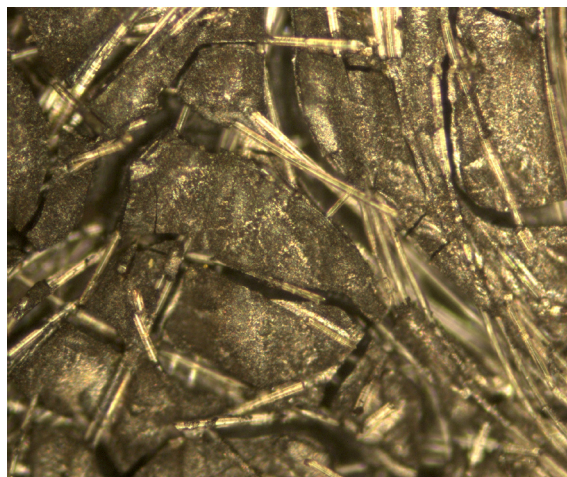


DMA / Probe 3 / 500x / Rissbildung / 400 °C

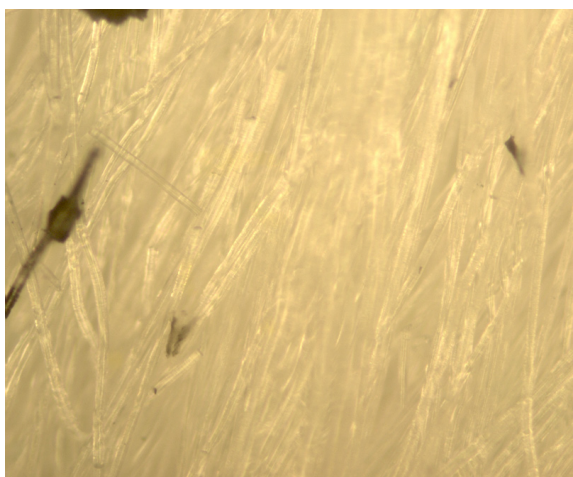
D.3 Mikroskopie GF-Phenolharz



DMA / Probe 1 / 100x / Rissbild / 350 °C



DMA / Probe 3 / 100x / Risse in Oberfläche / 500 °C



Muffelofen / Probenserie 2 / 100x / Rückstände / 750 °C



Muffelofen / Probenserie 2 / 100x / Fasern / 750 °C



Muffelofen / Probenserie 2 / 100x / Mitte der Probe mit Marmorisierung / 1h / 650 °C



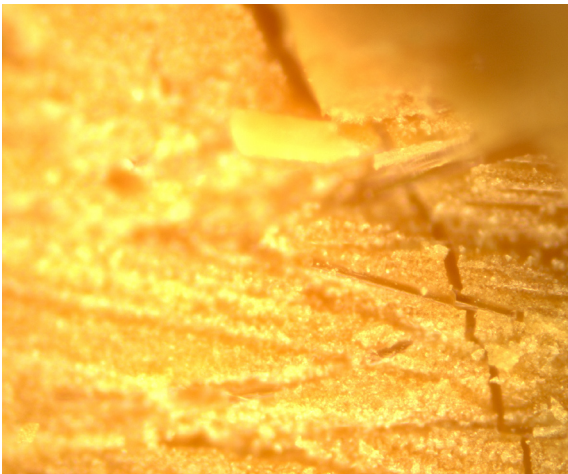
Muffelofen / Probenserie 2 / 100x / Mitte der Probe mit Marmorisierung / 1h / 650 °C



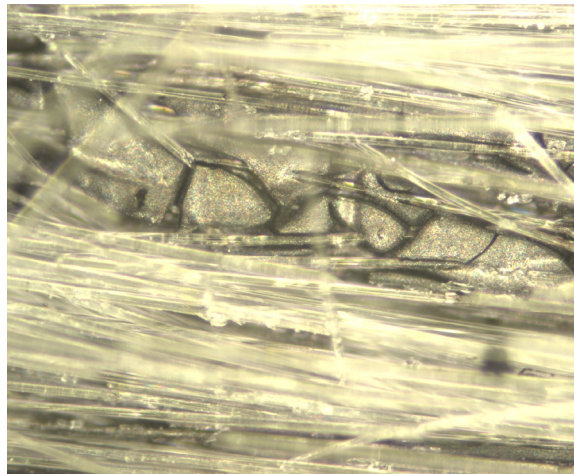
Zwick/Roell / Probe 2 / 12x / Riss über die Querschnittshöhe / Raumtemperatur



Zwick/Roell / Probe 2 / 50x / Rissfläche / Raumtemperatur



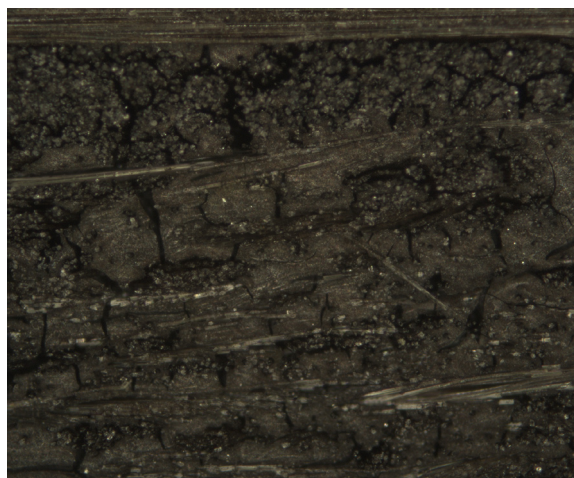
Zwick/Roell / Probe 2 / Riss mit und ohne Faser-trennung / Raumtemperatur



DMA / Probe 13 / 100x / Risse / 500 °C



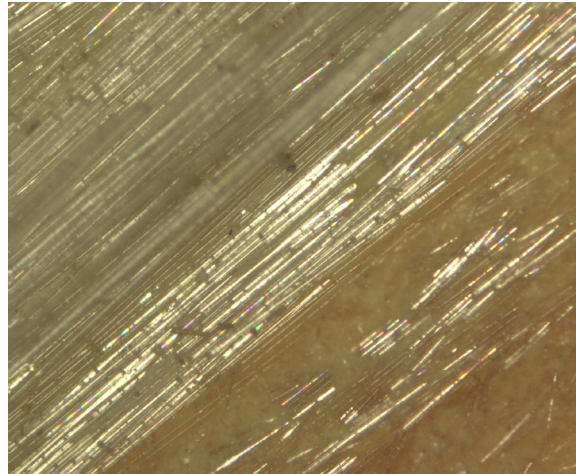
DMA / Probe 4 / 100x / Risse / 450 °C



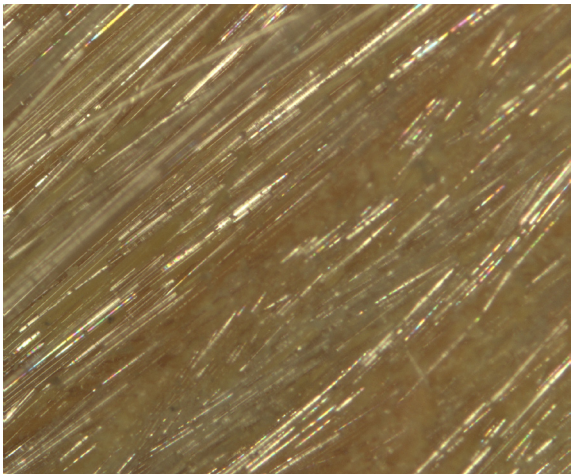
DMA / Probe 4 / 500x / Flächenhälfte, Risse / 450 °C



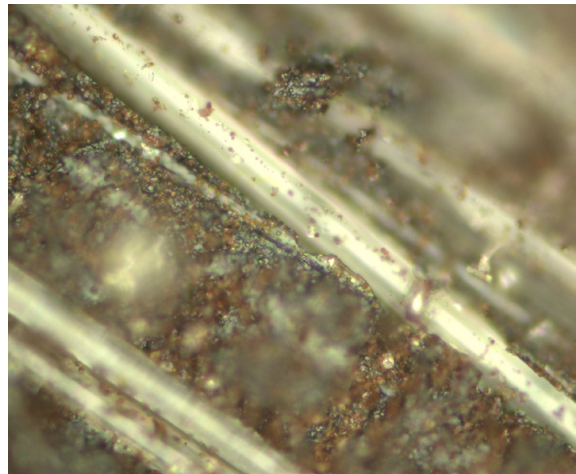
Probenstück GF-Phenolharz / 25x /
Oberfläche / Raumtemperatur



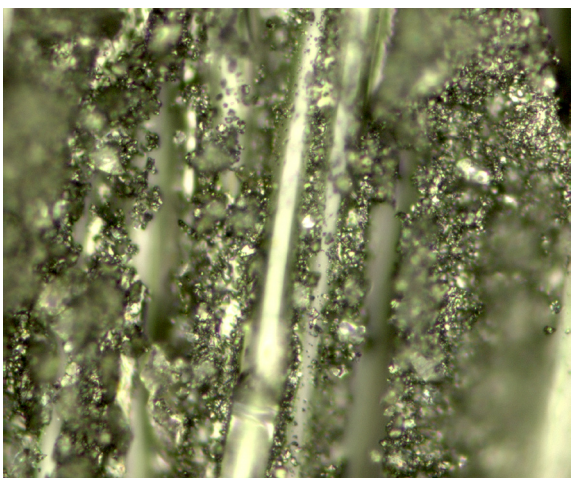
Probenstück GF-Phenolharz / 500x /
Oberfläche / Raumtemperatur



Probenstück GF-Phenolharz / 500x /
Oberfläche / Raumtemperatur



DMA / Probe 3 / 500x / Faser, Harz / 450 °C



TGA / Probe 7 / 500x / Faser, Harz / 800 °C /
N₂

E Drei-Punkt-Biegung (Zwick/Roell) unter Raumtemperatur

E.1 GF-Polyesterharz







Universität Stuttgart
Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen

24.01.2007

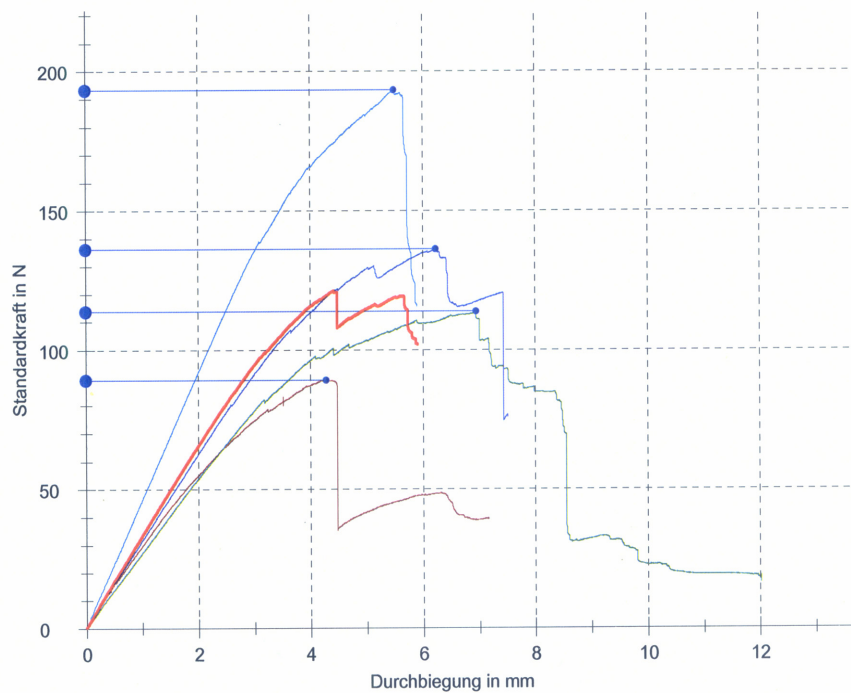
Parametertabelle:

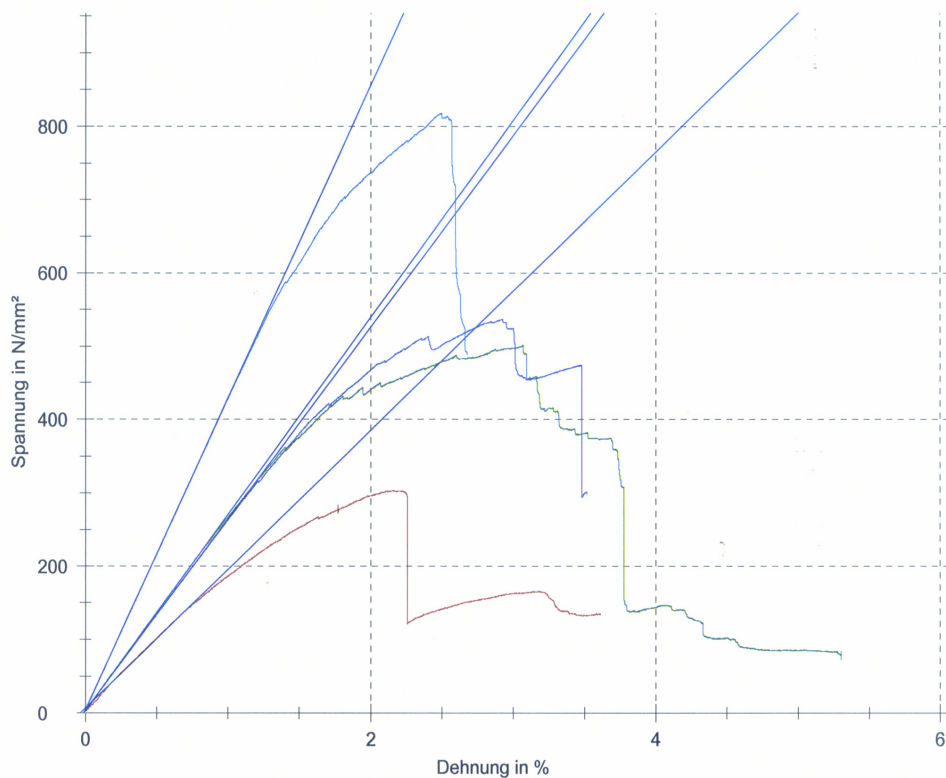
Kunde : Universität Stuttgart / ITKE
 Prüfer : Carsten Ludwig
 Prüfnorm : DIN ISO 14125
 Uhrzeit : 13:27:28
 Probenhalter : 3-Punktbiegung
 Material : GF-Polyester
 Prüfgeschwindigkeit : 2 mm/min
 Stützweite : 50 mm
 Vorkraft : 1 N
 Automatische Kraftnullung: Ja

Ergebnisse:

Legende	Nr	Probenbreite b0 mm	Probindicke a0 mm	A mm ²	Fmax N	ε-F max %	EMod N/mm ²
	1	5	2,1	10,5	89,13	2,16	18964,0312
	2	5,02	1,84	9,237	113,53	3,07	26856,4241
	3	5,01	1,95	9,769	136,17	2,92	26151,8118
	4	4,96	1,89	9,374	193,02	2,49	42668,6477

Seriengrafik:





Statistik:







GF-Polyester n = 4	A mm ²	Fmax N	ε-F max %	EMod N/mm ²
\bar{x}	9,72	132,96	2,66	28660,2287
s	0,5668	44,41	0,41	9996,6313
v	5,83	33,40	15,58	34,88



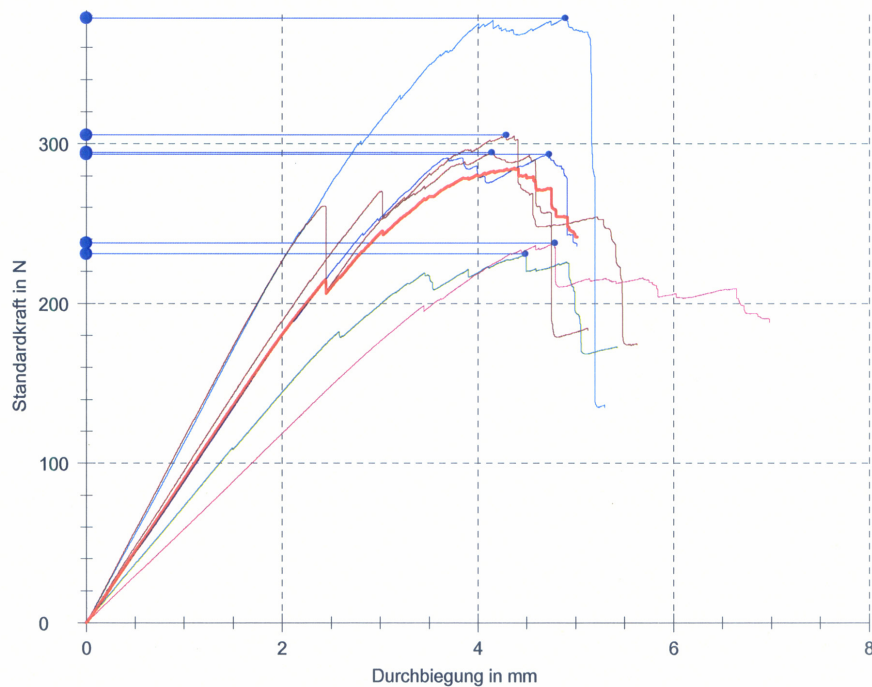
Parametertabelle:

Kunde : Universität Stuttgart / ITKE
 Prüfer : Carsten Ludwig
 Prüfnorm : DIN ISO 14125
 Uhrzeit : 12:41:24
 Probenhalter : 3-Punktbiegung
 Material : GF-Polyester
 Prüfgeschwindigkeit : 2 mm/min
 Stützweite : 50 mm
 Vorkraft : 1 N
 Automatische Kraftnullung : Ja

Ergebnisse:

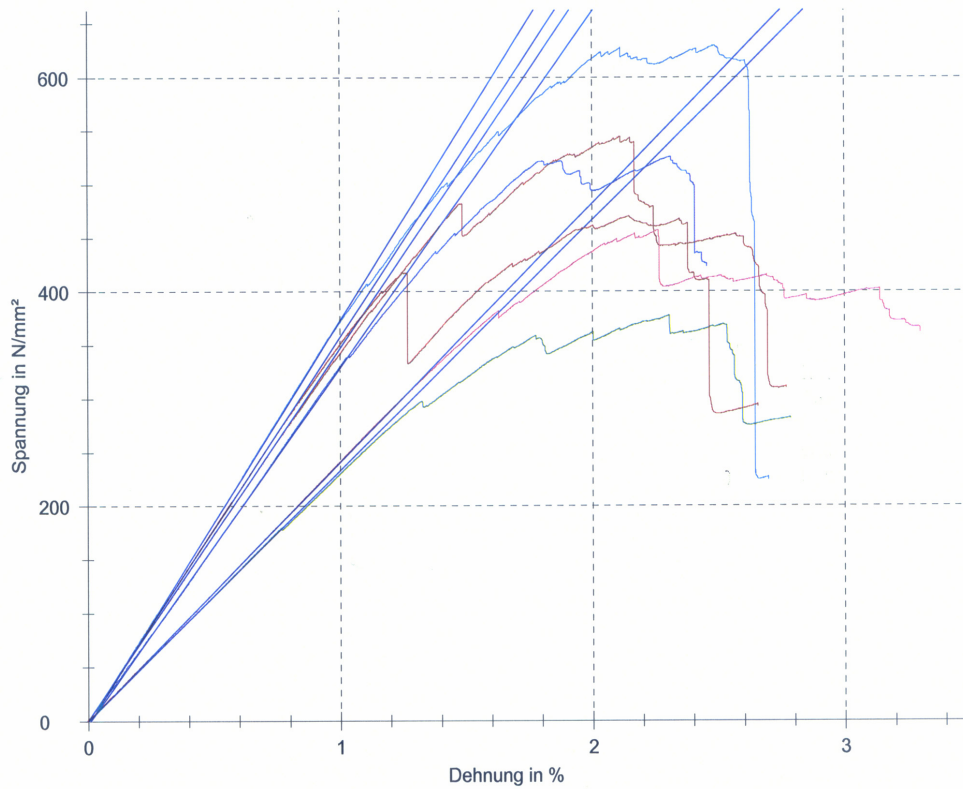
Legende	Nr	Probenbreite b0 mm	Probedicke a0 mm	A mm ²	Fmax N	ε-F max %	EMod N/mm ²
	1	10,01	2,05	20,52	305,40	2,11	34660,3056
	2	10,01	2,14	21,42	230,65	2,31	23332,4524
	3	10,05	2,04	20,5	293,17	2,31	33214,7600
	4	10,03	2,12	21,26	378,24	2,49	37621,5620
	5	10,05	1,97	19,8	237,59	2,26	24152,7226
	6	10,06	2,16	21,73	294,18	2,15	35735,7513

Seriengrafik:





Seriengrafik:



Statistik:

GF-Polyester n = 6	A mm ²	Fmax N	ε-F max %	EMod N/mm ²
\bar{x}	20,87	289,87	2,27	31452,9257
s	0,7216	53,51	0,14	6148,5131
v	3,46	18,46	5,97	19,55

E.2 GF-Vinylesterharz



Universität Stuttgart
Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen

24.01.2007

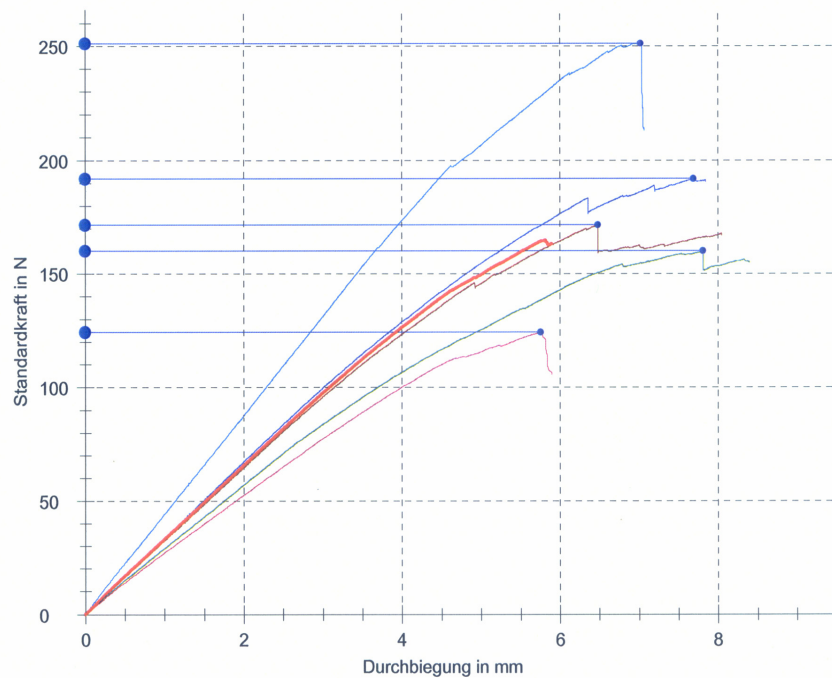
Parametertabelle:

Kunde : Universität Stuttgart / ITKE
 Prüfer : Carsten Ludwig
 Prüfnorm : DIN ISO 14125
 Uhrzeit : 14:54:43
 Probenhalter : 3-Punktbiegung
 Material : GF-Vinylester
 Prüfgeschwindigkeit : 2 mm/min
 Stützweite : 50 mm
 Vorkraft : 1 N
 Automatische Kraftnullung: Ja

Ergebnisse:

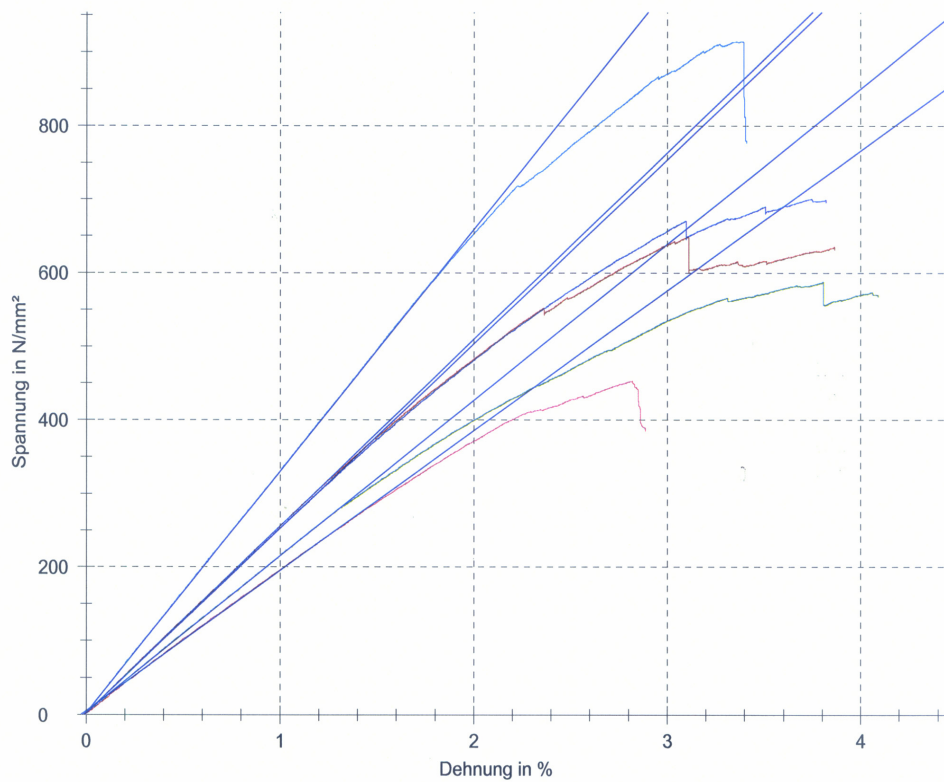
Legende	Nr	Probenbreite b0 mm	Probendicke a0 mm	A mm ²	Fmax N	ε-F max %	EMod N/mm ²
■	12	4,96	2	9,92	171,58	3,11	25400,7034
■	13	4,96	2,03	10,07	160,04	3,81	21191,1097
■	14	4,98	2,03	10,11	191,60	3,75	25094,4817
■	15	5,1	2,01	10,25	251,18	3,39	32843,7092
■	16	4,94	2,04	10,08	124,17	2,82	19031,0277

Seriengrafik:





Seriengrafik:



Statistik:

GF-Vinylester n = 5	A mm ²	Fmax N	ε-F max %	EMod N/mm ²
\bar{x}	10,09	179,71	3,37	24712,2063
s	0,118	46,87	0,42	5277,6750
v	1,17	26,08	12,43	21,36



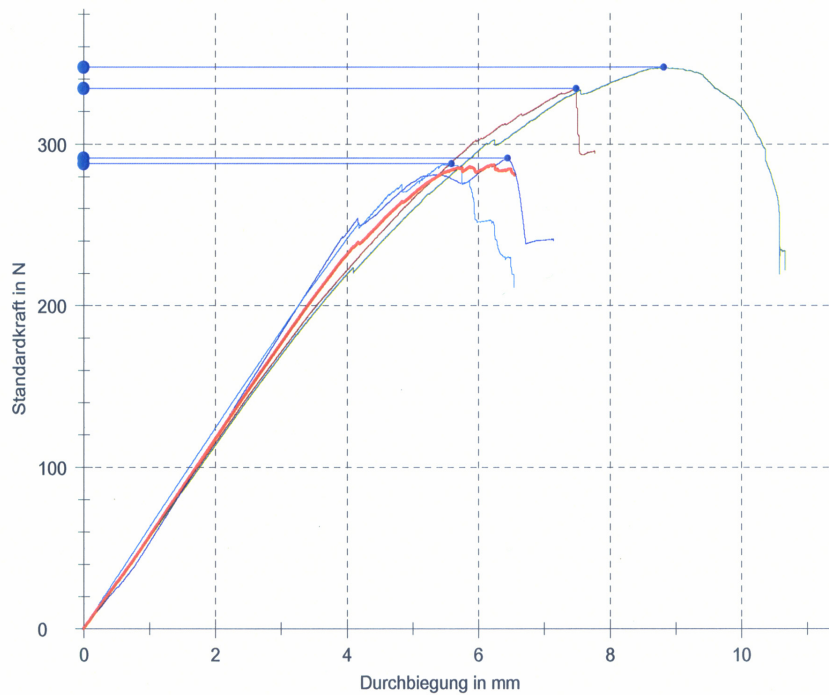
Parametertabelle:

Kunde : Universität Stuttgart / ITKE
 Prüfer : Carsten Ludwig
 Prüfnorm : DIN ISO 14125
 Uhrzeit : 13:57:46
 Probenhalter : 3-Punktbiegung
 Material : GF-Vinylester
 Prüfgeschwindigkeit : 2 mm/min
 Stützweite : 50 mm
 Vorkraft : 1 N
 Automatische Kraftnullung: Ja

Ergebnisse:

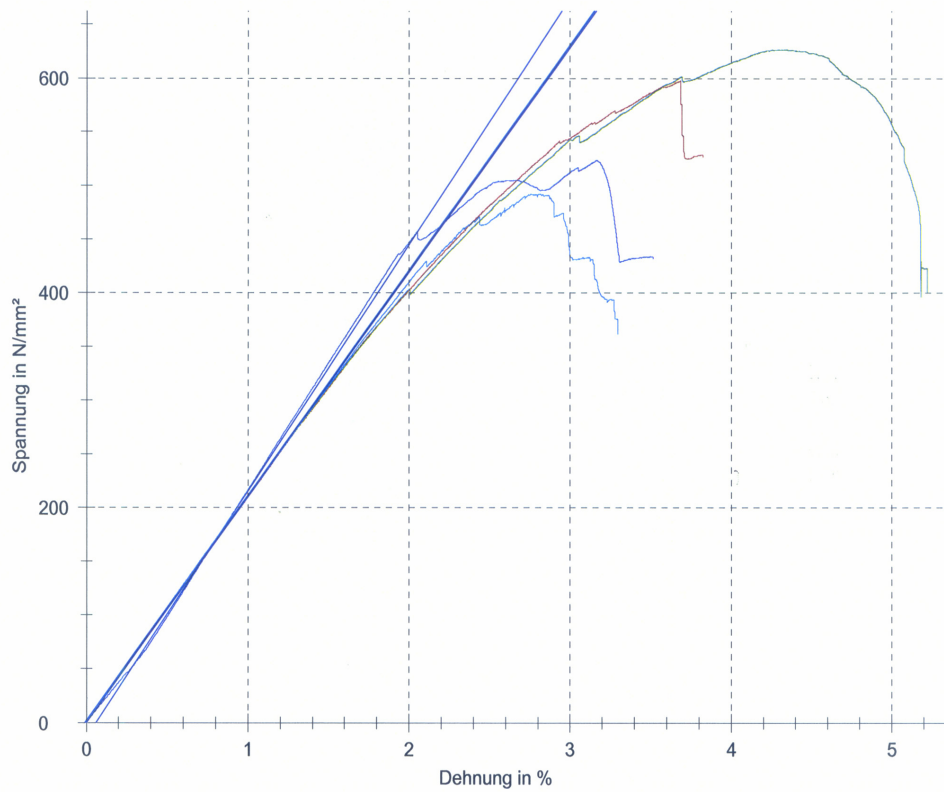
Legende	Nr	Probenbreite b0 mm	Probendicke a0 mm	A mm ²	Fmax N	ε-F max %	EMod N/mm ²
■	6	9,98	2,05	20,46	334,10	3,69	20905,4960
■	8	9,98	2,04	20,36	347,09	4,32	21017,3072
■	9	9,93	2,05	20,36	291,23	3,17	22950,6486
■	10	9,94	2,1	20,87	287,70	2,82	20975,2132

Seriengrafik:





Seriengrafik:



Statistik:

GF-Vinylester n = 4	A mm ²	Fmax N	ε-F max %	EMod N/mm ²
\bar{x}	20,51	315,03	3,50	21462,1662
s	0,2459	30,03	0,65	993,3922
v	1,20	9,53	18,61	4,63

E.3 GF-Phenolharz



Universität Stuttgart
Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen

24.01.2007

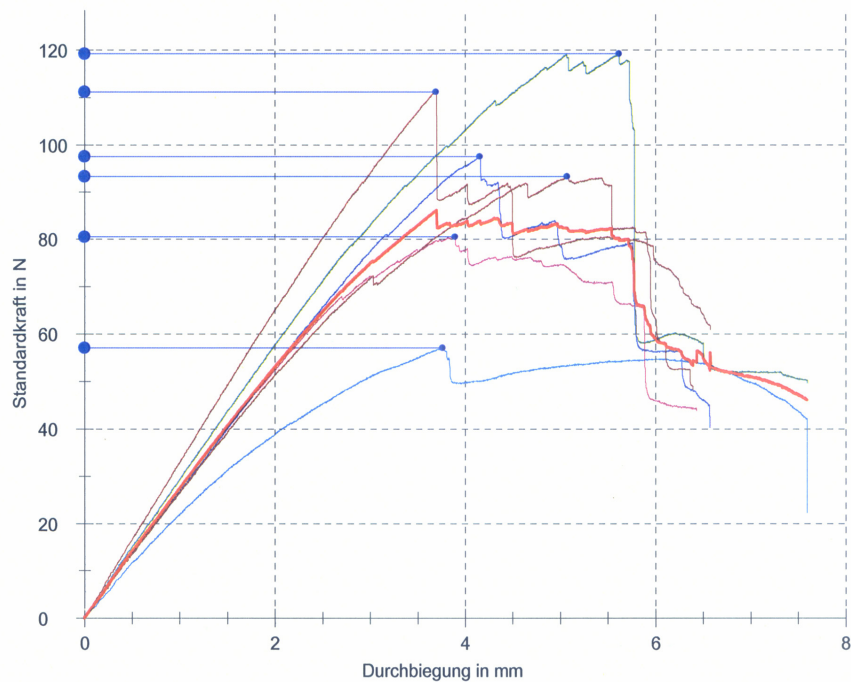
Parametertabelle:

Kunde : Universität Stuttgart / ITKE
 Prüfer : Carsten Ludwig
 Prüfnorm : DIN ISO 14125
 Uhrzeit : 11:48:53
 Probenhalter : 3-Punktbiegung
 Material : GF-Phenol
 Prüfgeschwindigkeit : 2 mm/min
 Stützweite : 50 mm
 Vorkraft : 1 N
 Automatische Kraftnullung: Ja

Ergebnisse:

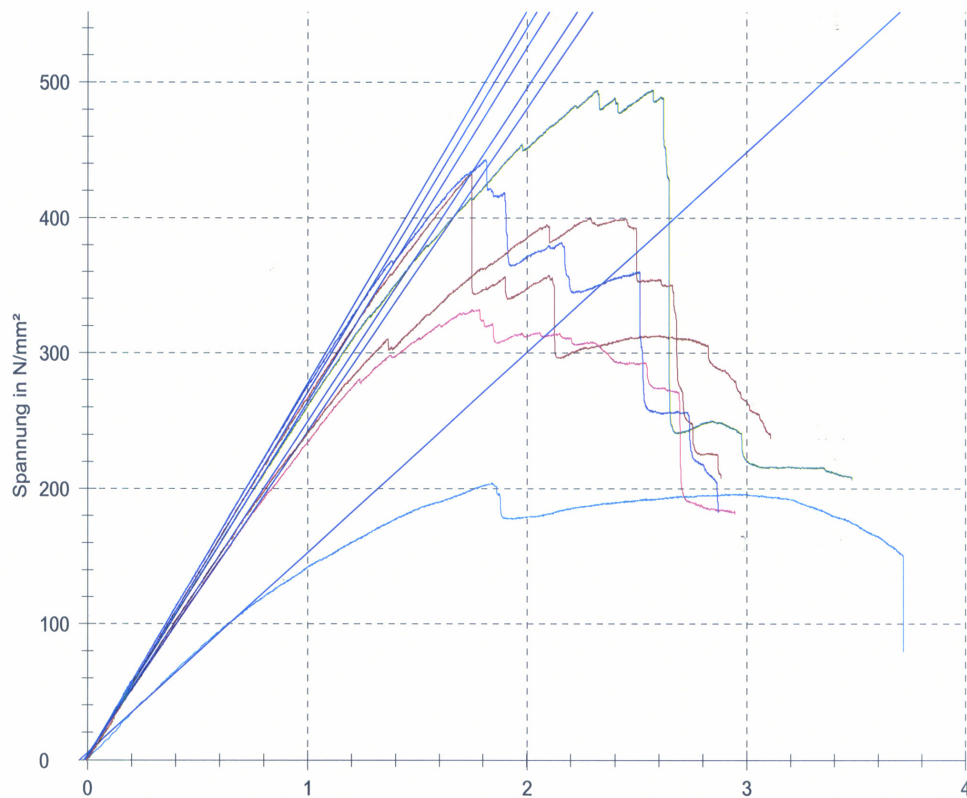
Nr	Probenbreite b0 mm	Probendicke a0 mm	A mm ²	Fmax N	ε-F max %	EMod N/mm ²
1	4,97	1,97	9,791	111,03	1,75	26949,5557
2	4,95	1,91	9,454	119,03	2,57	26162,2341
3	4,98	1,82	9,064	97,42	1,82	27530,3021
4	5,03	2,04	10,26	57,03	1,84	14774,1245
5	4,98	1,91	9,512	80,43	1,78	23865,2557
6	4,94	1,88	9,287	93,19	2,29	24642,7607

Seriengrafik:





Seriengrafik:



Faktor Spannungsumrechnung : 3,888 Faktor Dehnungsumrechnung : 0,004728

Statistik:

GF-Phenol n = 6	A mm ²	Fmax N	ε-F max %	EMod N/mm ²
\bar{x}	9,562	93,02	2,01	23987,3721
s	0,4193	22,25	0,34	4719,8578
v	4,39	23,91	16,99	19,68



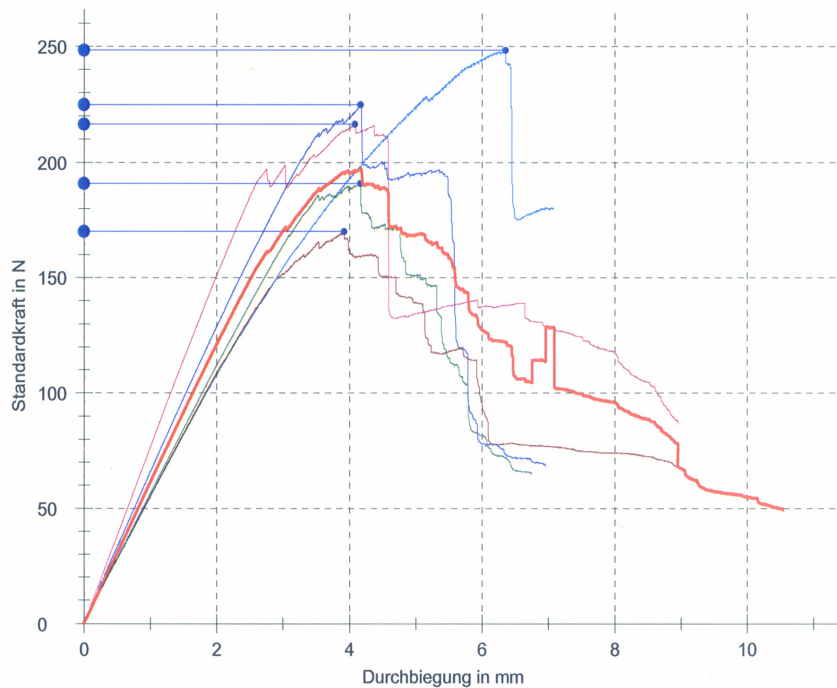
Parametertabelle:

Kunde : Universität Stuttgart / ITKE
 Prüfer : Carsten Ludwig
 Prüfnorm : DIN ISO 14125
 Uhrzeit : 11:09:37
 Probenhalter : 3-Punktbiegung
 Material : GF-Phenol
 Prüfgeschwindigkeit : 2 mm/min
 Stützweite : 50 mm
 Vorkraft : 1 N
 Automatische Kraftnullung: Ja

Ergebnisse:

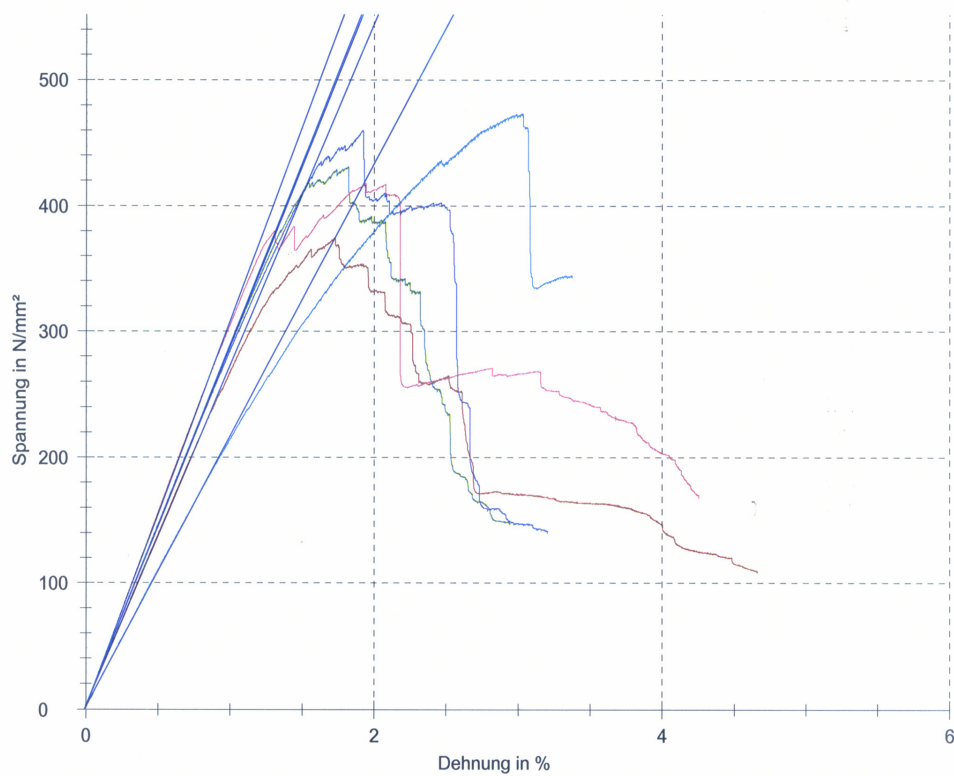
Nr	Probenbreite b0 mm	Probendicke a0 mm	A mm ²	Fmax N	ε-F max %	EMod N/mm ²
1	10,04	1,84	18,47	169,82	1,73	27165,5835
2	10,02	1,82	18,24	190,62	1,82	28818,9745
3	9,94	1,92	19,08	224,71	1,92	28633,2795
4	9,93	1,99	19,76	248,26	3,04	21604,4051
5	9,91	1,98	19,62	216,45	1,94	30796,0335

Seriengrafik:





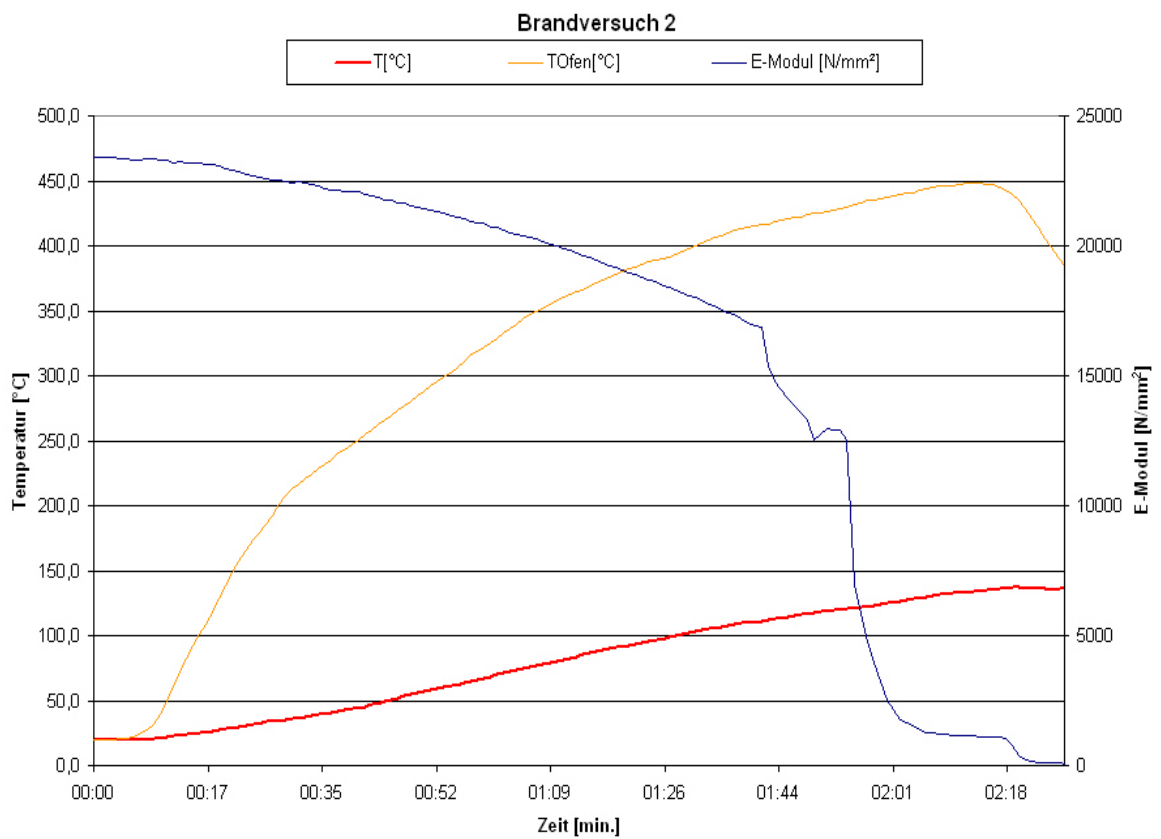
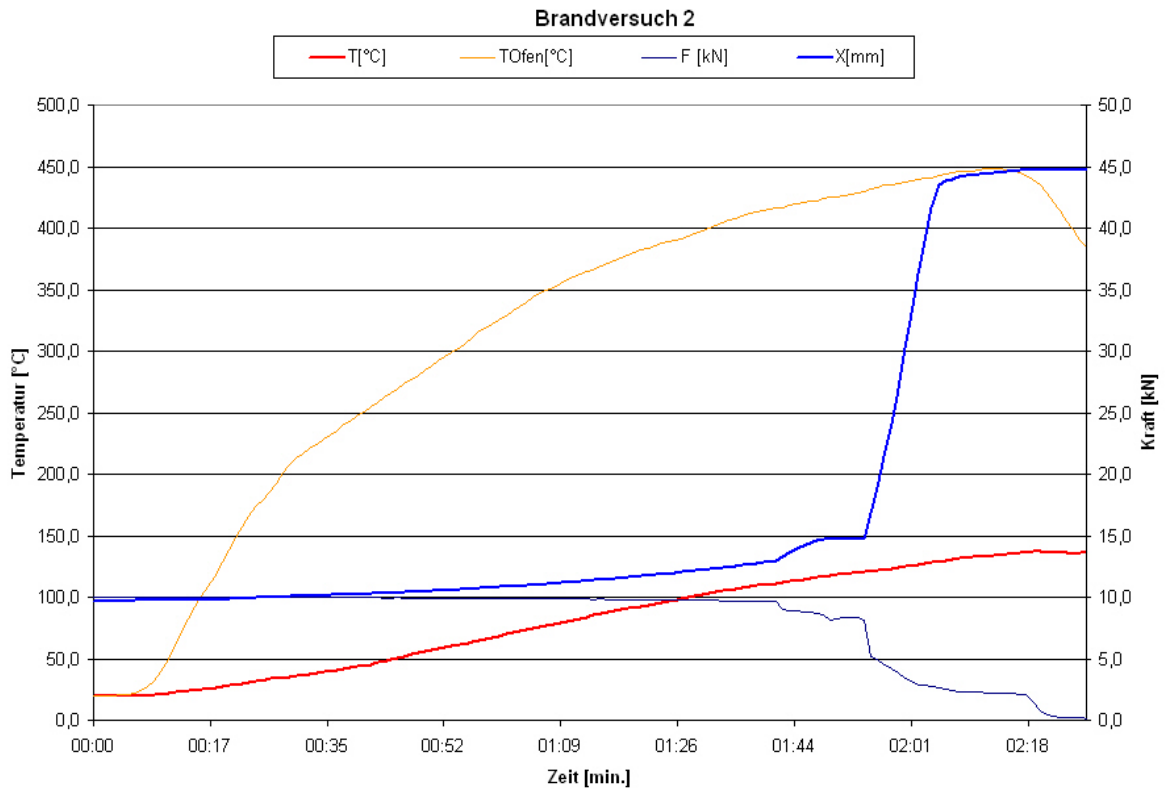
Seriengrafik:

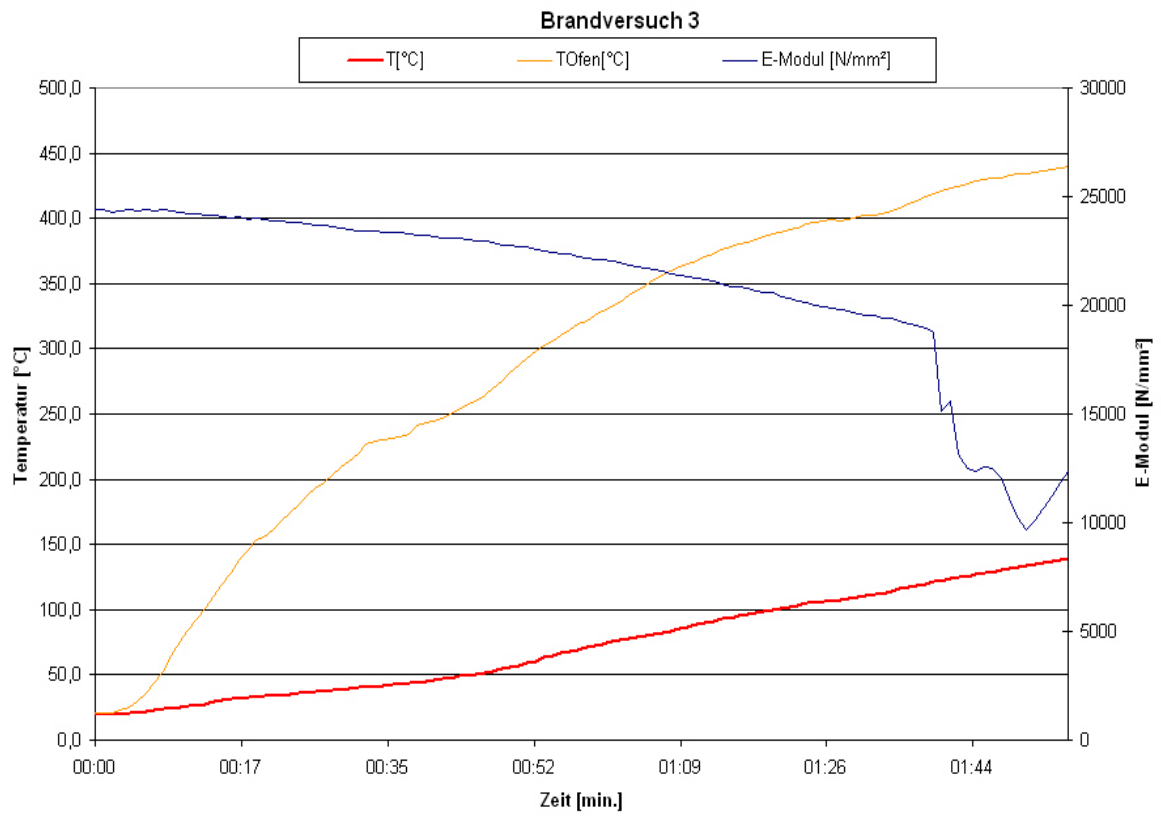
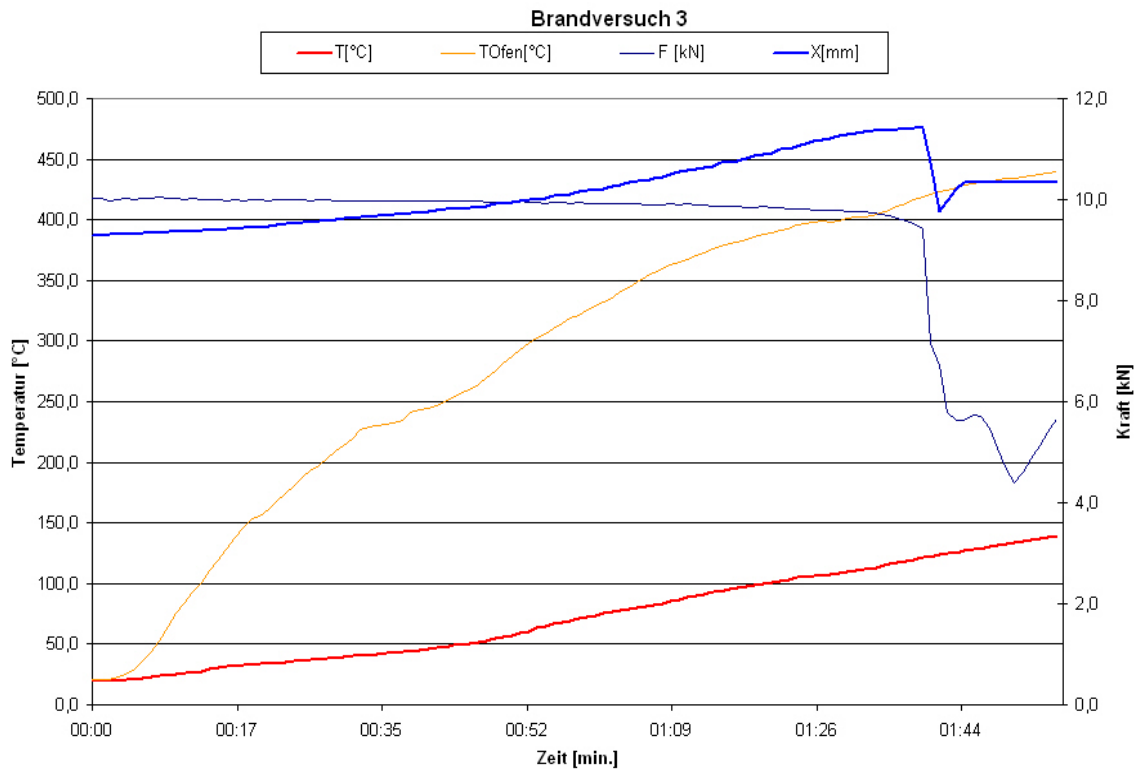


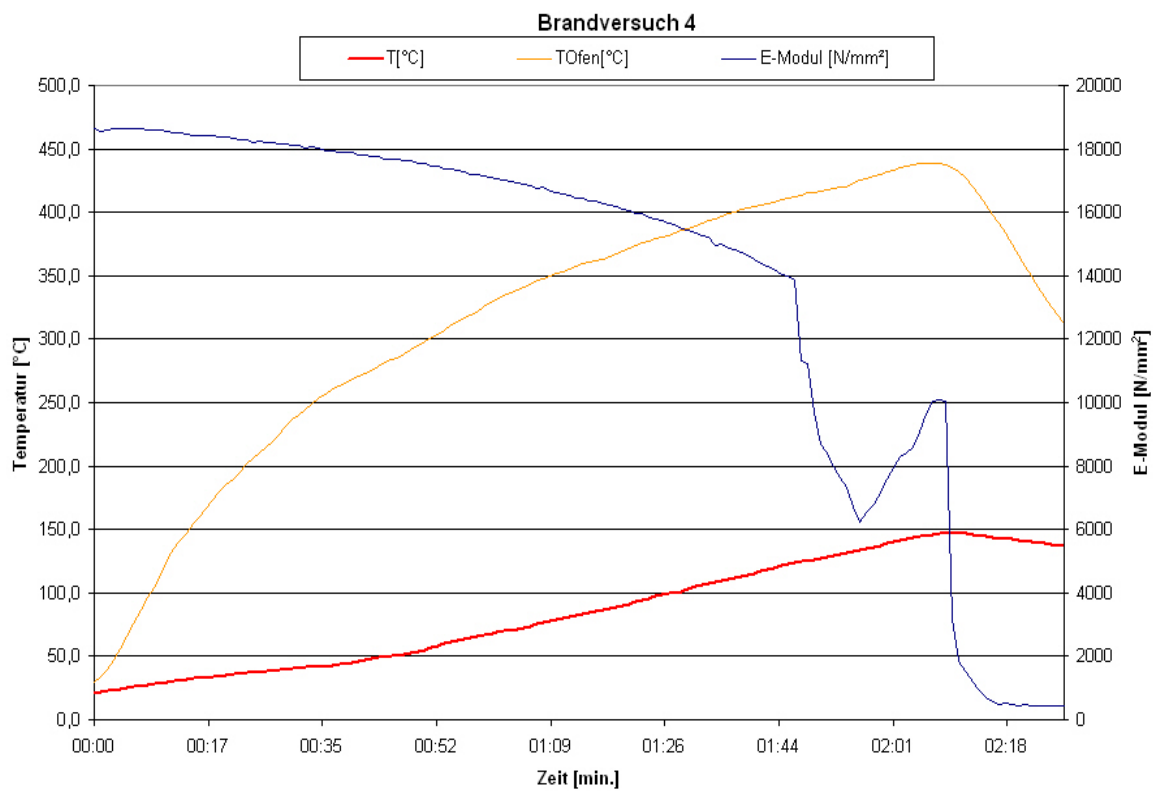
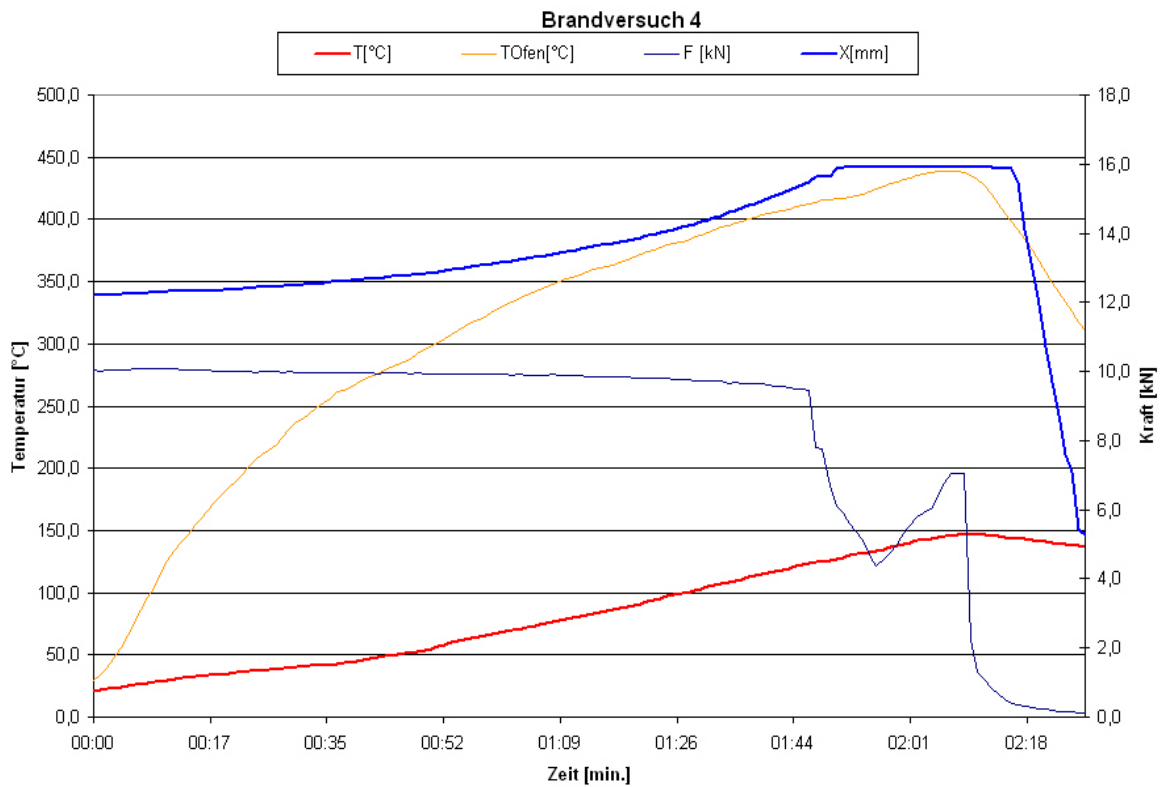
Statistik:

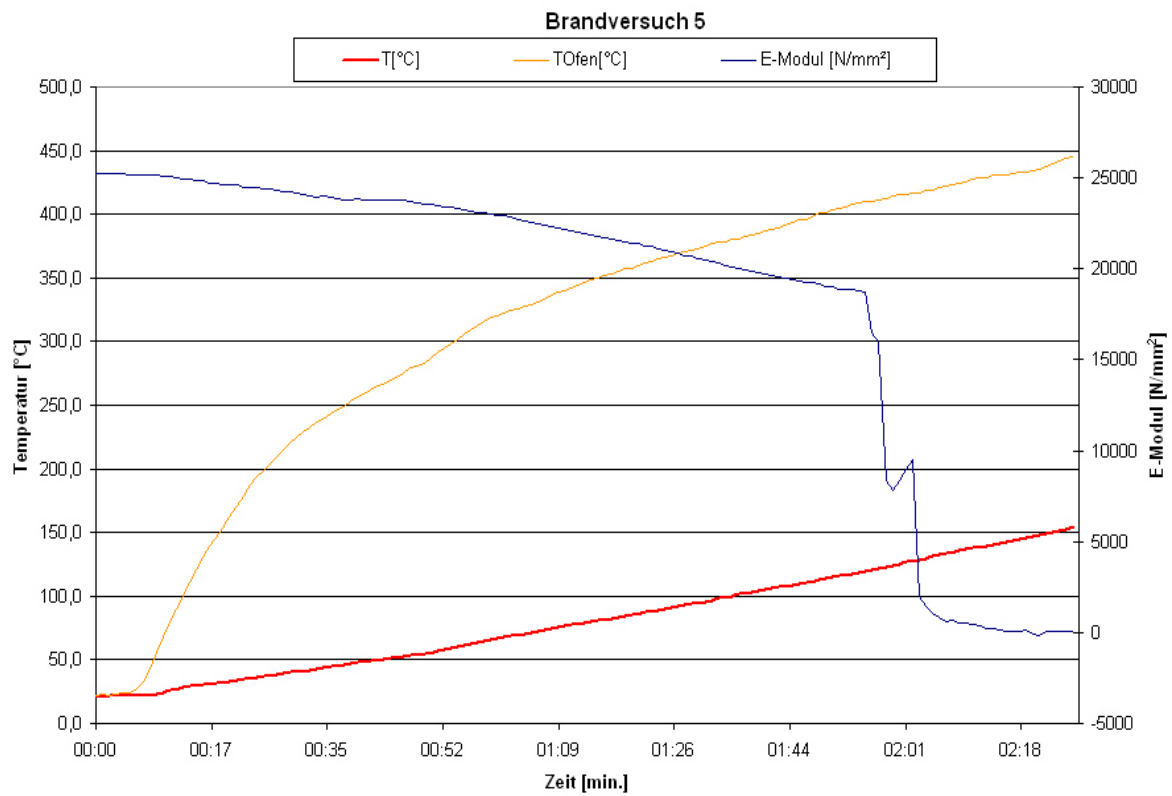
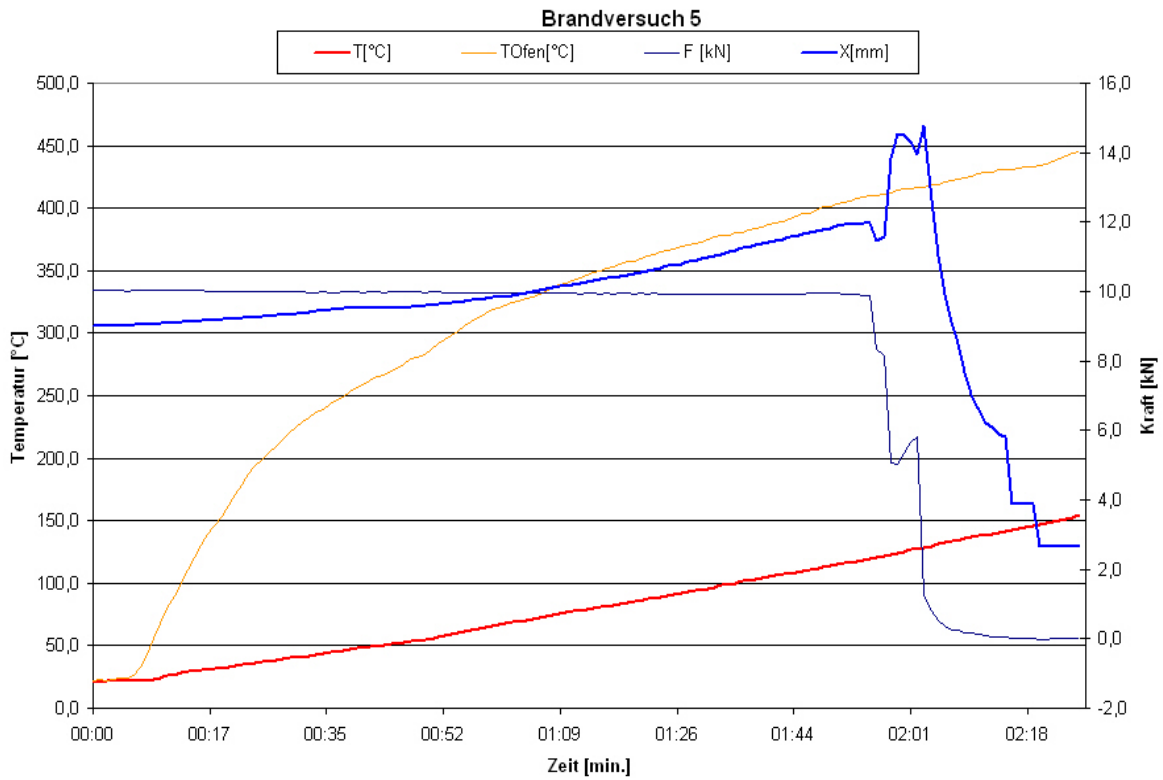
GF-Phenol n = 5	A mm ²	Fmax N	ε-F max %	EMod N/mm ²
\bar{x}	19,04	209,97	2,09	27403,6552
s	0,6757	30,46	0,53	3489,6746
v	3,55	14,51	25,56	12,73

F. Brandversuche
 F.1 IPE 120

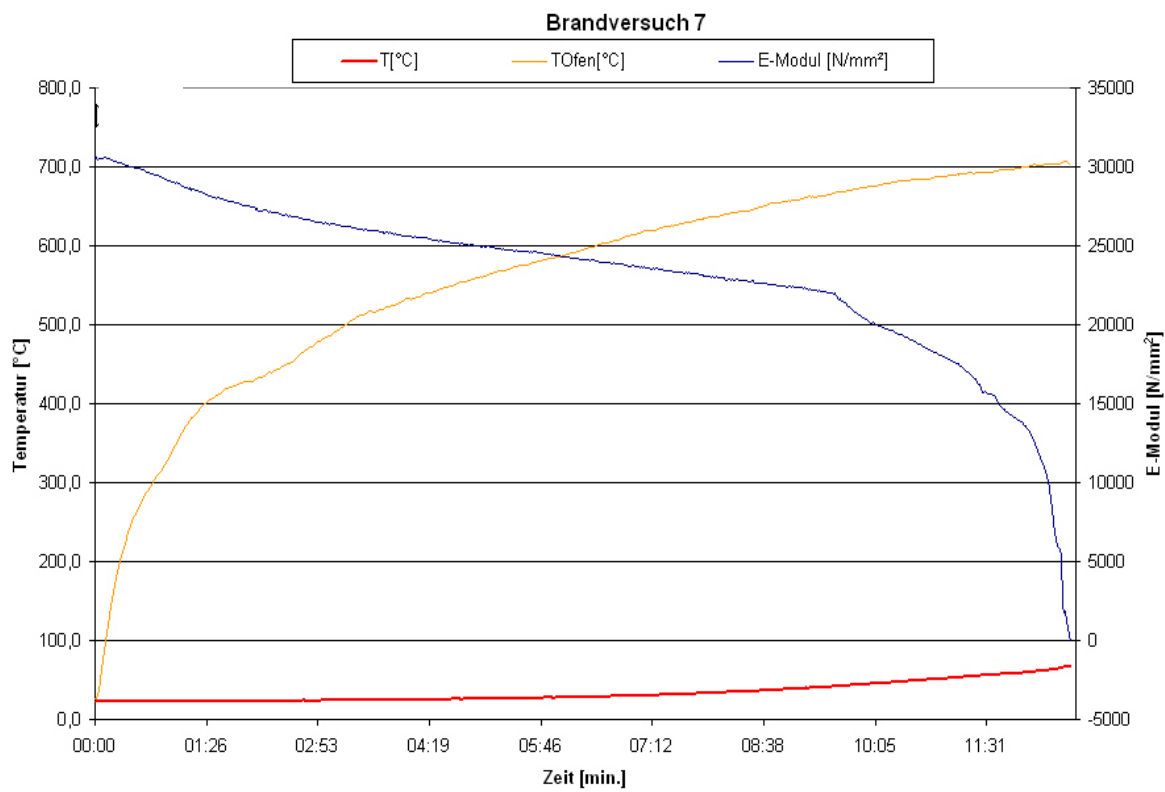
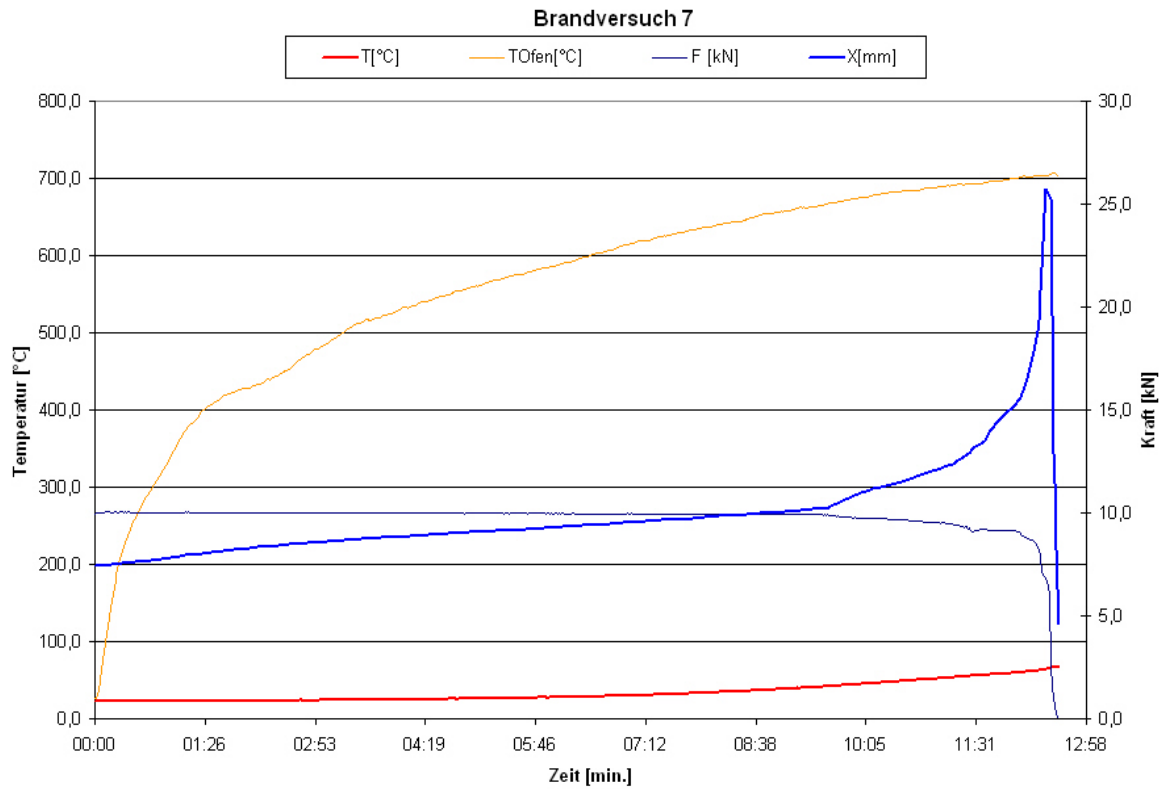




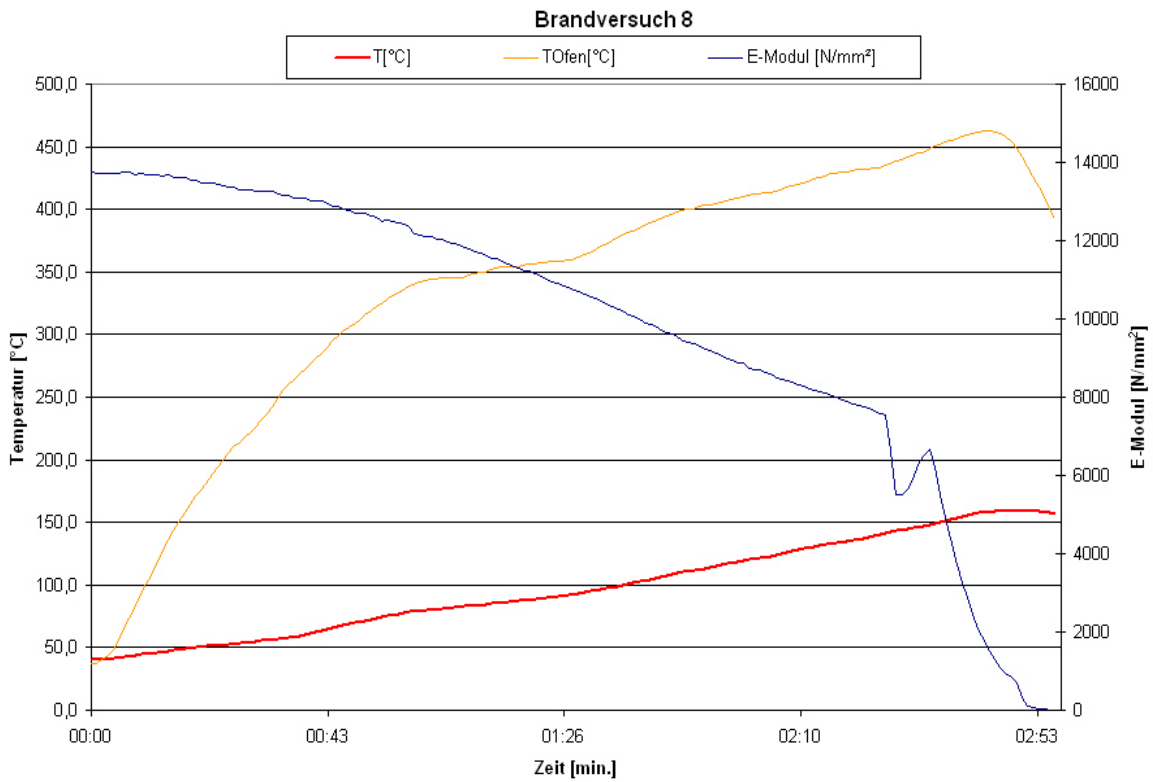
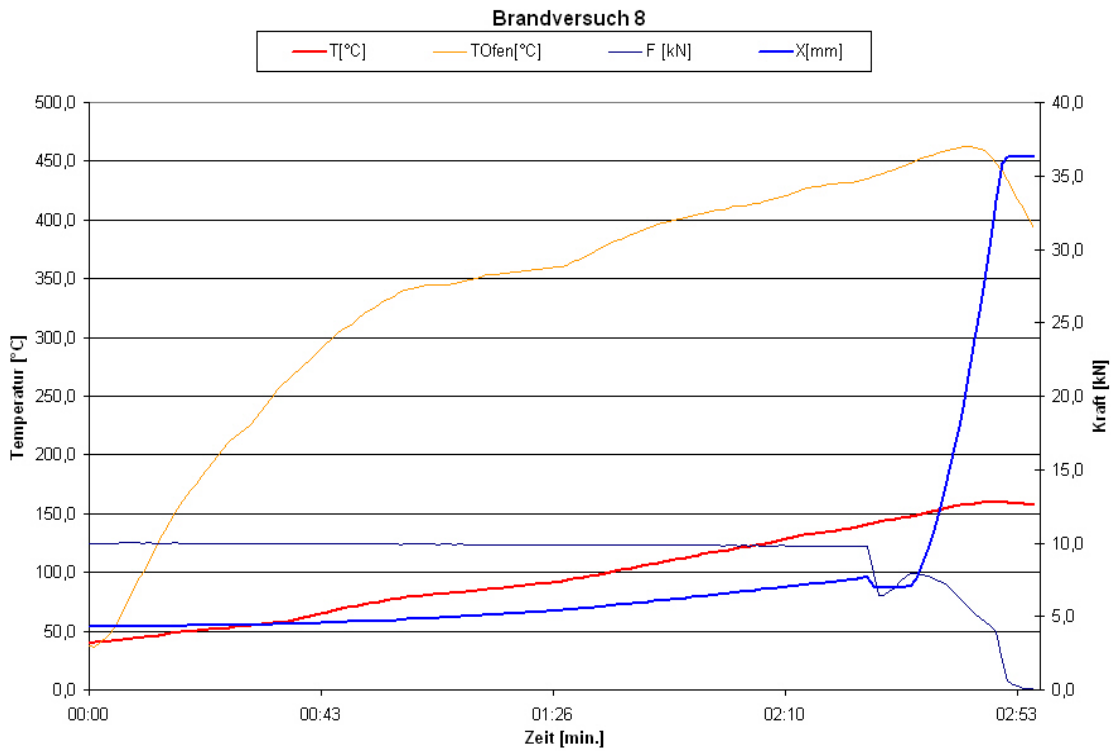


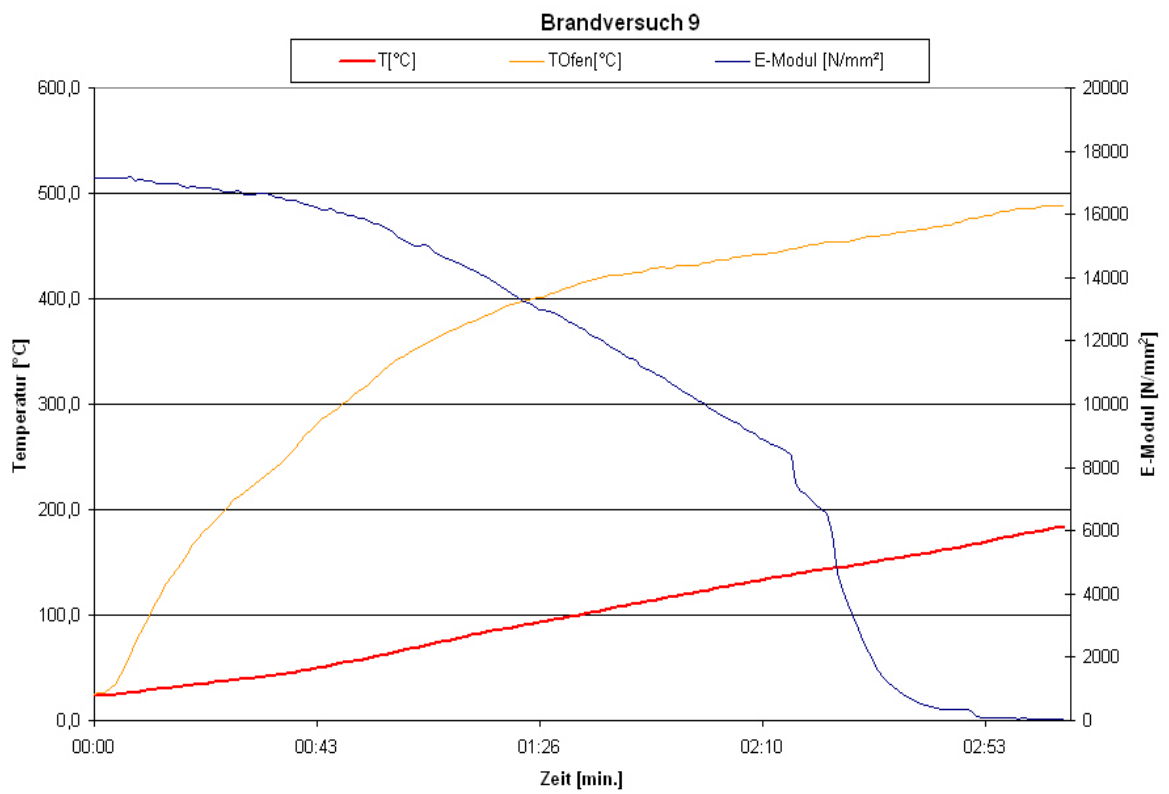
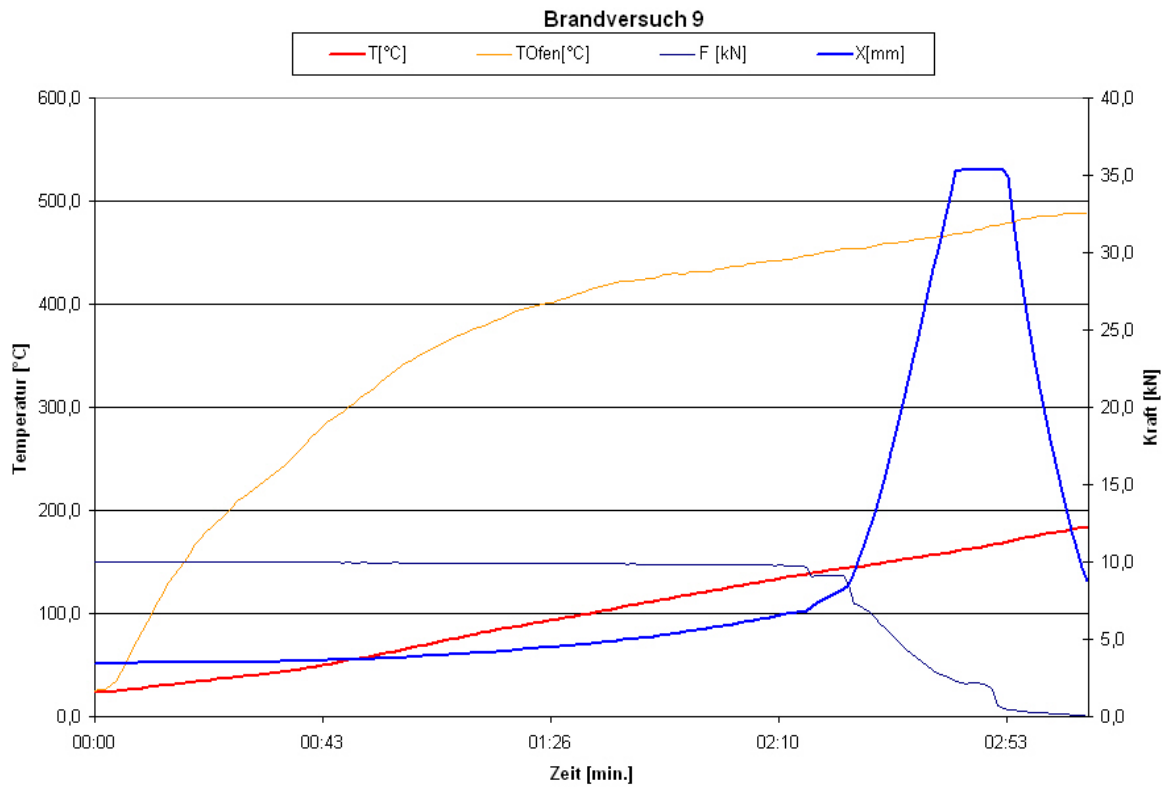


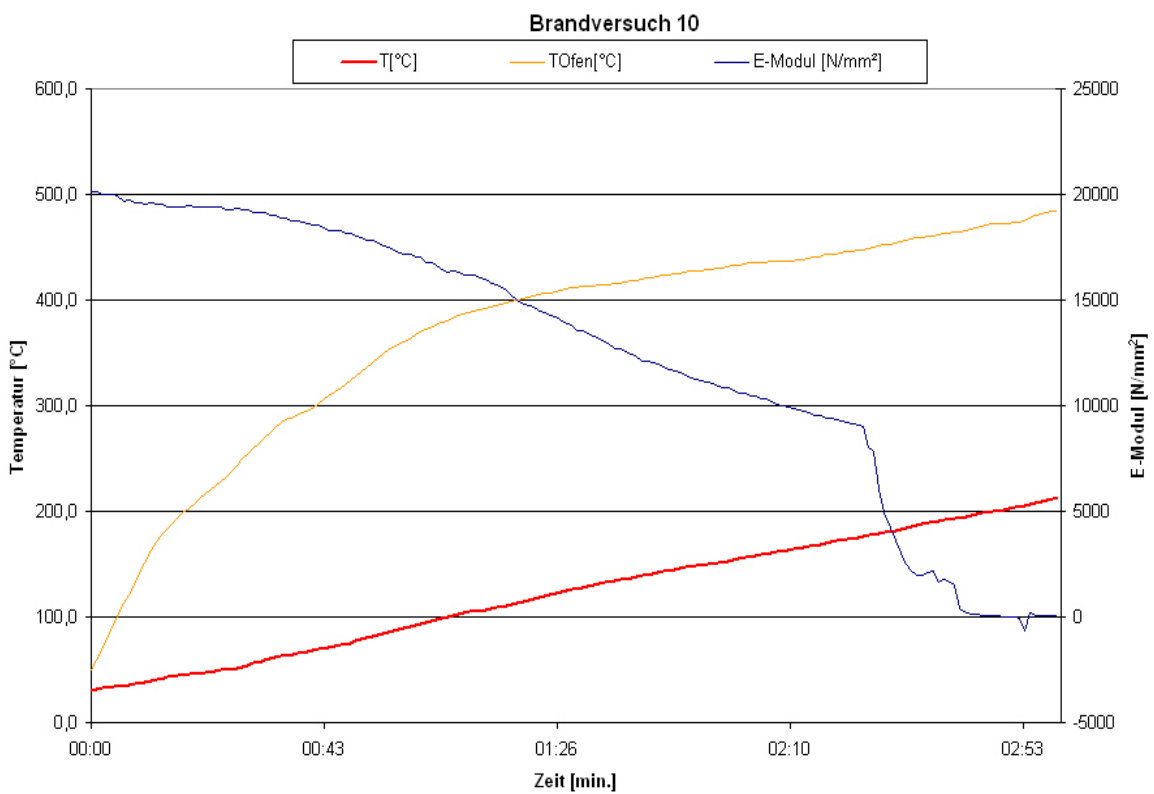
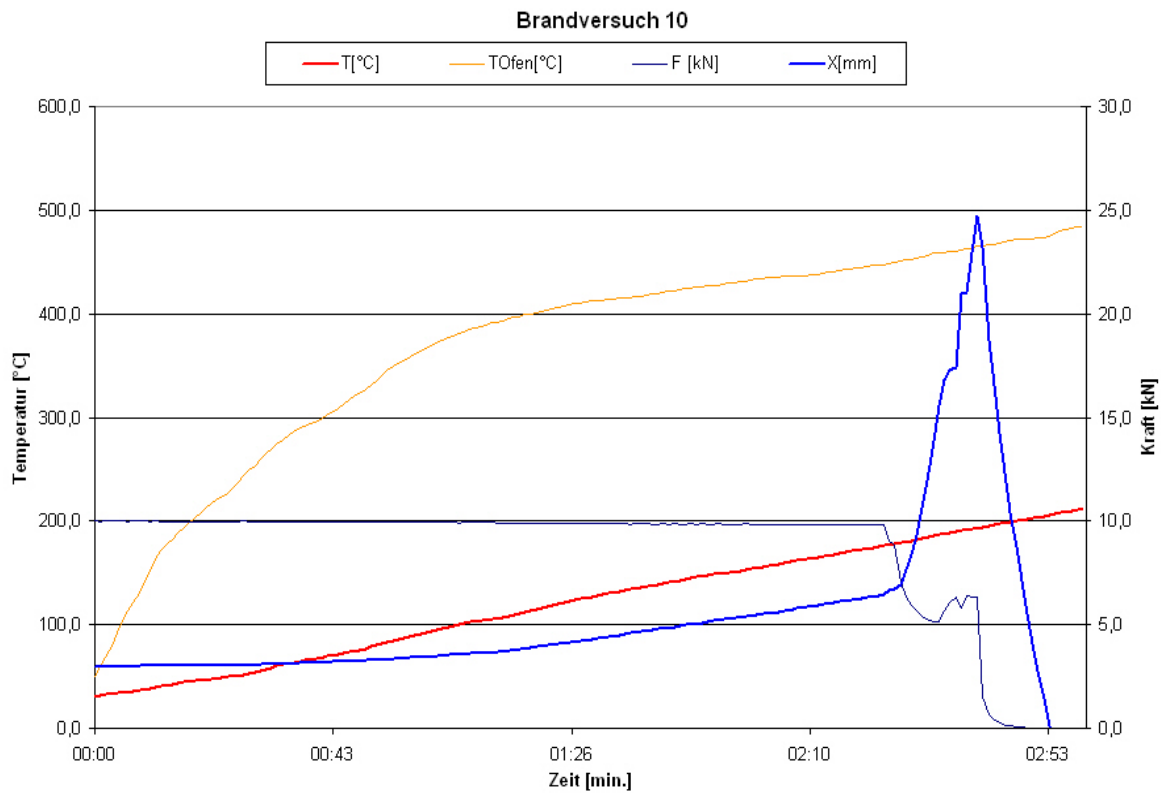
F.2 BV 7, IPE 160 / Verkleidung mit Steinwolle



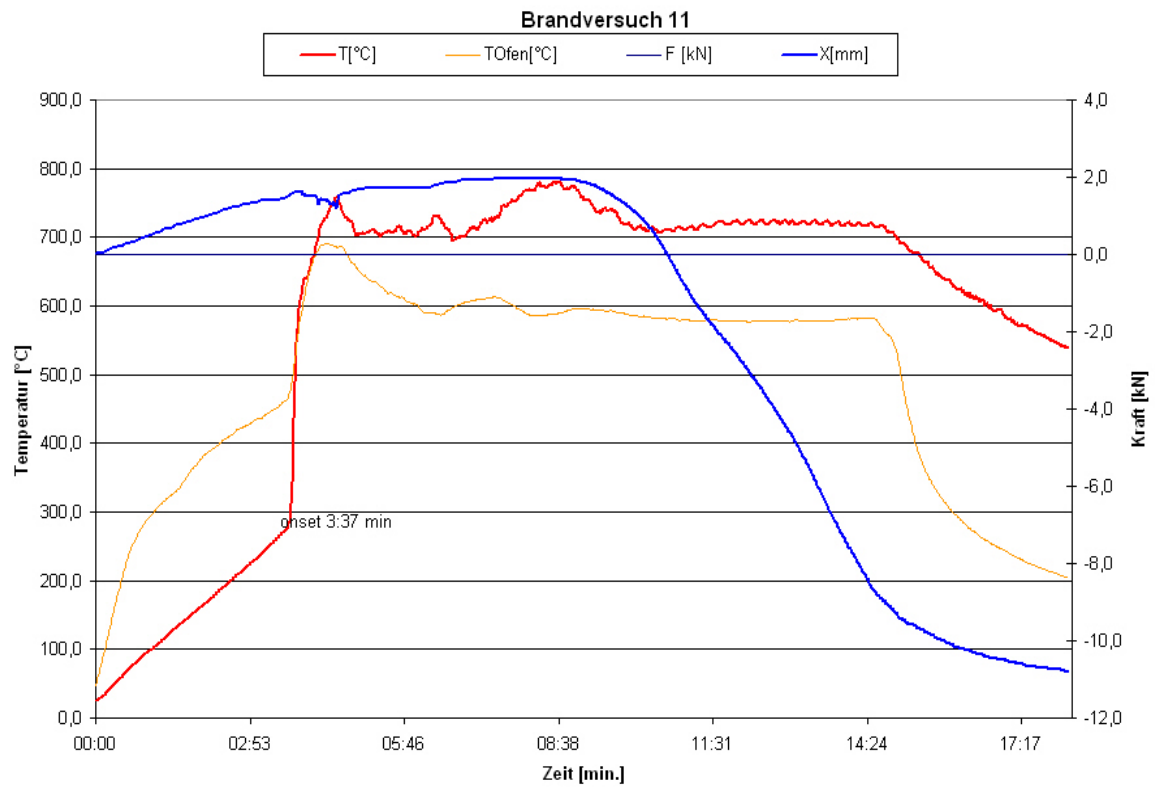
F.3 IPE 160



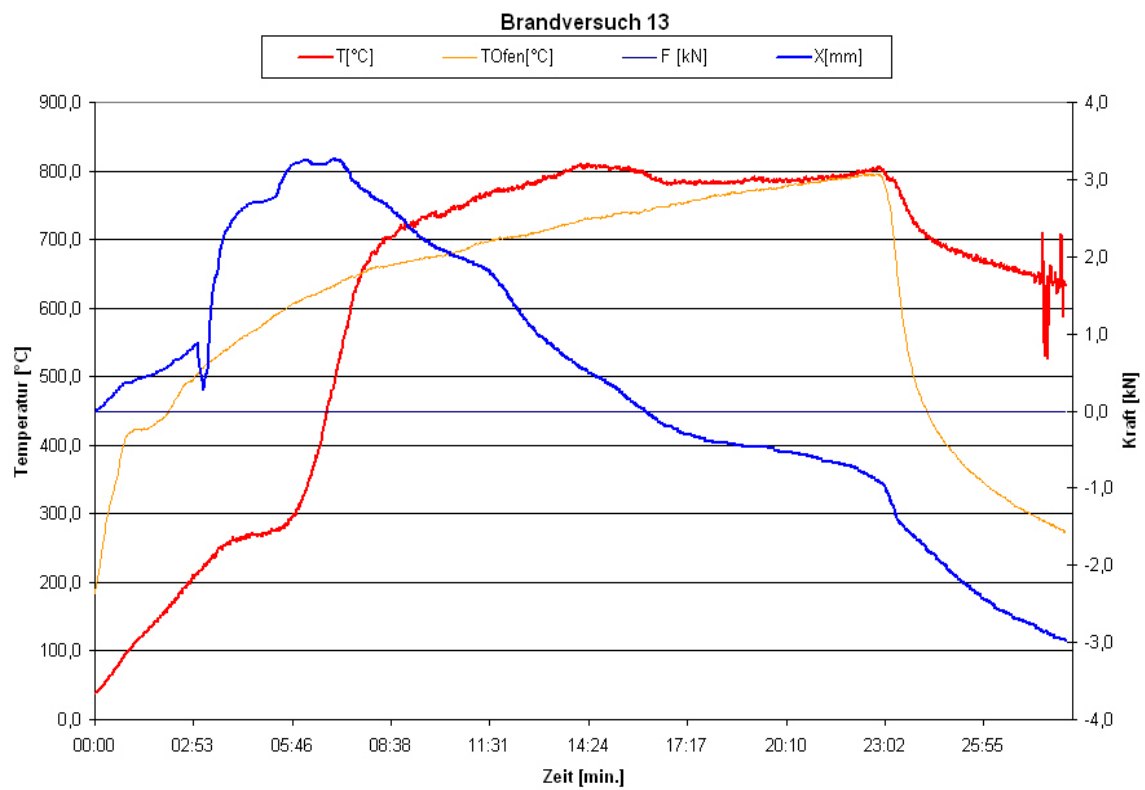




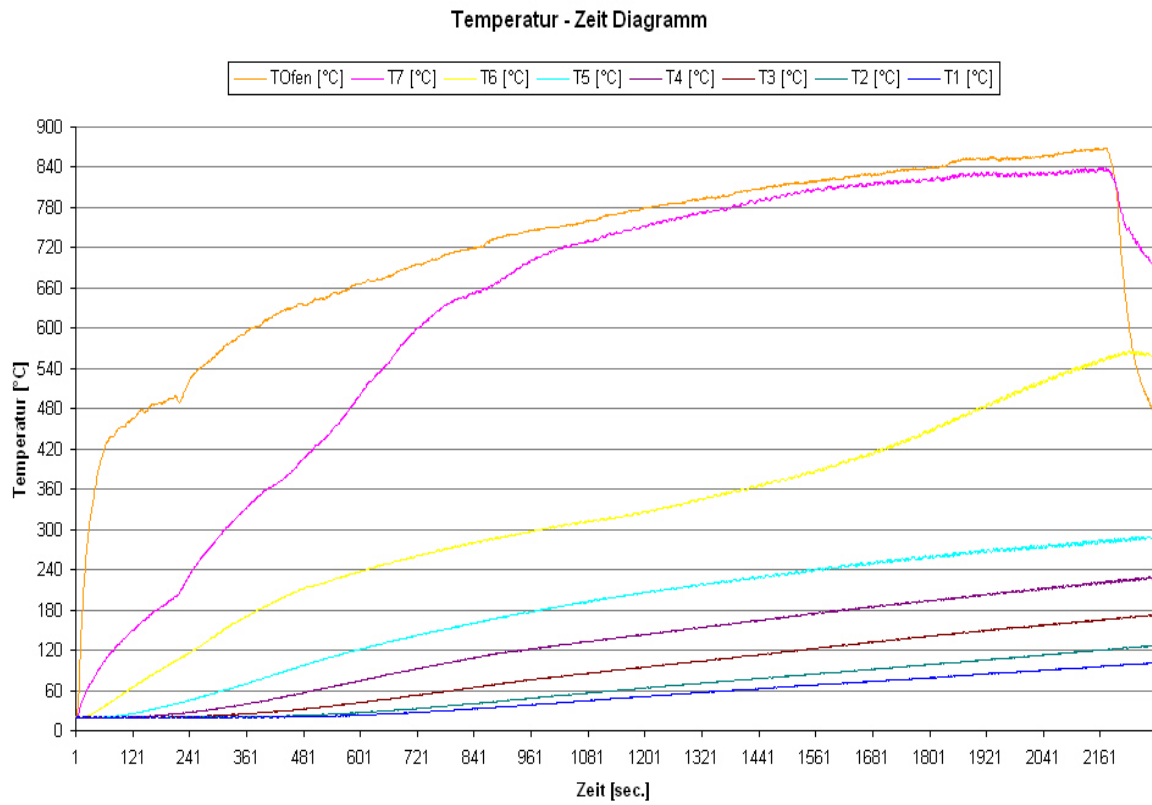
F.4 BV 11, IPE 120 / Eigenlast



F.5 BV 13, IPE 120 / Intumeszierender Brandschutzanstrich



F.5 BV 14, Vollprofil aus sechs IPE 120 Flanschen



G. Physibel Voltra

G.1 Hohlprofil 100/10/10 mm; GF-Polyesterharz

VOLTRA - Input Data

VOLTRA data file: Hohlpolyester.vtr

GRID

Grid unit = 0.001 m

No.	X	Y	Z
0-1	10.000	10.000	5.000
1-2	2.000	2.000	5.000
2-3	2.000	2.000	140.625
3-4	2.000	2.000	140.625
4-5	2.000	2.000	31.250
5-6	8.400	8.400	31.250
6-7	8.400	8.400	31.250
7-8	8.400	8.400	31.250
8-9	8.400	8.400	16.125
9-10	8.400	8.400	16.125
10-11	8.400	8.400	31.250
11-12	8.400	8.400	31.250
12-13	8.400	8.400	31.250
13-14	8.400	8.400	31.250
14-15	8.400	8.400	31.250
15-16	2.000	2.000	31.250
16-17	2.000	2.000	31.250
17-18	2.000	2.000	31.250
18-19	2.000	2.000	140.625
19-20	10.000	10.000	140.625
20-21			5.000
21-22			5.000
Sum	120.000	120.000	989.750

BLOCKS

No.	Col.	Xmin	Xmax	Ymin	Ymax	Zmin	Zmax
1	10	1	19	0	5	2	4
2	11	1	19	0	5	4	6
3	12	1	19	0	5	6	8
4	13	1	19	0	5	8	10
5	14	1	19	0	5	10	12
6	15	1	19	0	5	12	14
7	16	1	19	0	5	14	16
8	17	1	19	0	5	16	18
9	18	1	19	0	5	18	20
10	20	1	19	15	20	2	4
11	21	1	19	15	20	4	6
12	22	1	19	15	20	6	8
13	23	1	19	15	20	8	10
14	24	1	19	15	20	10	12
15	25	1	19	15	20	12	14
16	26	1	19	15	20	14	16
17	27	1	19	15	20	16	18
18	28	1	19	15	20	18	20
19	40	19	20	1	19	2	4
20	41	19	20	1	19	4	6
21	42	19	20	1	19	6	8

22	43	19	20	1	19	8	10
23	44	19	20	1	19	10	12
24	45	19	20	1	19	12	14
25	46	19	20	1	19	14	16
26	47	19	20	1	19	16	18
27	48	19	20	1	19	18	20
28	40	0	5	1	19	2	4
29	41	0	5	1	19	4	6
30	42	0	5	1	19	6	8
31	43	0	5	1	19	8	10
32	44	0	5	1	19	10	12
33	45	0	5	1	19	12	14
34	46	0	5	1	19	14	16
35	47	0	5	1	19	16	18
36	48	0	5	1	19	18	20
37	5	1	19	1	5	2	20
38	5	1	19	15	19	2	20
39	5	1	5	5	15	2	20
40	5	15	19	5	15	2	20
41	50	5	15	5	15	2	20

FUNCTIONS

I00: CONST

Constant value = 0 W/m²

P00: CONST

Constant value = 0 W

C00: CONST

Constant value = 1000 J/(kg.K)

T01: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\
 FL.Z.1.FTE

T02: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\
 IP 1.FTE

T03: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\
 IP 2.FTE

T04: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\
 IP 3.FTE

T05: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\
 FL.Z.5.FTE

T06: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\
 IP 4.FTE

T07: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\

IP 5.FTE
T08: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modelling (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Modell 5\Flansch oben.txt\
IP 6.FTE
T09: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modelling (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Modell 5\Flansch oben.txt\
FL.Z.9.FTE
T10: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modelling (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Modell 5\Flansch unten. txt\4.Fl.D.FTE
T11: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modelling (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Modell 5\Flansch unten.txt\
IP 19.FTE
T12: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modelling (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Modell 5\Flansch unten.txt\
IP 20.FTE
T13: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modelling (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Modell 5\Flansch unten.txt\
IP 21.FTE
T14: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modelling (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Modell 5\Flansch unten. txt\8.Fl.D.FTE
T15: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modelling (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Modell 5\Flansch unten.txt\
IP 22.FTE
T16: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modelling (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Modell 5\Flansch unten.txt\
IP 23.FTE
T17: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modelling (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Modell 5\Flansch unten.txt\
IP 24.FTE
T18: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modelling (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Modell 5\Flansch unten. txt\12.Fl.D.FTE
T28: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modelling (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Modell 5\Steg unten.txt\3. St.u.FTE
T29: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modelling (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Modell 5\Steg unten.txt\IP 13.FTE
T30: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_

Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\IP
14.FTE
T31: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\IP
15.FTE
T32: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\7.
St.u.FTE
T33: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\IP
16.FTE
T34: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\IP
17.FTE
T35: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\IP
18.FTE
T36: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\11.
St.u.FTE
L01: FILE
C:\Documents and Settings\lud118\Desktop\Simulation Physibel\Model 4\
gfk polyester fla
C01: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\gfk polyester.fce

COLOURS

Col.	Type	CEN-rule	Name	lambda	eps	rho	c
t	h	q		[W/mK]	[-]	[kg/m3]	[J/kgK]
[°C]	[W/m ² K]	[W/m ²]					
5	MATERIAL		Polyester & GFK	L01	0.90	1628.0	C0
10	BC_SIMPL	NIHIL	1FLZ				
	T01999999.00	I00					
11	BC_SIMPL	NIHIL	IP1				
	T02999999.00	I00					
12	BC_SIMPL	NIHIL	IP2				
	T03999999.00	I00					
13	BC_SIMPL	NIHIL	IP3				
	T04999999.00	I00					
14	BC_SIMPL	NIHIL	5FLZ				
	T05999999.00	I00					
15	BC_SIMPL	NIHIL	IP4				
	T06999999.00	I00					
16	BC_SIMPL	NIHIL	IP5				
	T07999999.00	I00					
17	BC_SIMPL	NIHIL	IP6				


```

T08999999.00      I00
18 BC_SIMPL NIHIL      9FLZ
T09999999.00      I00
20 BC_SIMPL NIHIL      4FLD
T10999999.00      I00
21 BC_SIMPL NIHIL      IP19
T11999999.00      I00
22 BC_SIMPL NIHIL      IP20
T12999999.00      I00
23 BC_SIMPL NIHIL      IP21
T13999999.00      I00
24 BC_SIMPL NIHIL      8FLD
T14999999.00      I00
25 BC_SIMPL NIHIL      IP22
T15999999.00      I00
26 BC_SIMPL NIHIL      IP23
T16999999.00      I00
27 BC_SIMPL NIHIL      IP24
T17999999.00      I00
28 BC_SIMPL NIHIL      12FLD
T18999999.00      I00
40 BC_SIMPL NIHIL      3STU
T28999999.00      I00
41 BC_SIMPL NIHIL      IP13
T29999999.00      I00
42 BC_SIMPL NIHIL      IP14
T30999999.00      I00
43 BC_SIMPL NIHIL      IP15
T31999999.00      I00
44 BC_SIMPL NIHIL      7STU
T32999999.00      I00
45 BC_SIMPL NIHIL      IP16
T33999999.00      I00
46 BC_SIMPL NIHIL      IP17
T34999999.00      I00
47 BC_SIMPL NIHIL      IP18
T35999999.00      I00
48 BC_SIMPL NIHIL      11STU
T36999999.00      I00
50 BC_FREE  NIHIL      1.2      C00
I00

```

Col.	ta [°C]	hc [W/m²K]	Pc [W]	tr [°C]	C1	C2	C3
50		4.00	P00				

Calculation parameters

```

Time step interval = 0000:00:00:01
Start-up calculation duration = 0000:00:00:00
Calculation duration = 0000:00:02:59
Day number at start of calculation = 1
Iteration cycles = 5
Nonlinear radiation
No recalculation of CEN-values
Smallest accepted viewfactor = 0.0001

```

Number of visibility rays between radiative surfaces = 100
Black radiation heat transfer coeff. (linear radiation) = 5.25 W/m²K
Maximum number of iterations (per iteration cycle) = 10000
Maximum temperature difference = 0.0001 °C
Heat flow divergence for total object = 0.001 %
Heat flow divergence for worst node = 1 %

G.2 IPE 120 120/60/6/6 mm; GF-Polyesterharz

VOLTRA - Input Data

VOLTRA data file: Polyester 4.vtr

GRID

Grid unit = 0.001 m

No.	X	Y	Z
0-1	10.000	10.000	10.000
1-2	27.000	1.000	140.625
2-3	1.000	1.000	140.625
3-4	1.000	1.000	31.250
4-5	1.000	1.000	31.250
5-6	1.000	1.000	31.250
6-7	1.000	1.000	31.250
7-8	1.000	18.000	31.250
8-9	27.000	18.000	31.250
9-10	10.000	18.000	31.250
10-11		18.000	31.250
11-12		18.000	31.250
12-13		18.000	31.250
13-14		1.000	31.250
14-15		1.000	31.250
15-16		1.000	31.250
16-17		1.000	31.250
17-18		1.000	140.625
18-19		1.000	140.625
19-20		10.000	10.000
Sum	80.000	140.000	1020.000

BLOCKS

No.	Col.	Xmin	Xmax	Ymin	Ymax	Zmin	Zmax
1	10	0	10	0	7	1	3
2	11	0	10	0	7	3	5
3	12	0	10	0	7	5	7
4	13	0	10	0	7	7	9
5	14	0	10	0	7	9	11
6	15	0	10	0	7	11	13
7	16	0	10	0	7	13	15
8	17	0	10	0	7	15	17
9	18	0	10	0	7	17	19
10	20	0	10	13	20	1	3
11	21	0	10	13	20	3	5
12	22	0	10	13	20	5	7
13	23	0	10	13	20	7	9
14	24	0	10	13	20	9	11
15	25	0	10	13	20	11	13
16	26	0	10	13	20	13	15
17	27	0	10	13	20	15	17
18	28	0	10	13	20	17	19
19	30	0	10	7	9	1	3
20	31	0	10	7	9	3	5
21	32	0	10	7	9	5	7
22	33	0	10	7	9	7	9
23	34	0	10	7	9	9	11

24	35	0	10	7	9	11	13
25	36	0	10	7	9	13	15
26	37	0	10	7	9	15	17
27	38	0	10	7	9	17	19
28	40	0	10	11	13	1	3
29	41	0	10	11	13	3	5
30	42	0	10	11	13	5	7
31	43	0	10	11	13	7	9
32	44	0	10	11	13	9	11
33	45	0	10	11	13	11	13
34	46	0	10	11	13	13	15
35	47	0	10	11	13	15	17
36	48	0	10	11	13	17	19
37	50	0	10	9	11	1	3
38	51	0	10	9	11	3	5
39	52	0	10	9	11	5	7
40	53	0	10	9	11	7	9
41	54	0	10	9	11	9	11
42	55	0	10	9	11	11	13
43	56	0	10	9	11	13	15
44	57	0	10	9	11	15	17
45	58	0	10	9	11	17	19
46	5	1	9	1	7	1	19
47	5	1	9	13	19	1	19
48	5	2	8	7	13	1	19

FUNCTIONS

I00: CONST

Constant value = 0 W/m²

T01: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Flansch oben.txt\
 FL.Z.1.FTE

T02: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Flansch oben.txt\
 IP 1.FTE

T03: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Flansch oben.txt\
 IP 2.FTE

T04: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Flansch oben.txt\
 IP 3.FTE

T05: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Flansch oben.txt\
 FL.Z.5.FTE

T06: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Flansch oben.txt\
 IP 4.FTE

T07: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_

Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Flansch oben.txt\
 IP 5.FTE
 T08: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Flansch oben.txt\
 IP 6.FTE
 T09: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Flansch oben.txt\
 FL.Z.9.FTE
 T10: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Flansch unten.
 txt\4.Fl.D.FTE
 T11: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Flansch unten.txt\
 IP 19.FTE
 T12: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Flansch unten.txt\
 IP 20.FTE
 T13: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Flansch unten.txt\
 IP 21.FTE
 T14: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Flansch unten.
 txt\8.Fl.D.FTE
 T15: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\Flansch unten.txt\
 IP 22.FTE
 T16: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\Flansch unten.txt\
 IP 23.FTE
 T17: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\Flansch unten.txt\
 IP 24.FTE
 T18: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\Flansch unten.
 txt\12.Fl.D.FTE
 T19: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg oben.txt\2.
 St.o.FTE
 T20: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg oben.txt\IP
 7.FTE
 T21: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg oben.txt\IP
8.FTE
T22: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg oben.txt\IP
9.FTE
T23: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg oben.txt\6.
St.o.FTE
T24: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg oben.txt\IP
10.FTE
T25: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg oben.txt\IP
11.FTE
T26: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg oben.txt\IP
12.FTE
T27: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg oben.txt\10.
St.o.FTE
T28: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg unten.txt\3.
St.u.FTE
T29: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg unten.txt\IP
13.FTE
T30: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg unten.txt\IP
14.FTE
T31: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg unten.txt\IP
15.FTE
T32: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg unten.txt\7.
St.u.FTE
T33: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg unten.txt\IP
16.FTE
T34: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg unten.txt\IP
17.FTE

T35: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg unten.txt\IP 18.FTE

T36: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 2\Steg unten.txt\11. St.u.FTE

T37: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\Steg mitte.txt\IS 1.FTE

T38: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\Steg mitte.txt\IS 2.FTE

T39: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\Steg mitte.txt\IS 3.FTE

T40: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\Steg mitte.txt\IS 4.FTE

T41: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\Steg mitte.txt\IS 5.FTE

T42: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\Steg mitte.txt\IS 6.FTE

T43: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\Steg mitte.txt\IS 7.FTE

T44: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\Steg mitte.txt\IS 8.FTE

T45: FILE
 G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\Steg mitte.txt\IS 9.FTE

L01: FILE
 C:\Documents and Settings\ludl18\Desktop\Simulation Physibel\Model 4\ gfk polyester ta fla

C01: FILE
 C:\Documents and Settings\ludl18\Desktop\Simulation Physibel\Model 4\ gfk polyester ta.fce

COLOURS

Col.	Type	CEN-rule	Name	lambda	eps	rho	c
t	h	q		[W/mK]	[-]	[kg/m3]	[J/kgK]

[°C]	[W/m ² K]	[W/m ²]				
5	MATERIAL		Polyester & GFK	L01	1628.0	C0
1						
10	BC_SIMPL NIHIL	1FLZ				
	T01999999.00	I00				
11	BC_SIMPL NIHIL	IP1				
	T02999999.00	I00				
12	BC_SIMPL NIHIL	IP2				
	T03999999.00	I00				
13	BC_SIMPL NIHIL	IP3				
	T04999999.00	I00				
14	BC_SIMPL NIHIL	5FLZ				
	T05999999.00	I00				
15	BC_SIMPL NIHIL	IP4				
	T06999999.00	I00				
16	BC_SIMPL NIHIL	IP5				
	T07999999.00	I00				
17	BC_SIMPL NIHIL	IP6				
	T08999999.00	I00				
18	BC_SIMPL NIHIL	9FLZ				
	T09999999.00	I00				
20	BC_SIMPL NIHIL	4FLD				
	T10999999.00	I00				
21	BC_SIMPL NIHIL	IP19				
	T11999999.00	I00				
22	BC_SIMPL NIHIL	IP20				
	T12999999.00	I00				
23	BC_SIMPL NIHIL	IP21				
	T13999999.00	I00				
24	BC_SIMPL NIHIL	8FLD				
	T14999999.00	I00				
25	BC_SIMPL NIHIL	IP22				
	T15999999.00	I00				
26	BC_SIMPL NIHIL	IP23				
	T16999999.00	I00				
27	BC_SIMPL NIHIL	IP24				
	T17999999.00	I00				
28	BC_SIMPL NIHIL	12FLD				
	T18999999.00	I00				
30	BC_SIMPL NIHIL	2STO				
	T19999999.00	I00				
31	BC_SIMPL NIHIL	IP7				
	T20999999.00	I00				
32	BC_SIMPL NIHIL	IP8				
	T21999999.00	I00				
33	BC_SIMPL NIHIL	IP9				
	T22999999.00	I00				
34	BC_SIMPL NIHIL	6STO				
	T23999999.00	I00				
35	BC_SIMPL NIHIL	IP10				
	T24999999.00	I00				
36	BC_SIMPL NIHIL	IP11				
	T25999999.00	I00				
37	BC_SIMPL NIHIL	IP12				
	T26999999.00	I00				


```

38 BC_SIMPL NIHIL 10STO
   T27999999.00 I00
40 BC_SIMPL NIHIL 3STU
   T28999999.00 I00
41 BC_SIMPL NIHIL IP13
   T29999999.00 I00
42 BC_SIMPL NIHIL IP14
   T30999999.00 I00
43 BC_SIMPL NIHIL IP15
   T31999999.00 I00
44 BC_SIMPL NIHIL 7STU
   T32999999.00 I00
45 BC_SIMPL NIHIL IP16
   T33999999.00 I00
46 BC_SIMPL NIHIL IP17
   T34999999.00 I00
47 BC_SIMPL NIHIL IP18
   T35999999.00 I00
48 BC_SIMPL NIHIL 11STU
   T36999999.00 I00
50 BC_SIMPL NIHIL IS1
   T37999999.00 I00
51 BC_SIMPL NIHIL IS2
   T38999999.00 I00
52 BC_SIMPL NIHIL IS3
   T39999999.00 I00
53 BC_SIMPL NIHIL IS4
   T40999999.00 I00
54 BC_SIMPL NIHIL IS5
   T41999999.00 I00
55 BC_SIMPL NIHIL IS6
   T42999999.00 I00
56 BC_SIMPL NIHIL IS7
   T43999999.00 I00
57 BC_SIMPL NIHIL IS8
   T44999999.00 I00
58 BC_SIMPL NIHIL IS9
   T45999999.00 I00

```

Calculation parameters

```

Time step interval = 0000:00:00:01
Start-up calculation duration = 0000:00:00:00
Calculation duration = 0000:00:01:47
Day number at start of calculation = 1
Iteration cycles = 5
Linear radiation
No recalculation of CEN-values
Maximum number of iterations (per iteration cycle) = 10000
Maximum temperature difference = 0.0001 °C
Heat flow divergence for total object = 0.001 %
Heat flow divergence for worst node = 1 %

```

G.1 IPE 160 160/80/8/8 mm; GF-Polyesterharz**VOLTRA - Input Data**

VOLTRA data file: Polyester 5.vtr

GRID

Grid unit = 0.001 m

No.	X	Y	Z
0-1	10.000	10.000	10.000
1-2	36.000	1.000	140.625
2-3	1.000	1.000	140.625
3-4	1.000	1.000	31.250
4-5	1.000	1.000	31.250
5-6	1.000	1.000	31.250
6-7	1.000	1.000	31.250
7-8	1.000	1.000	31.250
8-9	1.000	1.000	31.250
9-10	1.000	24.000	31.250
10-11	36.000	24.000	31.250
11-12	10.000	24.000	31.250
12-13		24.000	31.250
13-14		24.000	31.250
14-15		24.000	31.250
15-16		1.000	31.250
16-17		1.000	31.250
17-18		1.000	140.625
18-19		1.000	140.625
19-20		1.000	10.000
20-21		1.000	
21-22		1.000	
22-23		1.000	
23-24		10.000	
Sum	100.000	180.000	1020.000

BLOCKS

No.	Col.	Xmin	Xmax	Ymin	Ymax	Zmin	Zmax
1	10	0	12	0	9	1	3
2	11	0	12	0	9	3	5
3	12	0	12	0	9	5	7
4	13	0	12	0	9	7	9
5	14	0	12	0	9	9	11
6	15	0	12	0	9	11	13
7	16	0	12	0	9	13	15
8	17	0	12	0	9	15	17
9	18	0	12	0	9	17	19
10	20	0	12	15	24	1	3
11	21	0	12	15	24	3	5
12	22	0	12	15	24	5	7
13	23	0	12	15	24	7	9
14	24	0	12	15	24	9	11
15	25	0	12	15	24	11	13
16	26	0	12	15	24	13	15
17	27	0	12	15	24	15	17
18	28	0	12	15	24	17	19
19	30	0	12	9	11	1	3

20	31	0	12	9	11	3	5
21	32	0	12	9	11	5	7
22	33	0	12	9	11	7	9
23	34	0	12	9	11	9	11
24	35	0	12	9	11	11	13
25	36	0	12	9	11	13	15
26	37	0	12	9	11	15	17
27	38	0	12	9	11	17	19
28	40	0	12	13	15	1	3
29	41	0	12	13	15	3	5
30	42	0	12	13	15	5	7
31	43	0	12	13	15	7	9
32	44	0	12	13	15	9	11
33	45	0	12	13	15	11	13
34	46	0	12	13	15	13	15
35	47	0	12	13	15	15	17
36	48	0	12	13	15	17	19
37	50	0	12	11	13	1	3
38	51	0	12	11	13	3	5
39	52	0	12	11	13	5	7
40	53	0	12	11	13	7	9
41	54	0	12	11	13	9	11
42	55	0	12	11	13	11	13
43	56	0	12	11	13	13	15
44	57	0	12	11	13	15	17
45	58	0	12	11	13	17	19
46	5	1	11	1	9	1	19
47	5	1	11	15	23	1	19
48	5	2	10	9	15	1	19

FUNCTIONS

I00: CONST

Constant value = 0 W/m²

T01: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\ FL.Z.1.FTE

T02: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\ IP 1.FTE

T03: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\ IP 2.FTE

T04: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\ IP 3.FTE

T05: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_ Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\ FL.Z.5.FTE

T06: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_

Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\
IP 4.FTE
T07: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\
IP 5.FTE
T08: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\
IP 6.FTE
T09: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch oben.txt\
FL.Z.9.FTE
T10: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch unten.
txt\4.Fl.D.FTE
T11: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch unten.txt\
IP 19.FTE
T12: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch unten.txt\
IP 20.FTE
T13: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch unten.txt\
IP 21.FTE
T14: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch unten.
txt\8.Fl.D.FTE
T15: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch unten.txt\
IP 22.FTE
T16: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch unten.txt\
IP 23.FTE
T17: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch unten.txt\
IP 24.FTE
T18: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Flansch unten.
txt\12.Fl.D.FTE
T19: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg oben.txt\2.
St.o.FTE
T20: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg oben.txt\IP
 7.FTE
 T21: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg oben.txt\IP
 8.FTE
 T22: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg oben.txt\IP
 9.FTE
 T23: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg oben.txt\6.
 St.o.FTE
 T24: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg oben.txt\IP
 10.FTE
 T25: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg oben.txt\IP
 11.FTE
 T26: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg oben.txt\IP
 12.FTE
 T27: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg oben.txt\10.
 St.o.FTE
 T28: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\3.
 St.u.FTE
 T29: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\IP
 13.FTE
 T30: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\IP
 14.FTE
 T31: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\IP
 15.FTE
 T32: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\7.
 St.u.FTE
 T33: FILE

G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
 Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\IP
 16.FTE

T34: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\IP
17.FTE

T35: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\IP
18.FTE

T36: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg unten.txt\11.
St.u.FTE

T37: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg mitte.txt\IS
1.FTE

T38: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg mitte.txt\IS
1.FTE

T39: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg mitte.txt\IS
5.FTE

T40: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg mitte.txt\IS
5.FTE

T41: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg mitte.txt\IS
5.FTE

T42: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg mitte.txt\IS
5.FTE

T43: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg mitte.txt\IS
9.FTE

T44: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg mitte.txt\IS
9.FTE

T45: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 5\Steg mitte.txt\IS
9.FTE

L01: FILE
C:\Documents and Settings\lud118\Desktop\Simulation Physibel\Model 4\
gfk polyester fla

C01: FILE
G:\DOSSIER\841\841306 GFK unter therm. Last.hue\Datenauswertung_
Modellierung (SAP Pos. 30)\Simulation Physibel\Model 4\gfk polyester.fce

COLOURS

Col. t	Type h	CEN-rule q	Name	lambda [W/mK]	eps [-]	rho [kg/m3]	c [J/kgK]
5	MATERIAL		Polyester & GFK	L01		1628.0	C0
10	BC_SIMPL	NIHIL	1FLZ				
	T01999999.00	I00					
11	BC_SIMPL	NIHIL	IP1				
	T02999999.00	I00					
12	BC_SIMPL	NIHIL	IP2				
	T03999999.00	I00					
13	BC_SIMPL	NIHIL	IP3				
	T04999999.00	I00					
14	BC_SIMPL	NIHIL	5FLZ				
	T05999999.00	I00					
15	BC_SIMPL	NIHIL	IP4				
	T06999999.00	I00					
16	BC_SIMPL	NIHIL	IP5				
	T07999999.00	I00					
17	BC_SIMPL	NIHIL	IP6				
	T08999999.00	I00					
18	BC_SIMPL	NIHIL	9FLZ				
	T09999999.00	I00					
20	BC_SIMPL	NIHIL	4FLD				
	T10999999.00	I00					
21	BC_SIMPL	NIHIL	IP19				
	T11999999.00	I00					
22	BC_SIMPL	NIHIL	IP20				
	T12999999.00	I00					
23	BC_SIMPL	NIHIL	IP21				
	T13999999.00	I00					
24	BC_SIMPL	NIHIL	8FLD				
	T14999999.00	I00					
25	BC_SIMPL	NIHIL	IP22				
	T15999999.00	I00					
26	BC_SIMPL	NIHIL	IP23				
	T16999999.00	I00					
27	BC_SIMPL	NIHIL	IP24				
	T17999999.00	I00					
28	BC_SIMPL	NIHIL	12FLD				
	T18999999.00	I00					
30	BC_SIMPL	NIHIL	2STO				
	T19999999.00	I00					
31	BC_SIMPL	NIHIL	IP7				
	T20999999.00	I00					
32	BC_SIMPL	NIHIL	IP8				
	T21999999.00	I00					
33	BC_SIMPL	NIHIL	IP9				
	T22999999.00	I00					
34	BC_SIMPL	NIHIL	6STO				
	T23999999.00	I00					
35	BC_SIMPL	NIHIL	IP10				
	T24999999.00	I00					

```

36 BC_SIMPL NIHIL IP11
   T25999999.00 I00
37 BC_SIMPL NIHIL IP12
   T26999999.00 I00
38 BC_SIMPL NIHIL 10STO
   T27999999.00 I00
40 BC_SIMPL NIHIL 3STU
   T28999999.00 I00
41 BC_SIMPL NIHIL IP13
   T29999999.00 I00
42 BC_SIMPL NIHIL IP14
   T30999999.00 I00
43 BC_SIMPL NIHIL IP15
   T31999999.00 I00
44 BC_SIMPL NIHIL 7STU
   T32999999.00 I00
45 BC_SIMPL NIHIL IP16
   T33999999.00 I00
46 BC_SIMPL NIHIL IP17
   T34999999.00 I00
47 BC_SIMPL NIHIL IP18
   T35999999.00 I00
48 BC_SIMPL NIHIL 11STU
   T36999999.00 I00
50 BC_SIMPL NIHIL IS1
   T37999999.00 I00
51 BC_SIMPL NIHIL IS2
   T38999999.00 I00
52 BC_SIMPL NIHIL IS3
   T39999999.00 I00
53 BC_SIMPL NIHIL IS4
   T40999999.00 I00
54 BC_SIMPL NIHIL IS5
   T41999999.00 I00
55 BC_SIMPL NIHIL IS6
   T42999999.00 I00
56 BC_SIMPL NIHIL IS7
   T43999999.00 I00
57 BC_SIMPL NIHIL IS8
   T44999999.00 I00
58 BC_SIMPL NIHIL IS9
   T45999999.00 I00

```

Calculation parameters

```

Time step interval = 0000:00:00:01
Start-up calculation duration = 0000:00:00:00
Calculation duration = 0000:00:02:21
Day number at start of calculation = 1
Iteration cycles = 5
Linear radiation
No recalculation of CEN-values
Maximum number of iterations (per iteration cycle) = 10000
Maximum temperature difference = 0.0001 °C
Heat flow divergence for total object = 0.001 %
Heat flow divergence for worst node = 1 %

```


G.4 IPE 120 120/60/6/6 mm; GF-Polyesterharz; Abaqus 6.6

*Material, name=GFK_Polyester

*Conductivity

0.01, 20.
 0.01, 31.033
 0.03, 32.033
 0.07, 33.033
 0.12, 34.033
 0.17, 35.033
 0.21, 36.033
 0.23, 37.033
 0.25, 38.033
 0.26, 39.033
 0.27, 40.033
 0.27, 41.033
 0.28, 42.033
 0.28, 43.033
 0.28, 44.033
 0.29, 45.033
 0.29, 46.033
 0.29, 47.033
 0.3, 48.033
 0.3, 49.033
 0.29, 50.033
 0.3, 51.033
 0.3, 52.033
 0.3, 53.033
 0.31, 54.033
 0.31, 55.033
 0.31, 56.033
 0.31, 57.033
 0.32, 58.033
 0.32, 59.033
 0.32, 60.033
 0.33, 61.033
 0.33, 62.033
 0.34, 63.033
 0.34, 64.033
 0.34, 65.033
 0.35, 66.033
 0.35, 67.033
 0.35, 68.033
 0.36, 69.033
 0.36, 70.033
 0.36, 71.033
 0.37, 72.033
 0.37, 73.033
 0.37, 74.033
 0.34, 75.033
 0.34, 76.033
 0.35, 77.033

0.35, 78.033	0.43, 128.033	0.48, 178.033
0.35, 79.033	0.43, 129.033	0.48, 179.033
0.36, 80.033	0.43, 130.033	0.48, 180.033
0.36, 81.033	0.43, 131.033	0.47, 181.033
0.36, 82.033	0.43, 132.033	0.47, 182.033
0.36, 83.033	0.44, 133.033	0.47, 183.033
0.37, 84.033	0.44, 134.033	0.47, 184.033
0.37, 85.033	0.44, 135.033	0.47, 185.033
0.37, 86.033	0.44, 136.033	0.47, 186.033
0.37, 87.033	0.44, 137.033	0.47, 187.033
0.37, 88.033	0.44, 138.033	0.47, 188.033
0.38, 89.033	0.45, 139.033	0.47, 189.033
0.38, 90.033	0.45, 140.033	0.46, 190.033
0.38, 91.033	0.45, 141.033	0.46, 191.033
0.38, 92.033	0.45, 142.033	0.46, 192.033
0.38, 93.033	0.45, 143.033	0.46, 193.033
0.38, 94.033	0.45, 144.033	0.46, 194.033
0.39, 95.033	0.46, 145.033	0.46, 195.033
0.39, 96.033	0.46, 146.033	0.46, 196.033
0.39, 97.033	0.46, 147.033	0.46, 197.033
0.39, 98.033	0.46, 148.033	0.46, 198.033
0.39, 99.033	0.46, 149.033	0.46, 199.033
0.39, 100.033	0.46, 150.033	0.45, 200.033
0.37, 101.033	0.46, 151.033	0.45, 201.033
0.38, 102.033	0.47, 152.033	0.45, 202.033
0.38, 103.033	0.46, 153.033	0.45, 203.033
0.38, 104.033	0.47, 154.033	0.45, 204.033
0.38, 105.033	0.47, 155.033	0.45, 205.033
0.38, 106.033	0.47, 156.033	0.44, 206.033
0.39, 107.033	0.47, 157.033	0.44, 207.033
0.39, 108.033	0.47, 158.033	0.44, 208.033
0.39, 109.033	0.48, 159.033	0.44, 209.033
0.39, 110.033	0.48, 160.033	0.44, 210.033
0.39, 111.033	0.48, 161.033	0.43, 211.033
0.4, 112.033	0.48, 162.033	0.43, 212.033
0.4, 113.033	0.48, 163.033	0.43, 213.033
0.4, 114.033	0.48, 164.033	0.43, 214.033
0.4, 115.033	0.48, 165.033	0.42, 215.033
0.4, 116.033	0.48, 166.033	0.42, 216.033
0.41, 117.033	0.48, 167.033	0.42, 217.033
0.41, 118.033	0.48, 168.033	0.42, 218.033
0.41, 119.033	0.48, 169.033	0.41, 219.033
0.41, 120.033	0.48, 170.033	0.41, 220.033
0.41, 121.033	0.48, 171.033	0.41, 221.033
0.42, 122.033	0.48, 172.033	0.4, 222.033
0.42, 123.033	0.48, 173.033	*Density
0.42, 124.033	0.48, 174.033	1.61459e-09, 23.
0.42, 125.033	0.48, 175.033	1.46372e-09, 324.59
0.42, 126.033	0.48, 176.033	1.20967e-09, 376.24
0.42, 127.033	0.48, 177.033	1.12275e-09, 524.27

*Elastic, type=ENGINEERING CONSTANTS
 31450., 8887., 8887., 0.307, 0.307, 0.0867, 5808., 5808.
 3400., 20.
 31089., 8785., 8785., 0.307, 0.307, 0.0867, 5809., 5809.
 3361., 30.
 30543., 8630., 8630., 0.307, 0.307, 0.0867, 5810., 5810.
 3302., 40.
 29966., 8467., 8467., 0.307, 0.307, 0.0867, 5811., 5811.
 3239., 50.
 29320., 8285., 8285., 0.307, 0.307, 0.0867, 5812., 5812.
 3169., 60.01
 28878., 8160., 8160., 0.2992, 0.2992, 0.0846, 5752., 5752.
 3140., 65.01
 28413., 8029., 8029., 0.2915, 0.2915, 0.0824, 5606., 5606.
 3108., 70.
 27912., 7887., 7887., 0.2838, 0.2838, 0.0802, 5489., 5489.
 3072., 75.
 27375., 7735., 7735., 0.276, 0.276, 0.078, 5407., 5407.
 3031., 80.
 26822., 7579., 7579., 0.2683, 0.2683, 0.0758, 5210., 5210.
 2988., 85.
 26185., 7399., 7399., 0.2605, 0.2605, 0.0736, 5014., 5014.
 2935., 90.
 25449., 7191., 7191., 0.2527, 0.2527, 0.0714, 4928., 4928.
 2870., 95.01
 24642., 6963., 6963., 0.245, 0.245, 0.0692, 4649., 4649.
 2796., 100.01
 23781., 6720., 6720., 0.2373, 0.2373, 0.067, 4518., 4518.
 2716., 104.99
 22829., 6451., 6451., 0.2295, 0.2295, 0.0649, 4334., 4334.
 2623., 109.99
 21782., 6155., 6155., 0.2218, 0.2218, 0.0627, 4146., 4146.
 2519., 114.98
 20594., 5819., 5819., 0.214, 0.214, 0.0605, 3894., 3894.
 2397., 119.98
 19381., 5476., 5476., 0.2063, 0.2063, 0.0583, 3660., 3660.
 2270., 124.98
 18016., 5091., 5091., 0.1985, 0.1985, 0.0561, 3423., 3423.
 2124., 129.98
 16577., 4684., 4684., 0.1908, 0.1908, 0.0539, 3182., 3182.
 1967., 134.98
 15177., 4289., 4289., 0.183, 0.183, 0.0517, 2935., 2935.
 1813., 139.98
 13786., 3895., 3895., 0.1753, 0.1753, 0.0495, 2705., 2705.
 1657., 144.98
 12585., 3556., 3556., 0.1675, 0.1675, 0.0473, 2501., 2501.
 1523., 149.98
 11558., 3266., 3266., 0.1598, 0.1598, 0.0452, 2336., 2336.
 1408., 154.97
 10775., 3045., 3045., 0.152, 0.152, 0.043, 2191., 2191.

1321., 159.97	1.5e+09, 69.
10088., 2851., 2851., 0.1443, 0.1443, 0.0408, 2085., 2085.	1.52e+09, 70.
1246., 164.97	1.53e+09, 71.
9584., 2708., 2708., 0.1365, 0.1365, 0.0386, 1989., 1989.	1.55e+09, 72.
1191., 169.97	1.56e+09, 73.
9199., 2599., 2599., 0.1288, 0.1288, 0.0364, 1914., 1914.	1.58e+09, 74.
1151., 174.97	1.59e+09, 75.
*Expansion, type=ORTHO	1.61e+09, 76.
5e-06, 5.2e-05, 5.2e-05	1.62e+09, 77.
*Specific Heat	1.64e+09, 78.
2.5e+07, 20.	1.65e+09, 79.
2.5e+07, 30.	1.66e+09, 80.
3.7e+07, 31.	1.67e+09, 81.
1.19e+08, 32.	1.68e+09, 82.
2.84e+08, 33.	1.69e+09, 83.
5.07e+08, 34.	1.7e+09, 84.
7.04e+08, 35.	1.71e+09, 85.
8.46e+08, 36.	1.72e+09, 86.
9.43e+08, 37.	1.73e+09, 87.
1.01e+09, 38.	1.74e+09, 88.
1.05e+09, 39.	1.75e+09, 89.
1.08e+09, 40.	1.76e+09, 90.
1.1e+09, 41.	1.76e+09, 91.
1.12e+09, 42.	1.77e+09, 92.
1.14e+09, 43.	1.78e+09, 93.
1.15e+09, 44.	1.79e+09, 94.
1.17e+09, 45.	1.79e+09, 95.
1.18e+09, 46.	1.8e+09, 96.
1.19e+09, 47.	1.81e+09, 97.
1.21e+09, 48.	1.82e+09, 98.
1.22e+09, 49.	1.83e+09, 99.
1.23e+09, 50.	1.83e+09,100.
1.25e+09, 51.	1.84e+09,101.
1.26e+09, 52.	1.85e+09,102.
1.27e+09, 53.	1.86e+09,103.
1.29e+09, 54.	1.87e+09,104.
1.3e+09, 55.	1.88e+09,105.
1.31e+09, 56.	1.89e+09,106.
1.32e+09, 57.	1.9e+09,107.
1.34e+09, 58.	1.91e+09,108.
1.35e+09, 59.	1.92e+09,109.
1.37e+09, 60.	1.93e+09,110.
1.38e+09, 61.	1.94e+09,111.
1.4e+09, 62.	1.95e+09,112.
1.41e+09, 63.	1.96e+09,113.
1.43e+09, 64.	1.97e+09,114.
1.44e+09, 65.	1.97e+09,115.
1.46e+09, 66.	1.98e+09,116.
1.47e+09, 67.	1.99e+09,117.
1.49e+09, 68.	2e+09,118.

2.01e+09,119.	2.36e+09,169.	2.03e+09,219.
2.02e+09,120.	2.36e+09,170.	2.02e+09,220.
2.03e+09,121.	2.36e+09,171.	2e+09,221.
2.04e+09,122.	2.36e+09,172.	1.99e+09,222.
2.05e+09,123.	2.36e+09,173.	1.97e+09,223.
2.06e+09,124.	2.36e+09,174.	1.96e+09,224.
2.07e+09,125.	2.35e+09,175.	1.94e+09,225.
2.08e+09,126.	2.35e+09,176.	1.93e+09,226.
2.09e+09,127.	2.35e+09,177.	1.91e+09,227.
2.1e+09,128.	2.35e+09,178.	1.9e+09,228.
2.11e+09,129.	2.34e+09,179.	1.89e+09,229.
2.11e+09,130.	2.34e+09,180.	1.87e+09,230.
2.12e+09,131.	2.33e+09,181.	1.86e+09,231.
2.13e+09,132.	2.33e+09,182.	1.84e+09,232.
2.14e+09,133.	2.32e+09,183.	1.83e+09,233.
2.15e+09,134.	2.31e+09,184.	1.81e+09,234.
2.16e+09,135.	2.31e+09,185.	1.8e+09,235.
2.17e+09,136.	2.3e+09,186.	1.79e+09,236.
2.18e+09,137.	2.3e+09,187.	1.77e+09,237.
2.19e+09,138.	2.29e+09,188.	1.76e+09,238.
2.19e+09,139.	2.29e+09,189.	1.74e+09,239.
2.2e+09,140.	2.28e+09,190.	1.73e+09,240.
2.21e+09,141.	2.28e+09,191.	1.72e+09,241.
2.22e+09,142.	2.27e+09,192.	1.7e+09,242.
2.23e+09,143.	2.26e+09,193.	1.69e+09,243.
2.24e+09,144.	2.26e+09,194.	1.68e+09,244.
2.24e+09,145.	2.26e+09,195.	1.66e+09,245.
2.25e+09,146.	2.25e+09,196.	1.65e+09,246.
2.26e+09,147.	2.25e+09,197.	1.64e+09,247.
2.26e+09,148.	2.25e+09,198.	1.62e+09,248.
2.27e+09,149.	2.24e+09,199.	1.61e+09,249.
2.28e+09,150.	2.23e+09,200.	1.6e+09,250.
2.28e+09,151.	2.23e+09,201.	1.58e+09,251.
2.29e+09,152.	2.22e+09,202.	1.57e+09,252.
2.29e+09,153.	2.21e+09,203.	1.56e+09,253.
2.29e+09,154.	2.2e+09,204.	1.54e+09,254.
2.3e+09,155.	2.2e+09,205.	1.53e+09,255.
2.31e+09,156.	2.19e+09,206.	1.51e+09,256.
2.32e+09,157.	2.18e+09,207.	1.5e+09,257.
2.33e+09,158.	2.17e+09,208.	1.48e+09,258.
2.34e+09,159.	2.16e+09,209.	1.47e+09,259.
2.34e+09,160.	2.15e+09,210.	1.45e+09,260.
2.35e+09,161.	2.13e+09,211.	1.43e+09,261.
2.36e+09,162.	2.12e+09,212.	1.41e+09,262.
2.37e+09,163.	2.11e+09,213.	1.39e+09,263.
2.36e+09,164.	2.1e+09,214.	1.37e+09,264.
2.36e+09,165.	2.08e+09,215.	1.35e+09,265.
2.36e+09,166.	2.07e+09,216.	1.33e+09,266.
2.34e+09,167.	2.06e+09,217.	1.3e+09,267.
2.35e+09,168.	2.04e+09,218.	1.27e+09,268.

1.25e+09,269.	21782., 0.2218, 114.98
1.22e+09,270.	20594., 0.214, 119.98
1.19e+09,271.	19381., 0.2063, 124.98
1.15e+09,272.	18016., 0.1985, 129.98
1.12e+09,273.	16577., 0.1908, 134.98
1.08e+09,274.	15177., 0.183, 139.98
1.04e+09,275.	13786., 0.1753, 144.98
1.01e+09,276.	12585., 0.1675, 149.98
9.63e+08,277.	11558., 0.1598, 154.97
9.21e+08,278.	10775., 0.152, 159.97
8.76e+08,279.	10088., 0.1443, 164.97
8.29e+08,280.	9584., 0.1365, 169.97
7.79e+08,281.	9199., 0.1288, 174.97
7.29e+08,282.	*Expansion
6.75e+08,283.	5.0e-06
6.17e+08,284.	*Specific Heat
5.6e+08,285.	
5.02e+08,286.	*Viscoelastic, time=PRONY
4.38e+08,287.	0.459, 0.459, 1.29e-07
3.73e+08,288.	1.36e-08, 1.36e-08, 3.2e-06
3.09e+08,289.	2.13e-07, 2.13e-07, 7.96e-05
2.4e+08,290.	2.91e-08, 2.91e-08, 0.00198
1.71e+08,291.	1.27e-08, 1.27e-08, 0.0492
1e+08,292.	8.99e-08, 8.99e-08, 1.22
2.8e+07,293.	4.82e-07, 4.82e-07, 30.4
2.8e+07,300.	5.2e-07, 5.2e-07, 757.
*Material, name=GFK_Polyester_visco	6.37e-08, 6.37e-08, 18800.
*Conductivity	0.178, 0.178, 468000.
	*Trs
*Density	110., 55.08, 119.47
1.61459e-09, 23.	
1.46372e-09, 324.59	
1.20967e-09, 376.24	
1.12275e-09, 524.27	
*Elastic, moduli=INSTANTANEOUS	
31450., 0.307, 20.	
31089., 0.307, 30.	
30543., 0.307, 40.	
29966., 0.307, 50.	
29320., 0.307, 60.01	
28878., 0.2992, 65.01	
28413., 0.2915, 70.	
27912., 0.2838, 75.	
27375., 0.276, 80.	
26822., 0.2683, 85.	
26185., 0.2605, 90.	
25449., 0.2527, 95.01	
24642., 0.245, 100.01	
23781., 0.2373, 104.99	
22829., 0.2295, 109.99	

H. Geräteliste

Dynamisch-Mechanische Analyse DMA 2980 (Waters/TA Instruments)

Technische Daten:

Temperaturbereich:	-150 ... 600 °C
Heizrate:	0,1 ... 50 °C/Min
Temperaturgenauigkeit:	+/-0,3 K
Modulbereich:	$10^3 \dots 3 \cdot 10^{12}$ Pa
Modulgenauigkeit:	+/-1 %
Frequenzbereich:	0,01 ... 200 Hz
max. Kraft:	18 N
tan δ -Bereich:	0,0001 ... 10
tan δ -Empfindlichkeit:	0,0001
tan δ -Auflösung:	0,00001
Atmosphäre:	Kontrollierte Zufuhr von Edelgasen oder Luft
Klemmen, bzw. Messmodi:	
- Biegung:	Dual-/Single-Cantilever
- Druck:	Kompression
- Zug:	Film
Software:	Universal V2.6D TA Instruments



Alternierende / Dynamische Differenzkalorimetrie DSC 822^e (Mettler Toledo GmbH)

Technische Daten:

Temperaturbereich:	150 ... 700 °C
Temperaturgenauigkeit:	+/-0,2 K
Heizrate:	Raumtemperatur ... 700 °C in 5 Min.
Kühlrate (Liquid-N ₂):	100 ... -100 °C in 15 Min.
Messfühler:	Keramiksensoren mit 56 Thermoelementen (15 μ V/mW) Full Range Sensor FRS 5 Auflösung < 0,04 μ W
Signalzeitkonstante:	2,3 s
Abtastrate:	max. 10 Werte pro Sekunde
Atmosphäre:	Stickstoff, Liquid - N ₂ , Luft
Software:	Starsoftware, Version 8.10

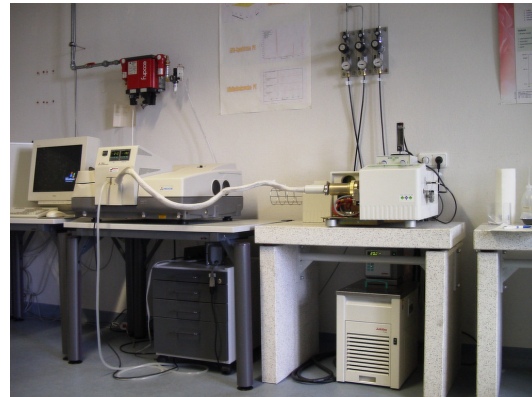


Thermogravimetrische Analyse TGA/SDTA 851^e - SF/1100 °C (Mettler Toledo GmbH)

Technische Daten:

Max. Tiegelvolumen:	900 µl
Rauschen:	(Gewichtssignal) < 1,5 µg (RMS)
Temperaturbereich:	20 ... 1100 °C
Temperaturgenauigkeit:	+/-0,3 K
Heizrate:	25 ...1000 °C in 5 Min.
Kühlrate:	1000 ... 100 °C in 20 Min.
Messfühler:	R - Typ Thermoelement (Pt-PtRh 13)
SDTA - Signalzeitkonstante:	15 s (ohne Tiegel)
SDTA - Auflösung:	0,005 K
Abtastrate:	max. 10 Werte pro Sekunde
Atmosphäre:	Stickstoff, Luft
Software:	Starsoftware, Version 8.10
Gaskontroller:	TSO 800 GC
Temperiergerät:	Julabo F 32*

* Alle Daten beziehen sich auf die Umgebungstemperatur 23 °C +/-2 °C



Technische Daten:

Julabo F 32

Temperierflüssigkeiten:	deionisiertes Wasser 5 °C ... 80 °C
Arbeitstemperaturbereich:	-32 ... 200 °C
Kälteleistung:	richtet sich nach Temperierflüssigkeit (Thermal M/H/HY, Ethanol, deionisiertes Wasser)
Umgebungstemperatur:	5 ... 40 °C



Fourier Transformations Infrarot Spektrometrie FT- IR Nicolet 6700 (Thermo Electron)

Ausbaustufe 1:

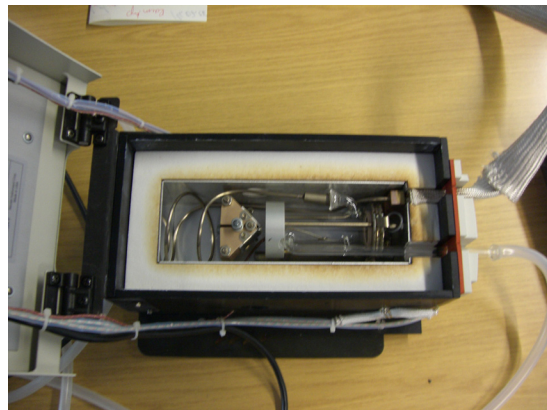
Sie umfasst einen ATR-Zusatz zur Analyse der Kunststoff.

Ausbaustufe 2:

Die zweite Variante ist ein Messeinschub in Form einer Gasmesszelle. Mittels dieser Zelle ist es möglich, die im TGA-Messgerät entstehenden Zersetzungsprodukte quantitativ auf ihre chemische Zusammensetzung zu untersuchen.

Technische Daten:

Messbereich:	4000 ... 400 cm^{-1}
Auflösung:	< 1 cm^{-1}
Wellenzahlgenauigkeit:	< 0,01 cm^{-1}
Spiegelgeschwindigkeit:	2 ... 50 mm/s
Peak to Peak-Rauschen: (Messzeit: 1 Min)	< 1,5 * 10 ⁻⁶ abs
MS-Rauschen : (Messzeit: 1 Min)	< 5 * 10 ⁻⁶ abs
Max. Kraft:	18 N
tan δ -Bereich:	0,0001 ... 10
Atmosphäre:	Stickstoff, Luft
Software:	Omic 6.1.A



Mikroskopie Stemi SV 11 / Axiotech 100 HD (Zeiss)

Stereomikroskope ermöglichen mit einer eigens entwickelten optischen Technik, das dreidimensionale Betrachten von Objekten und die Begutachtung primärer Oberflächenstrukturen. Damit ist sie bestens geeignet vor allem unpräparierte Proben zu mikroskopieren und zu analysieren.

Unter den Lichtmikroskopen unterscheidet man Durchlicht- oder Auflichtmikroskop. Während die Durchlichteinrichtung immer im Stativfuß integriert wird, ist bei einem Auflichtmikroskop die Beleuchtung zwischen Tubus und Stativ platziert. Für reine Durchlicht- oder Auflichtanwendung finden die sogenannten „inversen“ oder umgekehrten Mikroskope breite Anwendung.

Technische Daten:

Stereomikroskop SV 11

Mikroskopkörper:	Wirkprinzip: Teleskop (Fernrohr)
Zoombereich:	0,6 x ... 6,6 x (num. Apertur: 0,085)
Vergrößerungsbereich:	6 x ... 66 x (Grundausrüstung)
Objektive:	Achromate S, Planachromate S Plan-Achromate S



Technische Daten:

Axiotech 100 HD

Zoombereich:	50 ... 500 fach
Verfahren Auflicht:	Hellfeld, Dunkelfeld, Interferenzkontrast, Raumbildmikroskopie
Bildanalysesoftware:	KS 300 3.0
Software:	KS 300, Version 3.0



Universal-Werkzeugfräsmaschine FP1 (Friedrich Deckel)

Technische Daten:

Antriebsmotor:	Leistung 1/1,5 kW Drehzahl des Motors
Waagrechtfrässpindel:	
Anzahl der Spindeldrehzahlen:	12
Drehzahlbereich geometrisch gestuft :	60 - 1200 U/min
Verhältnis kleinste/größte Drehzahl:	1 : 20
Spindelbock:	
Spindelbockbewegung von Hand:	150 mm
Vorschubgetriebe:	
Anzahl der Vorschübe:	16
Vorschubbereich geometrisch gestuft:	9,5 ... 475 mm/min
Bewegungsspindeln:	
Tisch-Waagrechtbewegung 1 Umdr. d. Skalenscheibe	4 mm
Tisch-Senkrechtbewegung 1 Umdr. d. Skalenscheibe	2,5 mm
Spindelbockbewegung 1 Umdr. d. Skalenscheibe	2,5 mm

Bandsäge BS 400 (Flott)

Technische Daten:

Schnitthöhe:	160 mm
Ausladung:	420 mm
Tischgröße:	380 x 380 mm
Tisch:	neigbar 0 ° ... 45 °
Bandgeschwindigkeit:	38/72 m/min
Absaugstutzen:	Ø 56 mm
Gewicht:	35 kg
Drehstrom 400 V:	1 tourig
Motorleistung:	0,55 kW

Waage BP 211 D (Sartorius)

Technische Daten:

Wägebereichsstruktur:	DualRange
Wägebereich:	40/80/210 in g
Ablesbarkeit:	0,01/0,01/0,1 in mg
Tarierbereich (subtraktiv):	-210 mg
Reproduzierbarkeit (Standardabweichung)*:	$\leq 0,02, / \leq 0,05 / \leq 0,1$ in mg
Linearitätsabweichung:	$\leq \pm 0,03 / \leq \pm 0,1 / \leq \pm 0,2$
Messzeit (typisch):	$\leq 12 / 3$ s
Zulässige Betriebs- Umgebungstemperatur:	+5 ... +40 °C
Einsatz-Temperaturbereich:	+10 ... +30 °C
Empfindlichkeitsdrift innerhalb +10 ... +30 °C:	$\leq \pm 1 \cdot 10^{-6}$
Waagschalenabmessung:	Ø 80 mm
Wägeraumhöhe:	225 mm
Nettogewicht ca.:	6,6 kg
Externer Justiergewichtswert (mind. Genauigkeitsklasse):	200 (E2) g



Trockengasofen ULE 500 (Mettler)

Technische Daten:

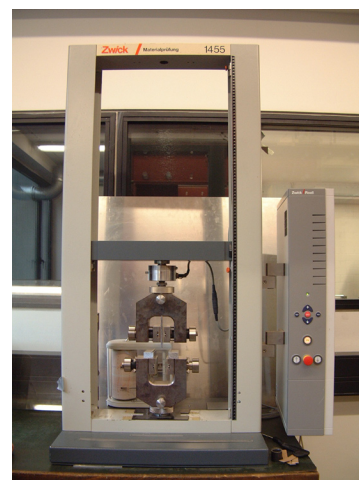
Ca.-Volumen, Bleche: Standard/max.:	108 l, 2/5
Edelstahl-Innenraum B x H x T in mm:	560 x 480 x 400
Edelstahl-Gehäuse B x H x T in mm:	710 x 760 x 550
Max. Temp.- Abweich. : zeitl.:	± 1 °C/ $\pm 0,5$ °C
M / E+P:	
dto. Räuml. In % d. Nenntemp.:	± 2 %
Aufheizzeit auf 220 °C Sollwert, Lüftung geschl., Schrank leer; M / E+P:	Ca. 50/35 min
Zu- / Abluftmenge (220 °C) U / UL:	ca. 2700/10800 l/h
Nennleistung (in Heizfunktion):	2000 Watt



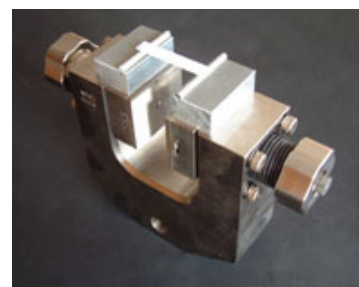
Tischprüfmaschine Maschinentyp 1455 (Zwick/Roell)

Technische Daten:
Prüfmaschine

Messwert-Erfassungsrate, im System:	500 Hz
Nulldrift-Korrektur der gesamten Messkette, ohne Sensor:	automatisch bei Messbeginn
Umgebungstemperatur:	+10 ... +35 °C
Luftfeuchtigkeit:	20 ... 90 %
Positionier- Wiederholgenauigkeit:	±2 µm
Kraftmessung:	Klasse 0,5/1 je nach Kraftaufnehmer, DIN EN ISO 7500 -1
Messbereich:	bis 165 % von F_N
Erfassungsrate intern:	500 Hz
Nullpunkt-korrektur:	automatisch bei Messbeginn

Technische Daten:
Klemmvorrichtung

max. Prüfkraft:	20 kN
Temperaturbereich:	- 40 °C ... +250 °C
Abmessungen: L x B x H	250 x 60 x 155 mm



Wasserstrahlschneidanlage Byjet 4022

Technische Daten:

Arbeitsbereich für die Flachbearbeitung:	x = 4000 mm y = 2250 mm z = 230 mm
Anzahl Schneidköpfe:	1 ... 4
Maximaler Schneidwagenabstand:	1150 mm
Maximale Positioniergeschwindigkeit achsparallel x, y	60 m/min
Maximale Positioniergeschwindigkeit simultan	84 m/min
Maximale Schnittgeschwindigkeit:	50 m/min
Maximale Verfahrensgeschwindigkeit:	0,001 m/min
Maschinentoleranz nach VDI/DGQ 3441:	±0,1 mm/Achse
Wiederholgenauigkeit:	±0,05 mm/Achse
Maximale Tragfähigkeit des Rahmens:	7000 kg
Tragfähigkeit pro Rostlatte:	110 kg
Maximale Anzahl Rostlatten:	42
Maximales Werkstückgewicht Flachteil:	6300 kg
Maximaler Arbeitsbereich für die Rundteilebearbeitung:	Ø = 440 mm L = 3700 mm
Maximales Werkstückgewicht Rundteil:	500 kg
Max. Niveauunterschied mit automatischer Wasserabsenkung	200 mm
Maschinengewicht inklusive Aggregaten:	10.000 kg
Maschinengewicht inklusive Aggregaten mit Wasser:	17.000 kg
Fundament:	Normaler, armierter Industrieboden gemäß Aufstellungsplan
Gesamtanschlussleistung Maschine:	45 kW
Vorsicherung:	125 AT
Bedienung über Panel:	mit 15"-Touchscreen, Tastatur, Maus und Handbediengerät
Laufwerke:	3,5" Floppy Disk, ZIP 100 Disk, CD-Brenner
Netzwerkanschluss:	Anschluss RJ45 10/100 Mbits/s



Wasserstrahlquelle Bypump 50 APC

Technische Daten:

Maximaler Betriebsdruck:	3800 bar
Fördermenge:	0 ... 5l/min
Maximale Düsengröße im Einkopfbetrieb:	Ø 0,4 mm
Maximale Düsengröße im Zweikopfbetrieb:	Ø 0,3 mm
Empfohlene Düsengröße im Zweikopfbetrieb:	Ø 0,28 mm

Ultraschall-Schichtdickenmessgerät QuintSonic

Technische Daten:

Anwendung für:	Polymer-Einfach- und Mehrschichten
Messbereich:	Einfachschicht: 10 µm ... 500 µm, Mehrschicht: Gesamtdicke max. 500 µm
Auflösung:	1 µm
Messunsicherheit < 100 µm	±(2 µm + 3 %) *
Messunsicherheit > 100 µm	±(2 µm + 2 %) *
Messwertspeicher:	max. 10.000 Messwerte in max. 500 Messreihenspeichern
Statistische Auswertung:	n, x, s, kvar, max, min Mit Zeit und Datum des Ausdrucks und der Messwertaufnahme
Range:	Begrenzung des Messbereichs zur eindeutigen Schichtdickenauswertung
Grenzwerteinstellung:	Mit optischer und akustischer Warnung bei Unter oder Überschreitung
Schnittstelle:	Für MiniPrint-Drucker RS232C
Stromversorgung:	Akkupack: 2x AA NIMH und Ladegerät 90V ~ bis 264V ~
Maße/Gewicht:	Gerät 150 mm x 82 mm x 35 mm/ 150 g Sonde Ø 30 mm x 45 mm
Umgebungstemperatur:	-15 °C ... +55 °C



