

Prüfbericht zur brandschutztechnischen Wirkung der Kombination von Gipsfaserplatten und Lehmplatten für Holzbauteile im Modellmaßstab

Test Report on the Fire- Protective Performance of the combination consisting of gypsum fiber boards and Clay Boards on Timber at Model Scale

Nummer

BeClaydung_25_C4

Prüfdatum

06.10.2025

Produkt

Massivholz mit Bekleidung aus Gipsfaserplatte und Lehmplatte

Prüfung

Prüfung einer Lehmplatte in Anlehnung an den Modellmaßstab nach EN 13381-7: 2019 in horizontaler und vertikaler Ausrichtung

Umfang

Der Prüfbericht umfasst 31 Seiten inklusive des Anhangs und ist nur als vollständiges Dokument zu verwenden.

Dokumenterstellung

Dominik Merk

Mitarbeit

Lenny Reinhard

Julia Huber

Simon Bretz

Zitiervorschlag

Merk, D. (2026): Prüfbericht BeClaydung_25_C4. Forschungsprojekt Beclaydung gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU). Hg. v. Technische Universität München.

Number

BeClaydung_25_C4

Date of Testing

6 October 2025

Product

Solid Timber with gypsum fiber board and Clay Board Lining

Test

Testing of a clay board based on the model-scale test according to EN 13381-7:2019, in horizontal and vertical orientation

Scope

The test report comprises 31 pages, including the annex, and may only be used in its entirety.

Author

Dominik Merk

Contributors

Lenny Reinhard

Julia Huber

Simon Bretz

Citation suggestion

Merk, D. (2026): Test Report BeClaydung_25_C4. Research project BeClaydung funded by the German Federal Environmental Foundation (DBU). Published by the Technical University of Munich.

Prüfungsdurchführung

Allgemein

Ziel der Prüfung war die Ermittlung der brandschutztechnischen Wirkung der Kombination von Gipsfaserplatten und Lehmplatten als Bekleidung von Holzbauteilen. Hierzu wurde der Probekörper einer Brandbeanspruchung entsprechend der Einheitstemperaturzeitkurve ausgesetzt. Als Abbruchkriterium wurde eine Prüfzeit von 120 Minuten festgelegt. Zur Bestimmung der Schutzzeiten wurden die Temperaturverläufe aufgezeichnet und durch eine visuelle Dokumentation des Probekörpers ergänzt.

Probekörperbeschreibung

Die Probekörper bestehen aus einem Massivholzquerschnitt, der mit einer zweilagigen Bekleidung aus Gipsfaser und Lehmplatte bekleidet ist. Die Prüfung erfolgt gleichzeitig in horizontaler und vertikaler Ausrichtung. Je Lage ist eine stumpf gestoßene Fuge angeordnet, die der Lehmplatte ist mit Lehmputz verstrichen. Auch die Randfugen im Auflagerbereich zwischen Ofenwand und horizontalem Probekörper sowie die Befestigungsmittel werden mit Lehmputz verstrichen.

Die genauen Abmessungen der Probekörper sowie der verwendeten Lehmplatten und Verbindungsmittel sind

Anhang A: Probekörperbeschreibung zu entnehmen.

Grundlagendokumente

Die Prüfung erfolgte unter Berücksichtigung der folgenden Grundlagendokumente:

EN 1363-1:2020-02

EN 13381-7:2019-06

Abweichungen von Grundlagendokumenten

Abweichend zur DIN EN 13381-7:2019-06 wurden

- weniger Messstellen zur Bestimmung des Abbrandes angeordnet
- Prüfungen in vertikaler und horizontaler Ausrichtung parallel zueinander durchgeführt

Test Procedure

Generell

The objective of the test was to determine the fire-protective performance of the combination of gypsum fiber boards and clay boards used as a lining for timber components. For this purpose, the test specimen was exposed to the standard temperature–time curve. The test was terminated after 120 minutes. To determine the protection times, the temperature development was recorded and supplemented by visual documentation of the test specimen.

Test Specimen Description

The test specimens consist of a solid timber member lined with two layers consisting of a gypsum fiber board and a clay board. The tests are conducted simultaneously in both horizontal and vertical orientations. Each layer includes one butt joint, which is covered with clay plaster for the clay board layer. The perimeter joints between the furnace and the horizontal test specimen, and the fasteners, are also covered with clay plaster.

The exact dimensions of the test specimens, as well as of the clay boards and fasteners used, are given in

Annex A, Test Specimen Description.

Reference Documents

The test was conducted with consideration of the following reference documents:

EN 1363-1:2020-02

EN 13381-7:2019-06

Deviations from the Reference Documents

Deviating from DIN EN 13381-7:2019-06:

- fewer measurement points were installed to determine the charring behaviour
- tests in vertical and horizontal orientation were conducted simultaneously

Konditionierung

Die Probekörper lagen zwischen dem Zeitpunkt der Lieferung und der Prüfung in einer vom Prüfraum abgetrennten Halle. Die Feuchte der Holztragkonstruktion wurde mittels Elektrodenmessung kontrolliert. Die Feuchte der Lehmplatten wurde anhand von Bohrkernen, die am Tag der Prüfung entnommen wurden, bestimmt. Zusätzlich wurden Rückstellproben der Lehmplatten bei 19,3 °C und 55 % relativer Luftfeuchte konditioniert und anschließend getrocknet. Die Ergebnisse der Darrtrocknung sind im *Anhang A: Probekörperbeschreibung* aufgeführt.

Datendokumentation

Die Temperaturerfassung innerhalb der Probekörper erfolgte mittels Drahtthermoelementen vom Typ K nach DIN EN 60584-1:2014 mit einem Durchmesser von 0,5 mm. Die Oberflächentemperaturen auf den Probekörpern wurden mit Mantelthermoelementen vom Typ K nach DIN EN 60584-1:2014 mit 3 mm Durchmesser aufgenommen. Die Aufzeichnung der Ofentemperatur erfolgte mittels Plattenthermoelemente nach EN 1363-1:2020. Die Anordnung und Bezeichnung der Thermoelemente sind in *Anhang B: Konstruktionszeichnungen* dargestellt. Zusätzlich wurden die während der Prüfungen gemachten visuellen Beobachtungen schriftlich dokumentiert. Die entsprechenden Aufzeichnungen sind *Anhang C: Dokumentation* zu entnehmen.

Mechanische Belastung

Während der Prüfung erfolgte keine mechanische Belastung der Probekörper.

Conditioning

Between delivery and testing, the test specimens were stored in a hall separated from the test laboratory. The moisture content of the timber structure was checked using electrical resistance measurements. The moisture content of the clay boards was determined from core samples extracted on the day of testing.

In addition, retained samples of the clay boards were conditioned at 19.3 °C and 55% relative humidity and subsequently oven-dried to a constant mass.

The results of the oven-drying measurements are presented in *Annex A, Test Specimen Description*.

Data Documentation

The temperatures within the test specimens were measured using Type K wire thermocouples in accordance with DIN EN 60584-1:2014, with a wire diameter of 0.5 mm. Surface temperatures of the test specimens were recorded using Type K sheathed thermocouples (3 mm diameter) in accordance with DIN EN 60584-1:2014. The furnace temperature was recorded using plate thermometers in accordance with EN 1363-1:2020.

The arrangement and designation of the thermocouples are shown in *Annex B, Construction Drawings*.

In addition, visual observations made during the tests were documented in writing. The corresponding records are provided in *Annex C, Documentation*.

Mechanical Load

No mechanical load was applied to the test specimens during the test.

Ergebnisse

Es werden die gemittelten Werte in Minuten bis zum Erreichen von 200, 270 und 300 °C hinter der Bekleidung angegeben.

Für den horizontalen Probekörper wird der Mittelwert der Messstellen I-0; II-0 und III-0 verwendet. Für den vertikalen Probekörper wird der Mittelwert der Messstellen IV-0, V-0 und VI-0 verwendet.

Die Anordnung und Bezeichnung der Thermoelemente sind in
Anhang B: Konstruktionszeichnungen dargestellt.

Results

The mean times, in minutes, until temperatures of 200, 270, and 300 °C were reached behind the lining system are reported.

For the horizontal test specimen, the mean value of measuring points I-0, II-0, and III-0 was used. For the vertical test specimen, the mean value of measuring points IV-0, V-0, and VI-0 was used.

The arrangement and designation of the thermocouples are shown in
Annex B, Construction Drawings.

Tabelle 1: Mittelwerte der Zeiten bis zum Überschreiten der Temperaturen 200, 270 und 300 °C hinter der Bekleidung

Table 1: Mean times until temperature of 200, 270, and 300 °C were exceeded behind the lining

	t_{200} [min]	t_{270} [min]	t_{300} [min]
Horizontaler Probekörper/ Horizontal test specimen	101,7	111,3	115,7
Vertikaler Probekörper/ Vertical test specimen	94,7	101,7	105,2

Hinweise zur Verwendung

Der vorliegende Prüfbericht dient der Darstellung von Ergebnissen aus Prüfungen, die im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsvorhabens „Lehmplatten als brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen von Holzbauteilen“ durchgeführt wurden.

Die Inhalte wurden nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt. Eine Gewähr für die Vollständigkeit, Allgemeingültigkeit oder Übertragbarkeit der dargestellten Ergebnisse auf andere Produkte, Konstruktionen oder Anwendungsfälle wird nicht übernommen.

Die Nutzung, Weitergabe und Interpretation der Ergebnisse erfolgt ausschließlich unter Angabe der Ursprungsquelle und auf eigene Verantwortung der Nutzerinnen und Nutzer.

Application Notes

This test report presents the results of tests carried out within the research project “Clay Boards as Fire-Protective Linings for Timber Components”, funded by the German Federal Environmental Foundation.

The contents have been compiled to the best of the authors’ knowledge and belief. No guarantee is given for the completeness, general validity, or transferability of the presented results to other products, constructions, or applications.

Any use, dissemination, or interpretation of the results shall be made only with proper reference to the original source and at the sole responsibility of the users.

Anhang A: Probekörper- beschreibung

Allgemein

Produkt

Massivholz mit Bekleidung aus Gipsfaserplatte und Lehmplatte

Probekörperabmessung (B x H x T) [mm³]

Vertikaler Probekörper (345 x 1000 x 200)

Horizontaler Probekörper (345 x 2000 x 200)

Probekörperaufbau

Von brandzugewandter zu brandabgewandter Seite:

- 22 mm Lehmplatte mit Fugenverstrich
- 18 mm Gipsfaserplatte
- 160 mm Massivholz bestehend aus dreimal 115x160 mm² Konstruktionsvollholz

Tragkonstruktion

Der vertikale Probekörper stand auf einer Porenbetonsteinmauer. Der horizontale Probekörper lag auf einer Seite auf dem vertikalen Probekörper und auf der gegenüberliegenden Seite auf einer weiteren Porenbetonsteinmauer auf. Zwischen den Porenbetonsteinen und den Probekörpern wurde Keramikwolle eingelegt. In einer Prüfung wurden sieben Probekörper nebeneinander untersucht.

Siehe *Anhang B: Konstruktionszeichnungen*

Freier Rand

Links und rechts jedes Probekörper wurde sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Ausrichtung jeweils eine 12,5 mm dicke Gipskartonplatte angebracht. Diese verhinderte eine gegenseitige Beeinflussung der angrenzenden Probekörper.

Annex A: Test Specimen Description

General

Product

Solid Timber with lining consisting of gypsum fiber board and clay board

Test Specimen Dimension (W x H x D) [mm³]

Vertical test specimen (345 x 1000 x 200)

Horizontal test specimen (345 x 2000 x 200)

Test Specimen Description

From fire exposed side to fire unexposed side:

- 22 mm clay board with joint covering
- 18 mm gypsum fiber board
- 160 mm solid timber cross section consisting of three 115x160 mm² structural timber elements

Load-bearing Structure

The vertical test specimen was positioned on a wall constructed of autoclaved aerated concrete blocks. The horizontal test specimen was supported on one side by the vertical test specimen and on the opposite side by a second wall constructed of autoclaved aerated concrete blocks. Ceramic fiber wool was placed between the aerated concrete blocks and the test specimens. A total of seven test specimens were tested side by side in each test.

See *Annex B, Construction Drawings*

Free Edge

A 12.5 mm thick gypsum plasterboard was installed on both sides of each test specimen in the vertical and horizontal orientations. These boards prevented mutual interaction between adjacent test specimens.

Tragkonstruktion	Load-Bearing Structure
<u>Produkt</u>	<u>Product</u>
Massivholz	Solid timber
<u>Beschreibung</u>	<u>Description</u>
Der geschraubte Holzquerschnitt besteht aus drei Konstruktionsvollholzern à 115 x 160 mm ² (B x T). Die beiden seitlichen Hölzer wurden mit Schrauben am mittleren Holz befestigt.	The screwed timber cross-section consists of three solid structural timber members, each measuring 115 x 160 mm ² (W x D). The two outer members were fastened to the central member using screws.
<u>Abmessung (B x H x T) [mm³]</u>	<u>Dimensions (W x H x D) [mm³]</u>
Vertikaler Probekörper (345 x 1000 x 160)	Vertical test specimen (345 x 1000 x 160)
Horizontaler Probekörper (345 x 2000 x 160)	Horizontal test specimen (345 x 2000 x 160)
Verbindungsmittel Tragkonstruktion	Fastener Load-Bearing Structure
<u>Produkt</u>	<u>Product</u>
Teilgewindeschrauben 8 mm x 180 mm mit 100 mm Gewindelänge	Partially threaded screws, 8 mm x 180 mm, with a thread length of 100 mm
<u>Bezeichnung</u>	<u>Designation</u>
HBSS8180	HBSS8180
<u>Hersteller</u>	<u>Manufacturer</u>
Rotho Blass SRL	Rotho Blass SRL
<u>Position</u>	<u>Position</u>
Bei den vertikalen Probekörpern zwei Schrauben je Seite. Bei den horizontalen Probekörpern drei Schrauben je Seite. Der Abstand in Längsrichtung zu den Messstellen betrug jeweils mindestens 200 mm.	Two screws were installed on each side of the vertical test specimens, and three screws on each side of the horizontal test specimens. In all cases, the screws were positioned at least 200 mm in the longitudinal direction away from any measurement point.

Bekleidung	Lining
<u>Produkt</u>	<u>Product</u>
Erste Lage: Gipsfaserplatte	First Layer: Gypsum Fiber Board
Zweite Lage: Lehmplatte	Second Layer: Clay Board
<u>Bezeichnung</u>	<u>Designation</u>
Erste Lage: EN 15283-2	First Layer: EN 15283-2
Zweite Lage: D22 fire protect	Second Layer: D22 fire protect
<u>Hersteller</u>	<u>Manufacturer</u>
Erste Lage: James Hardie Europe GmbH	First Layer: James Hardie Europe GmbH
Zweite Lage: ClayTec GmbH	Second Layer: ClayTec GmbH
<u>Abmessung (B x H) [mm²]</u>	<u>Dimensions (W x H) [mm²]</u>
Vertikaler Probekörper (345 x 625 und 345 x 312,5)	Vertical Test Specimen (345 x 625 und 345 x 312,5)
Horizontaler Probekörper (345 x 1250 und 345 x 312,5)	Horizontal Test Specimen (345 x 1250 und 345 x 312,5)
Siehe <i>Anhang B: Konstruktionszeichnungen</i>	See <i>Annex B: Construction Drawing</i>
<u>Nennstärke (T) [mm]</u>	<u>Nominal Thickness (D) [mm]</u>
Erste Lage: 18	First Layer: 18
Zweite Lage: 22	Second Layer: 22
<u>Gemessene Dicke (T) [mm]</u>	<u>Measured Thickness (D) [mm]</u>
Zweite Lage: 21,0	Second Layer: 21,0
Verbindungsmittel Bekleidung	Lining Fasteners
<u>Produkt</u>	<u>Product</u>
Erste und Zweite Lage: Klammern	First and second Layer: Staples
<u>Bezeichnung</u>	<u>Designation</u>
Erste Lage: KG700; d=1,53 mm; b=11,3 mm; l=40 mm	First Layer: KG700; d=1,53 mm; b=11,3 mm; l=40 mm
Zweite Lage: KG700; d=1,53 mm; b=11,3 mm; l=55 mm	Second Layer: KG700; d=1,53 mm; b=11,3 mm; l=55 mm
<u>Hersteller</u>	<u>Manufacturer</u>
Erste und Zweite Lage: haubold	First and second Layer: haubold
<u>Position und Abstände</u>	<u>Position and Spacing</u>
Siehe <i>Anhang B: Konstruktionszeichnung</i>	See <i>Annex B: Construction Drawings</i>
<u>Ausführung</u>	<u>Execution</u>
Die Klammern wurden mittels Druckluftgerät pneumatisch eingetrieben. Die Verbindungsmittelköpfe wurden ohne Gewebeeinlage punktuell mit Lehmputz überdeckt.	The staples were pneumatically driven using a compressed-air stapler. The fastener heads were locally covered with clay plaster without reinforcing mesh.

Stoßfugen Bekleidung	Joints Lining
<u>Position</u> Siehe <i>Anhang B: Konstruktionszeichnung</i> <u>Ausführung</u> Die Lehmplatten sind stumpf gestoßen. Die Fugen wurden unter Einlage eines Gewebestreifens über eine Breite von 100 mm dünn mit Lehmputz verstrichen.	<u>Position</u> See <i>Annex B: Construction Drawings</i> <u>Execution</u> The clay boards are butt-jointed. The joints were covered with a thin layer of clay plaster over a width of 100 mm, with an embedded reinforcing mesh strip.
Putz	Plaster
<u>Produkt</u> Lehmklebe- und Armierungsmörtel <u>Bezeichnung</u> DIN 18947 Rohdichte 1400 kg/m³ <u>Hersteller</u> ClayTec GmbH <u>Nennstärke (D) [mm]</u> <1 mm nur im Fugenbereich <u>Gemessene Dicke (D) [mm]</u> <1 mm nur im Fugenbereich <u>Befestigung</u> Ein 100 mm breiter Streifen Armierungsgewebe wurde über der Fuge angeordnet. Die Maschenweite betrug 5,0 × 5,5 mm.	<u>Product</u> Clay plaster <u>Designation</u> DIN 18947 density 1400 kg/m³ <u>Manufacturer</u> ClayTec GmbH <u>Nominal Thickness (D) [mm]</u> <1 mm only in the joint area <u>Measured Thickness (D) [mm]</u> <1 mm only in the joint area <u>Application</u> A 100-mm-wide strip of reinforcing mesh was applied over the joint. The mesh size was 5.0 × 5.5 mm.

Tabelle 2: Zusammenfassung der Materialkennwerte

Table 2: Summary of Material Properties

Bezeichnung/ Designation	Hersteller / Manufacturer	Dicke / Thickness [mm]	Rohdichte / Density [kg/m³]	Feuchtegehalt / Moisture content [M-%]	Baustoffklasse / Product class
Massivholz / Solid timber	-	160**	409	~10,6	D-s2,d0
EN 15283-2	James Hardie Europe GmbH	18	1150*	-	A1
D22 fire protect	ClayTec GmbH	22* 21,0**	1300* 1315**	12,282*** 13,37****	-
DIN 18947	ClayTec GmbH	<1	1400	-	A2

* Nennwert /
Nominal value

** ermittelter Wert /
Value determined during testing

*** Trocknung Rückstellprobe bei 100 °C bis Massenänderung < 0,1 % /
Drying retained sample at 100 °C until the change in mass was < 0.1%

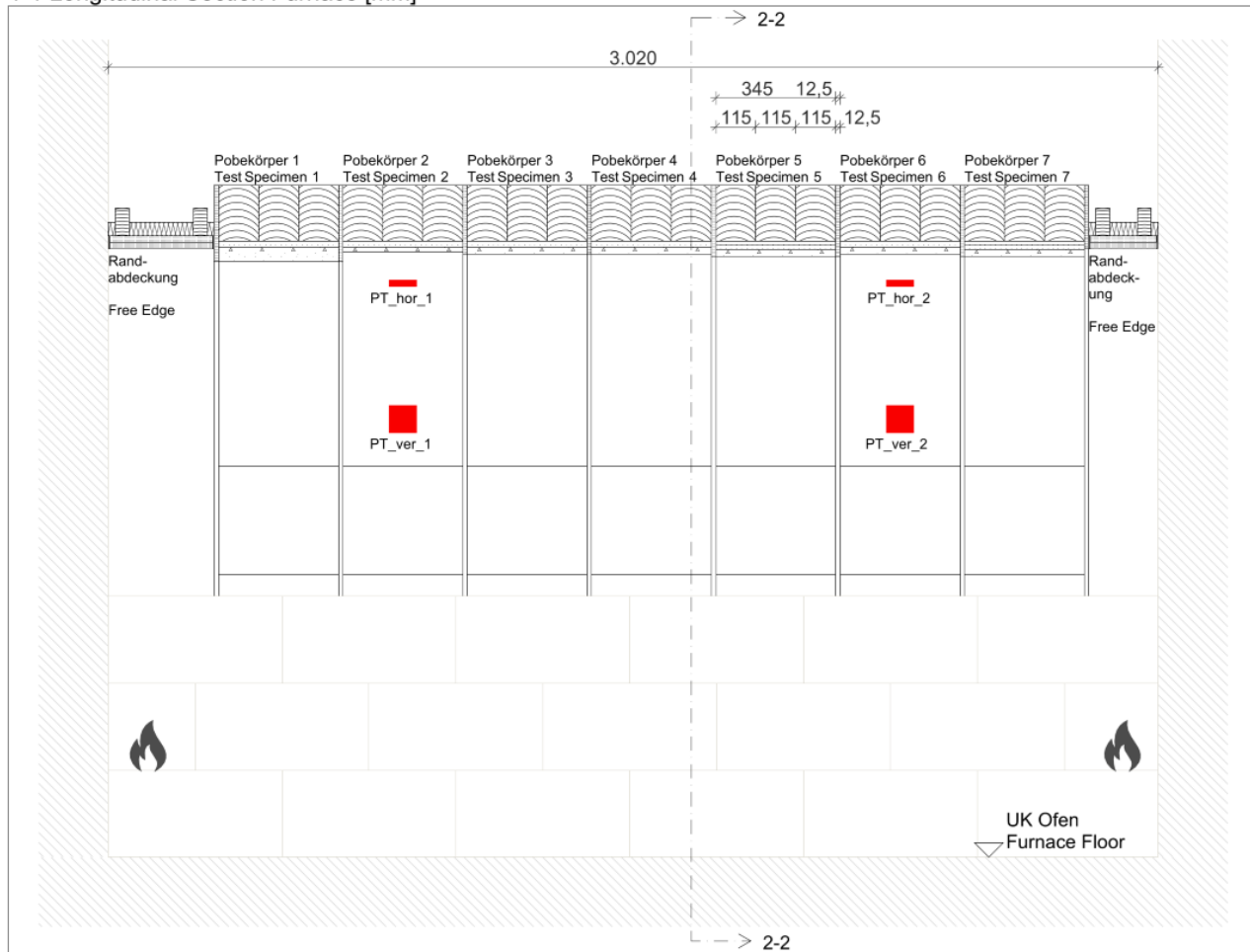
**** Trocknung Bohrkernentnahme bei 100 °C bis Massenänderung < 0,1 % /
Drying extracted core sample at 100 °C until the change in mass was < 0.1%

Anhang B: Konstruktionszeichnungen

Annex B: Construction Drawing

1-1 Längsschnitt Ofen [mm]

1-1 Longitudinal Section Furnace [mm]



Technical drawing of a furnace floor specimen (UK Ofen) showing dimensions and test specimen locations.

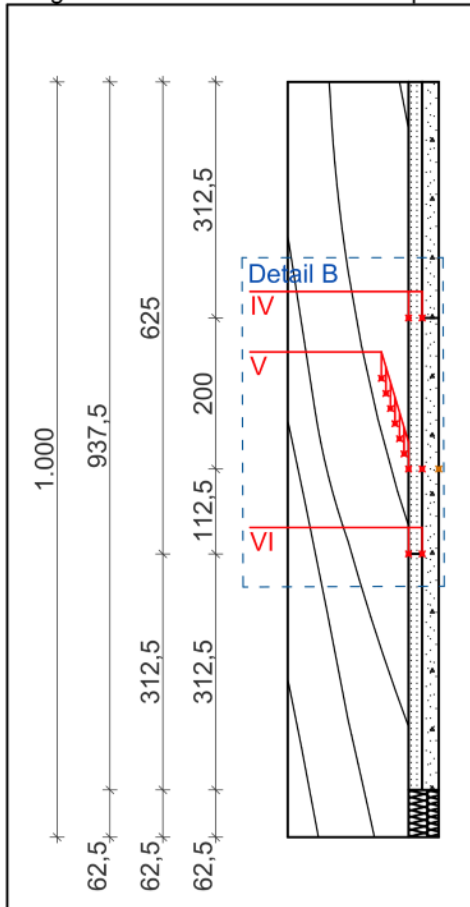
Dimensions:

- Overall width: 250 mm (left side) + 1.562,5 mm (main body) + 250 mm (right side) = 2.062,5 mm.
- Overall height: 750 mm (left side) + 1.000 mm (main body) + 160 mm (top section) = 1.910 mm.

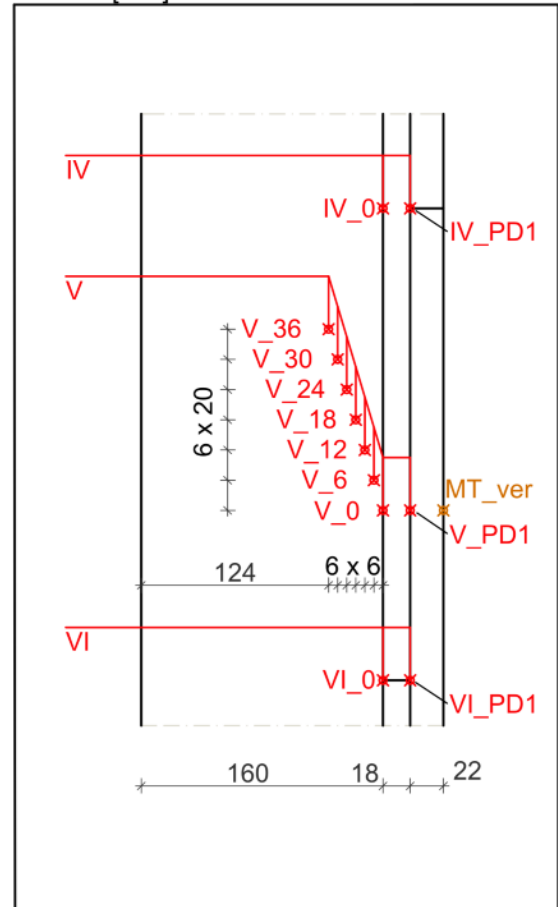
Labels and Features:

- Horizontal Test Specimen:** Located at the top, labeled "Horizontale Probekörper" and "Horizontal Test Secimen". A section line "1-1" is indicated with an arrow pointing left.
- Vertical Test Specimen:** Located on the left side, labeled "Vertikaler Probekörper" and "Vertical Test Specimen".
- PT_hor_2:** A red rectangular test specimen located in the upper right area of the furnace floor.
- PT_ver_2:** A red rectangular test specimen located in the upper left area of the furnace floor.
- UK Ofen / Furnace Floor:** The main body of the specimen, labeled "UK Ofen" and "Furnace Floor".
- Section Line 1-1:** Indicated by a dashed line with arrows at both ends, running horizontally through the specimen.
- Fire Symbols:** Two black flame symbols are located in the lower left and lower right corners of the furnace floor area.

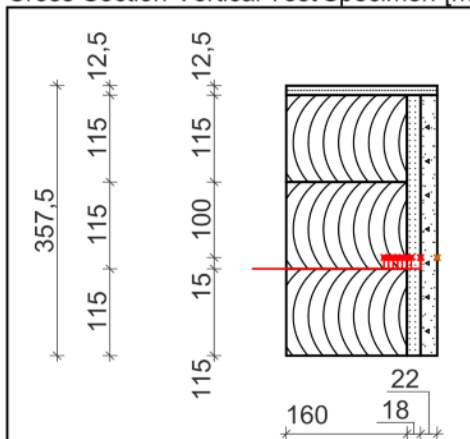
Längsschnitt Vertikaler Probekörper [mm]
 Longitudinal Section Vertical Test Specimen [mm]



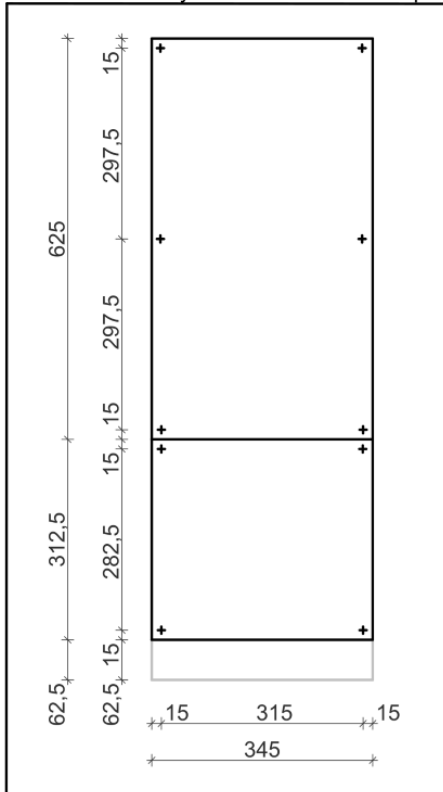
Detail B [mm]



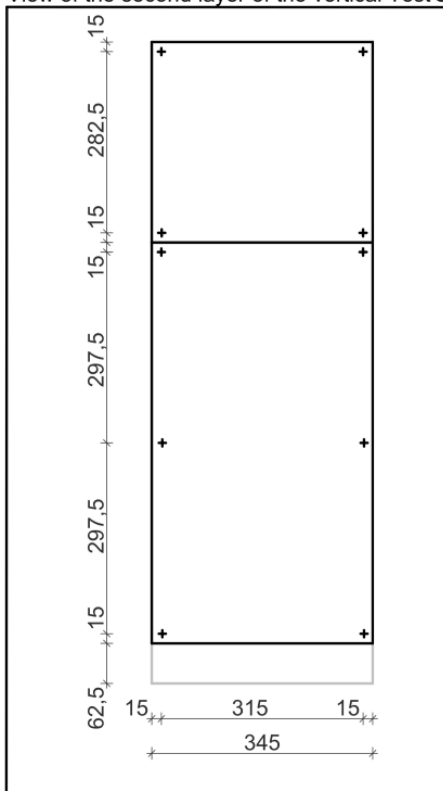
Querschnitt Vertikaler Probekörper [mm]
 Cross Section Vertical Test Specimen [mm]



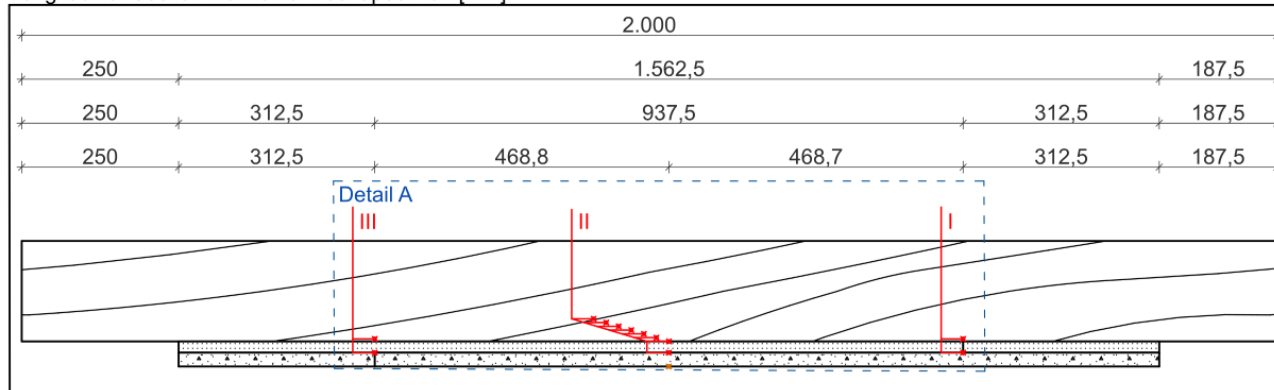
Ansicht erste Lage vertikaler Probekörper mit Verbindungsmittelabständen [mm]
 View of the first layer of the vertical Test Specimen with Fastener Spacing [mm]



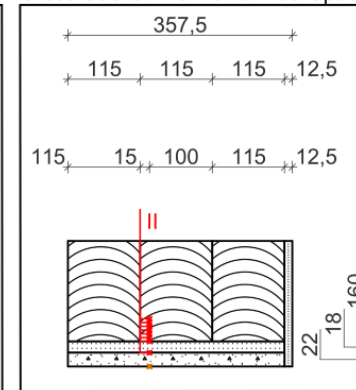
Ansicht zweite Lage vertikaler Probekörper mit Verbindungsmittelabständen [mm]
 View of the second layer of the vertical Test Specimen with Fastener Spacing [mm]



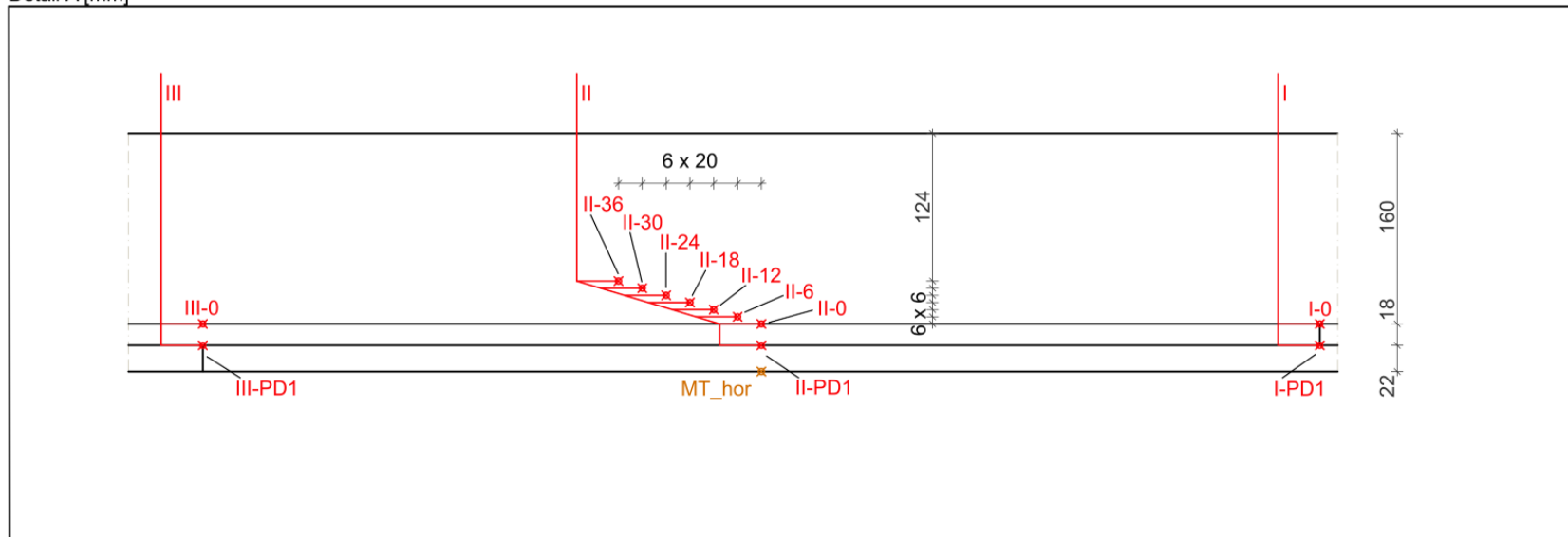
Längsschnitt Horizontaler Probekörper [mm]
 Longitudinal Section Horizontal Test Specimen [mm]



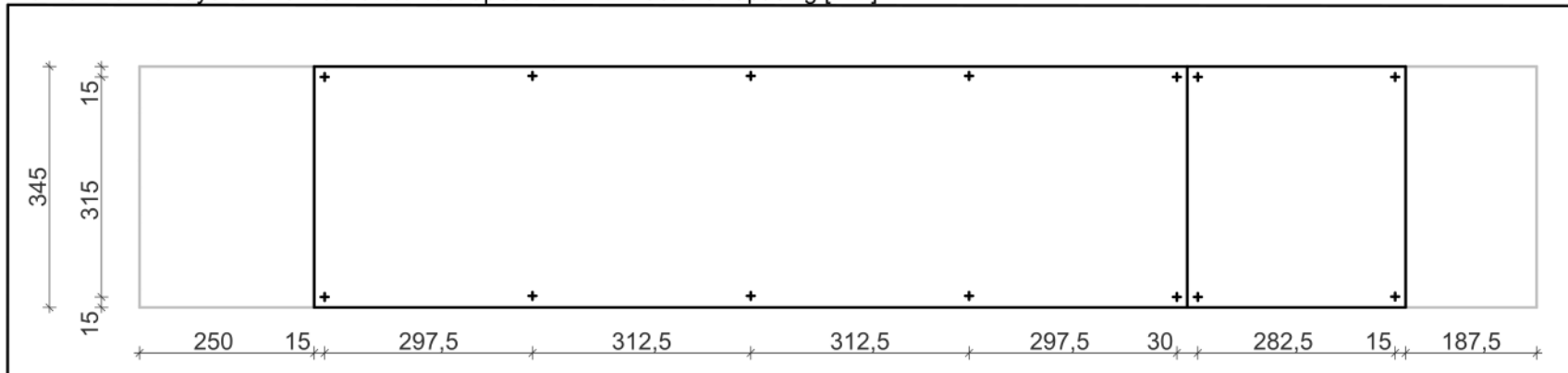
Querschnitt Horizontaler Probekörper [mm]
 Cross-Section Horizontal Test Specimen [mm]



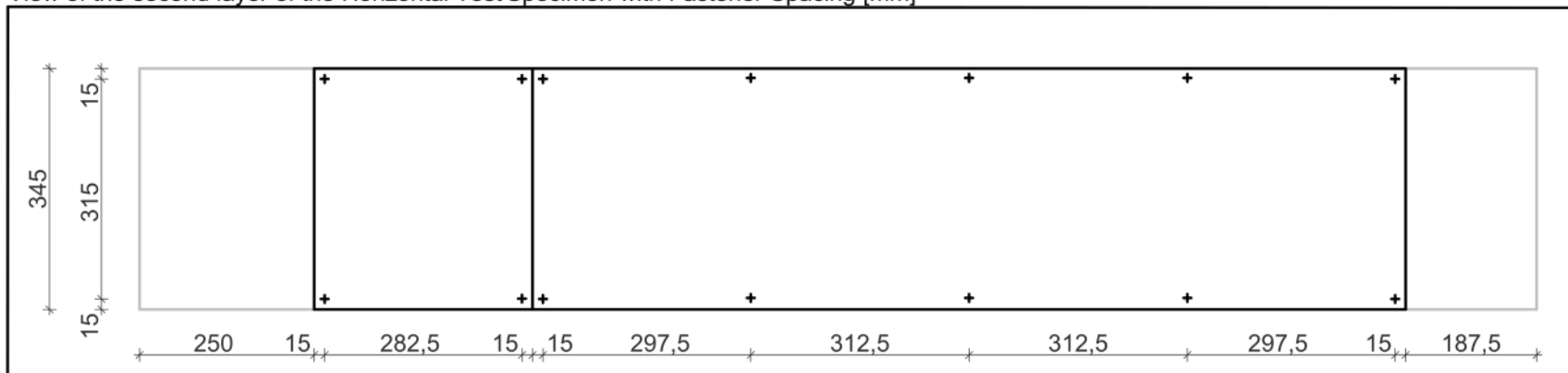
Detail A [mm]



Ansicht erste Lage Horizontaler Probekörper mit Verbindungsmittelabständen [mm]
 View of the first layer of the Horizontal Test Specimen with Fastener Spacing [mm]



Ansicht zweite Lage Horizontaler Probekörper mit Verbindungsmittelabständen [mm]
 View of the second layer of the Horizontal Test Specimen with Fastener Spacing [mm]



Anhang C: Dokumentation

Annex C: Documentation

Beobachtungen	Observations
---------------	--------------

Tabelle 3: Dokumentation der Beobachtungen für horizontale Probekörper

Table 3: Documentation of Observations for the Horizontal Test Specimen

Zeit/Time [min]	Beobachtung Seite	Brandzugewandte Seite	Observations on the Fire-Exposed Side
0	10:45 Uhr: Beginn der Prüfung		10:45 a.m.: Start of the test
10	punktueller Dunkelfärbung (Schwarz-braun)		Punctual dark discolouration of the surface (black-brown)
17	Kleine Risse in Lehmplatte		Small cracks in clay board
51	MT_hor biegt sich nach unten		MT_hor is bending down
120+	12:46 Uhr: Beendigung der Prüfung in der 120. Minute		12:46 p.m.: End of the test after 120 minutes
125	Erste und zweite Bekleidungslagen fallen vollständig ab		First and second lining layers fell off in total

Tabelle 4: Dokumentation der Beobachtungen für vertikale Probekörper

Table 4: Documentation of Observations for the Vertical Test Specimen

Zeit/Time [min]	Beobachtung Seite	Brandzugewandte Seite	Observations on the Fire-Exposed Side
0	10:45 Uhr: Beginn der Prüfung		10:45 a.m.: Start of the test
10	Punktueller Dunkelfärbung (Schwarz- braun)		Punctual dark discolouration of the surface (black-brown)
120+	12:46 Uhr: Beendigung der Prüfung in der 120. Minute		12:46 p.m.: End of the test after 120 minutes

Bilderdokumentation

Picture Documentation



Abbildung 1 Brandraum vor Prüfung
Figure 1 Furnace chamber before testing



Abbildung 2 Brandabgewandte Seite eingebaute Probekörper vor Versuchsbeginn
Figure 2: Fire-unexposed Side of installed Test Specimens before Testing



Abbildung 3 Vertikaler Probekörper vor Prüfung
Figure 3 Vertical test specimen before testing

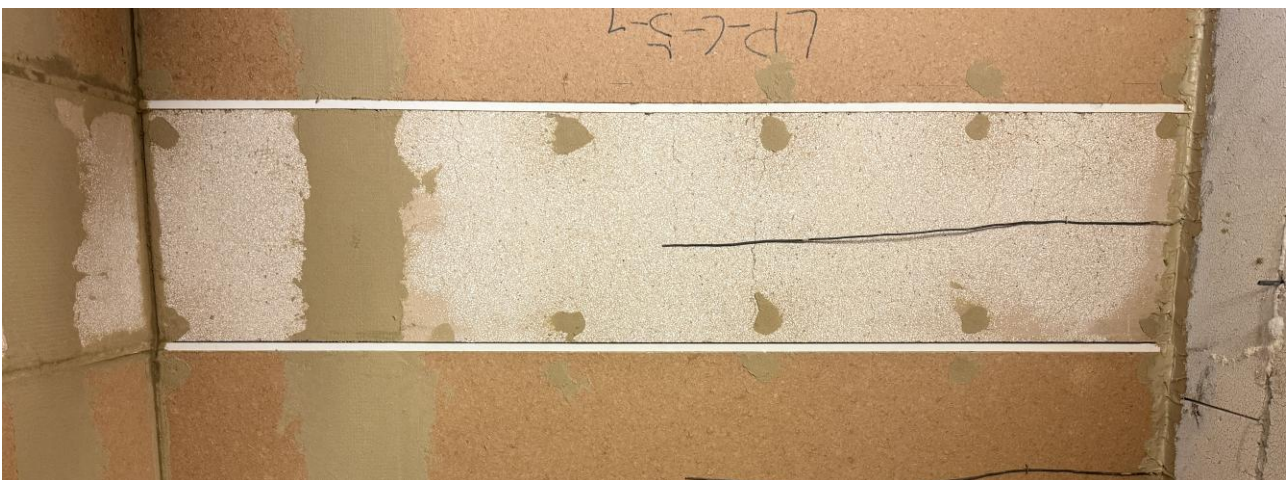


Abbildung 4 Horizontale Probekörper vor Prüfung
Figure 4 Horizontal test specimen before testing



Abbildung 5 Brandraum Minute 0
Figure 5 Furnace chamber minute 0

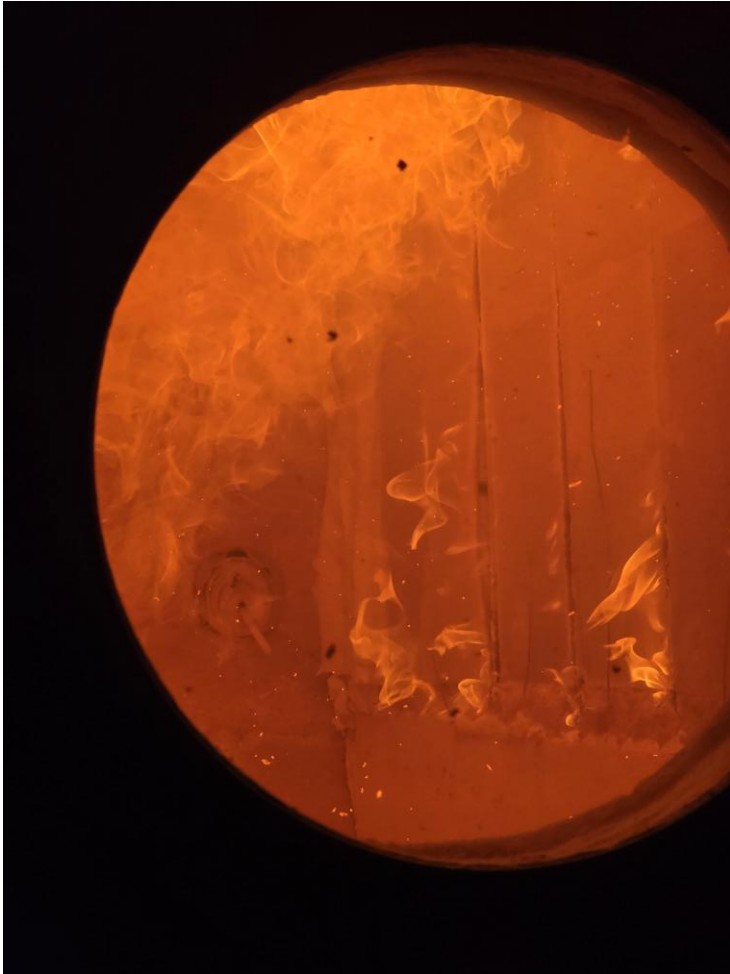
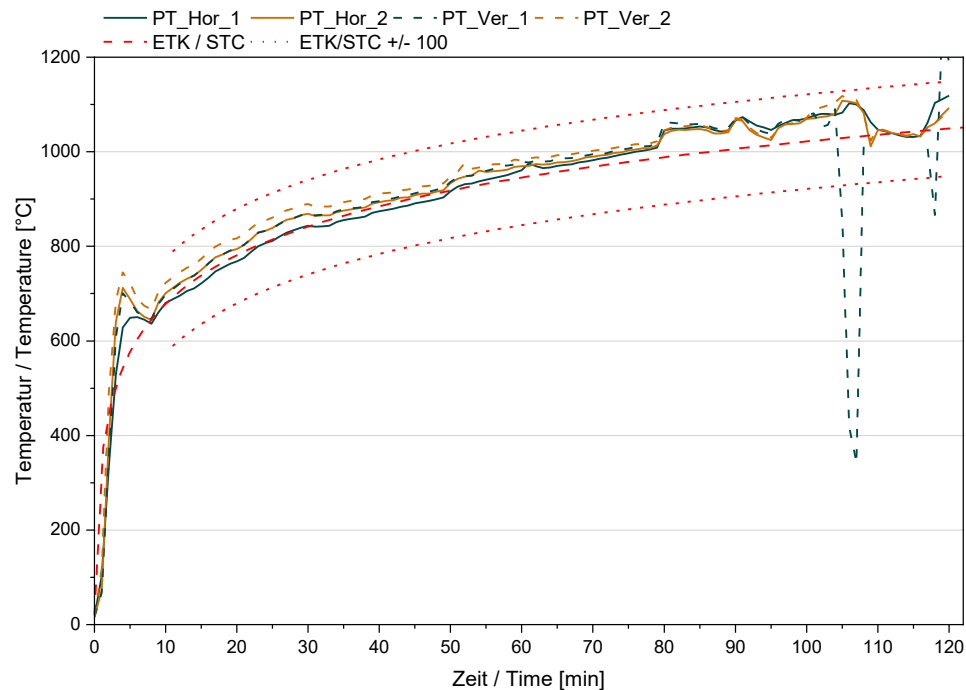


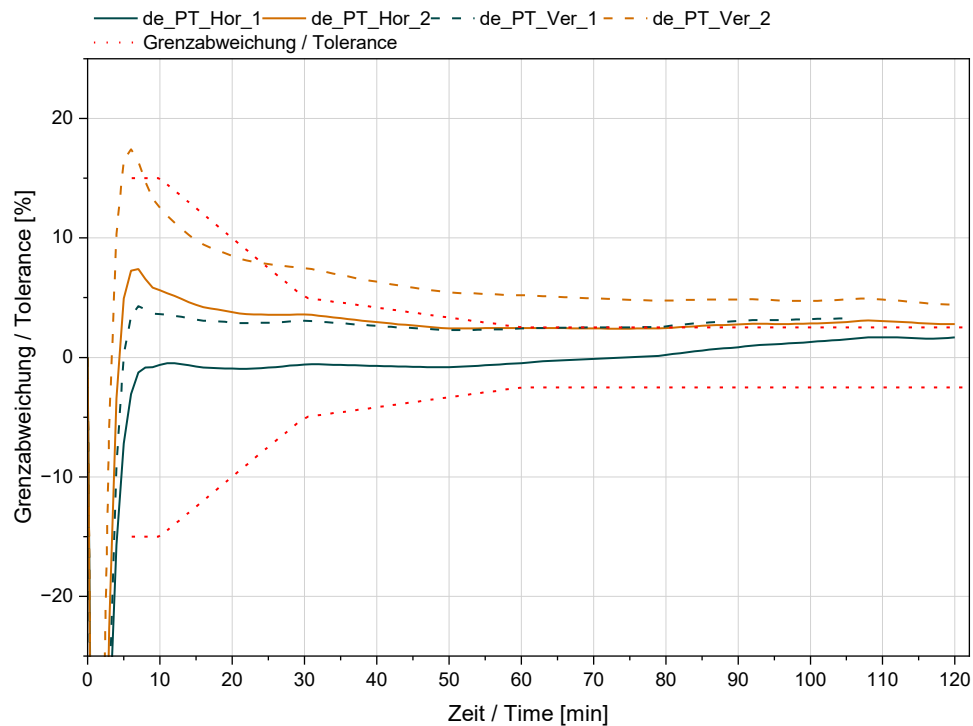
Abbildung 6 Brandraum Minute 90+
Figure 6 Furnace chamber minute 90+

Anhang D: Messdaten

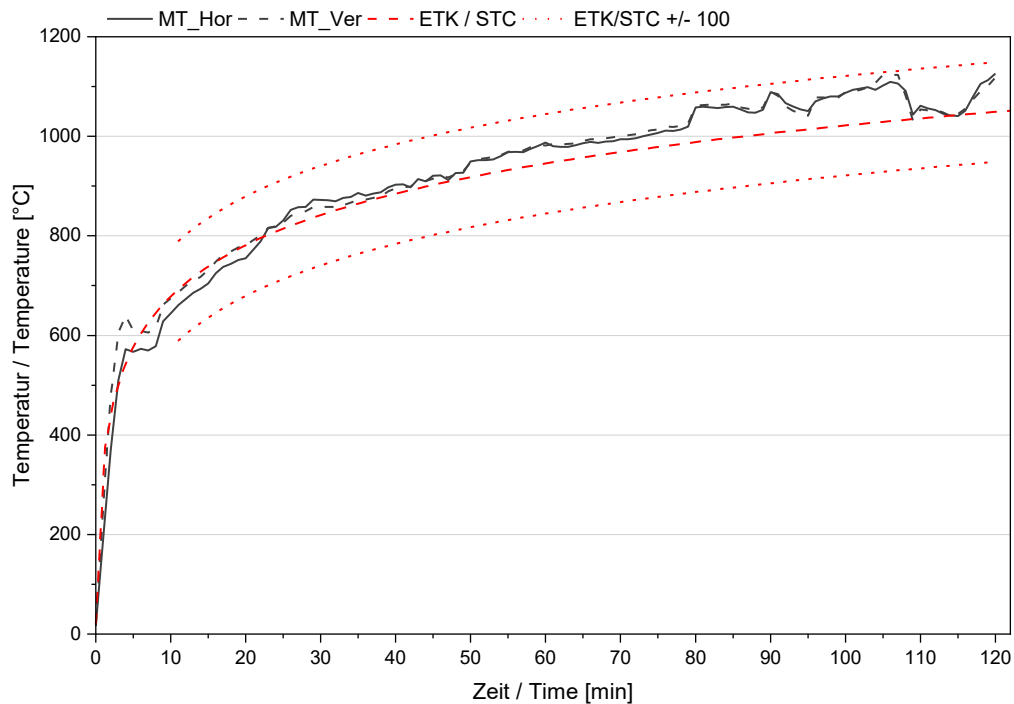
Annex D: Test Data



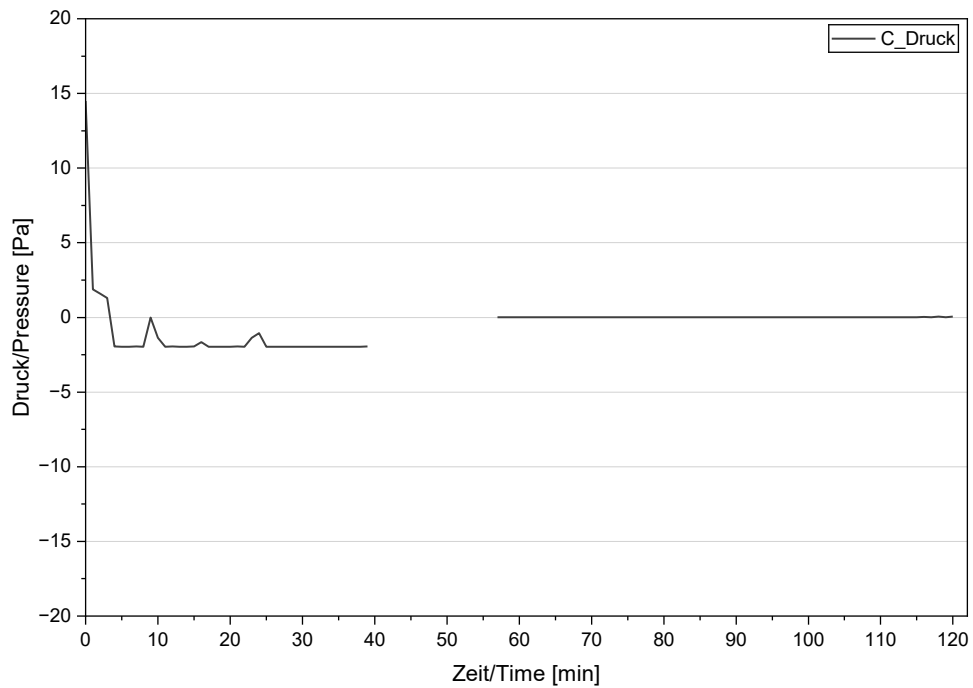
Zeit/Time [min]	PT_Hor_1 [°C]	PT_Hor_2 [°C]	PT_Ver_1 [°C]	PT_Ver_2 [°C]
0	15,9	16,2	16,4	15,8
5	648,9	688,5	682,7	722,1
10	680,4	701,2	698,1	723,2
15	721,8	750	749,9	773,6
20	768,3	794,2	795,4	817
25	811,6	839,2	838,1	860,6
30	843,8	869	869,3	889,2
35	855,4	875,4	878,4	893,4
40	873,9	893,2	895,8	911,5
45	890,6	908,2	912,3	924
50	915,9	933,4	936,3	946,9
55	940,9	957,3	959,8	970,1
60	960,9	969,7	978,6	981,3
65	969,9	977,4	985,1	992,5
70	982,2	989,6	995	1001,8
75	997,1	1002,7	1006,9	1013,5
80	1045	1037,2	1061,6	1045,5
85	1053,5	1048,4	1059,1	1056,5
90	1065,8	1069	1069,4	1071,5
95	1045,9	1025	1037,7	1029,9
100	1070,6	1069,4	1077	1072,1
105	1082,9	1107,8	853,4	1118,3
110	1046,9	1046,3		1049,4
115	1031,3	1037,6		1034,2
120	1118,9	1092,9	1191,3	1086,4



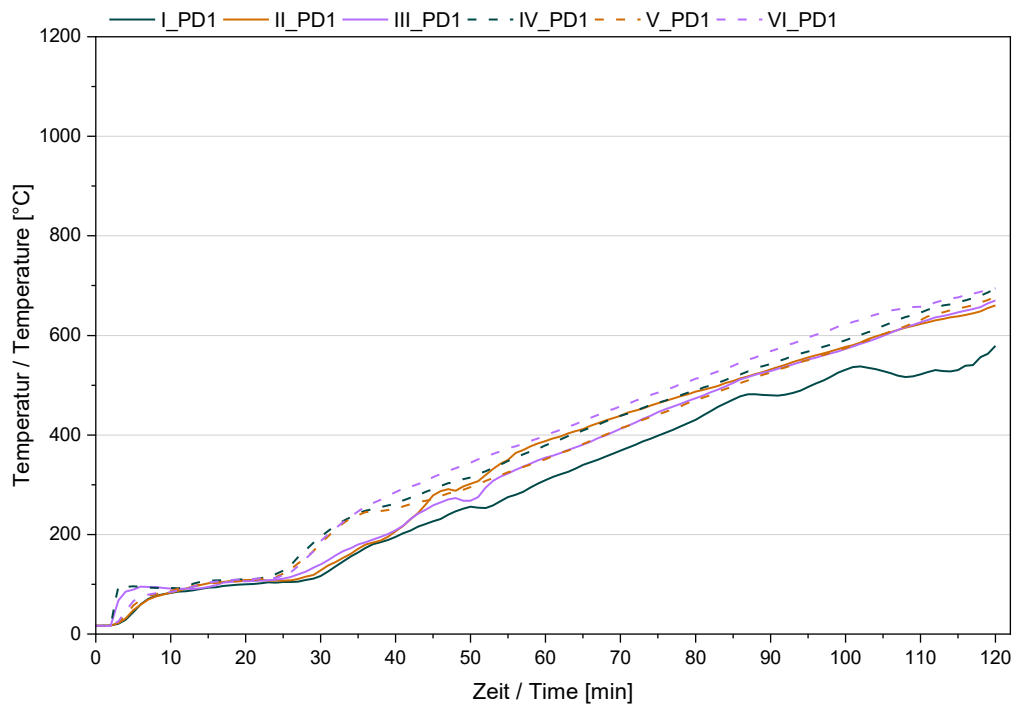
Zeit/Time [min]	de_Hor_1 [%]	de_Hor_2 [%]	de_Ver_1 [%]	de_Ver_2 [%]
0	0	0	0	0
5	-7,19408	4,93272	0,27651	16,54227
10	-0,61323	5,61404	3,62223	12,52893
15	-0,7755	4,39354	3,14143	9,81848
20	-0,94138	3,79312	2,93258	8,5105
25	-0,85029	3,5669	2,91275	7,81232
30	-0,59596	3,58635	3,05437	7,48076
35	-0,62938	3,28003	2,86889	6,89115
40	-0,71298	2,94964	2,64014	6,33149
45	-0,78219	2,66629	2,44597	5,84824
50	-0,8301	2,42135	2,27787	5,42709
55	-0,65994	2,45074	2,3238	5,30841
60	-0,47606	2,46389	2,42119	5,19186
65	-0,26815	2,45126	2,48358	5,07123
70	-0,13058	2,42202	2,50458	4,93995
75	0,01162	2,41443	2,52293	4,82651
80	0,1959	2,44333	2,59726	4,74958
85	0,57892	2,64239	2,88668	4,84384
90	0,84933	2,75219	3,03721	4,84511
95	1,10672	2,79813	3,12947	4,79093
100	1,28872	2,83746	3,20168	4,72525
105	1,50469	2,9686	3,28862	4,84929
110	1,69183	3,0329		4,83955
115	1,59872	2,87979		4,59562
120	1,67122	2,79325		4,41923



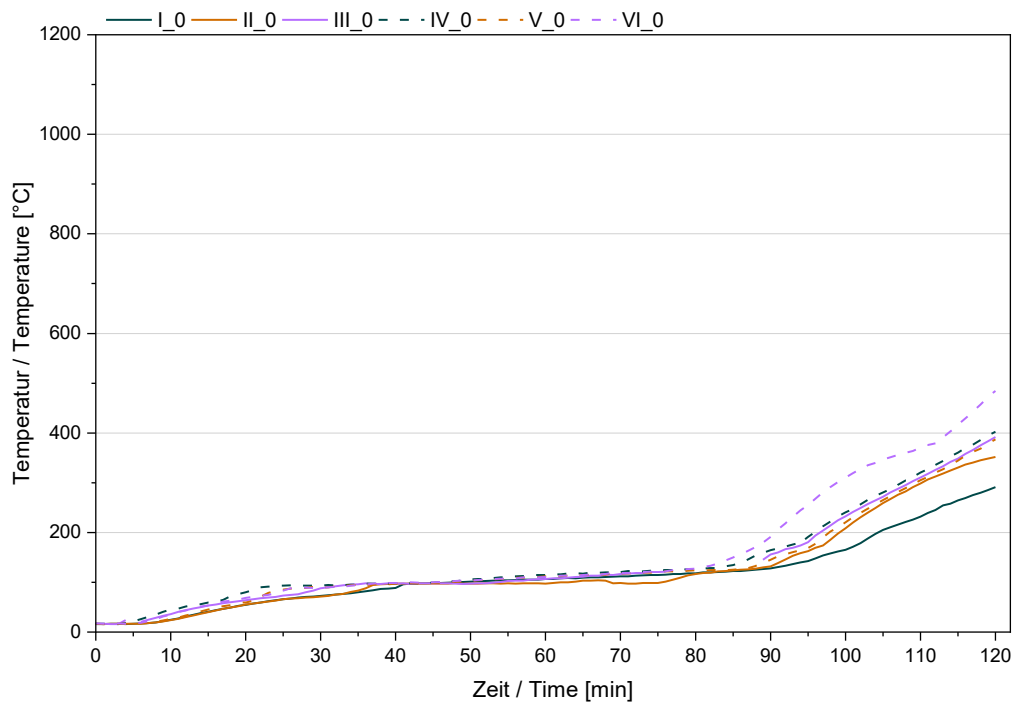
Zeit/Time [min]	MT_Hor [°C]	MT_Ver [°C]
0	16,7	16,5
5	567	609,2
10	644,2	674,1
15	704,3	731,7
20	755	780,9
25	830,9	826,1
30	872,4	858
35	886	873
40	902,9	895,4
45	920,7	914,9
50	949,3	947,4
55	968	968,6
60	987,2	981,7
65	986,1	990,3
70	994,4	1001,4
75	1006,8	1013,6
80	1058,2	1060,7
85	1059,7	1066,1
90	1088,5	1089,2
95	1050,6	1041,6
100	1087,5	1089,2
105	1101,9	1123,1
110	1061,1	1054
115	1040,7	1045
120	1126	1117,8



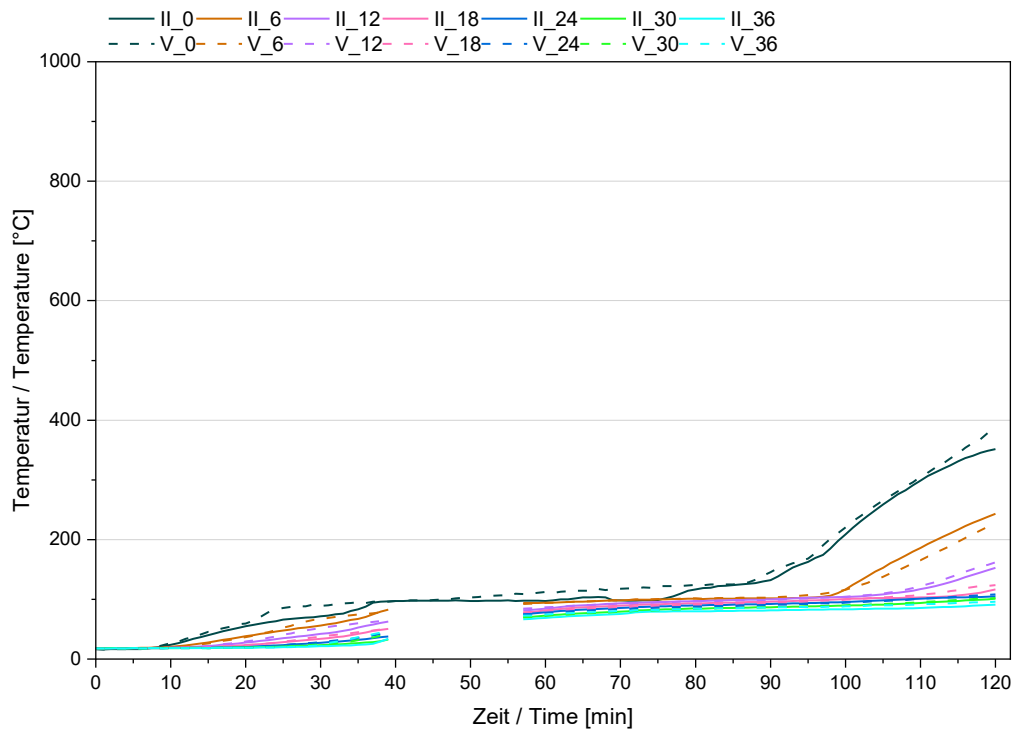
Zeit/Time [min]	Druck / Pressure [Pa]
0	14,49531
5	-1,95635
10	-1,3559
15	-1,95371
20	-1,96293
25	-1,96067
30	-1,96188
35	-1,96326
40	
45	
50	
55	
60	0,00175
65	0,00176
70	0,00181
75	0,00177
80	0,01067
85	0,00178
90	0,00179
95	0,00175
100	0,0019
105	0,00176
110	0,00181
115	0,01648
120	0,04917



Zeit/Time [min]	I-PD1 [°C]	II-PD1 [°C]	III-PD1 [°C]	IV-PD1 [°C]	V-PD1 [°C]	VI-PD1 [°C]
0	16,9	16,8	16,4	16,2	16,6	16,6
5	43,7	47,8	89,4	95,8	57,6	66,2
10	82,6	83,3	91,1	92,3	86,7	84,4
15	93	101,8	94,3	105,8	101	103,3
20	99,9	108,7	105,7	110	107,4	110,1
25	104,3	107,1	111,2	127,1	121,4	117,9
30	116,8	128,1	140,2	195,6	182,4	186,5
35	163,8	171,1	179,8	242,9	238,8	246,2
40	195,1	206,4	208,8	262,1	252,6	284,9
45	226,3	278,6	258,5	291,4	271,4	315,3
50	256,1	302	267,6	314,8	294,9	344,7
55	275	349,6	322,4	347,6	325,3	373
60	309,1	388	354,8	379,1	351	399
65	339,6	411,9	380,7	409,3	381,9	428,2
70	368,7	438,7	412,5	438,2	413,3	457,2
75	398,3	463,8	445,9	464,5	440,4	485,3
80	430,5	486,8	473,7	489,1	469,1	512,9
85	471,4	508,3	504,2	516,8	498,4	539
90	479,9	532	528,2	543,2	525,6	568,3
95	496,1	555,7	551,6	567,9	550,3	595,6
100	531,2	577,2	572,9	590,2	574,6	622,1
105	528,4	602	599	618,9	602,6	646,1
110	521,5	623,1	626,5	645,6	631,3	657,7
115	530,2	638,2	646	667,3	654,4	676,6
120	578,7	660	670	693,3	676,8	694,8



Zeit/Time [min]	I-0 [°C]	II-0 [°C]	III-0 [°C]	IV-0 [°C]	V-0 [°C]	VI-0 [°C]
0	16,1	16,4	16,4	16,7	16,4	17
5	16,9	16,6		20,9	16,8	18,2
10	24,7	23,9	36,2	44,5	26,4	35,5
15	40,6	40	53	59	45,3	53,3
20	54,9	55	64,2	79,9	59,6	68,6
25	65,7	65,9	73,1	93,1	85,3	83,5
30	72,6	71,5	87,7	93,6	89,4	89,6
35	80	83,3	96,2	96,1	94,7	94,6
40	88,7	97,1	97,3	98	97,2	98,8
45	98,4	97,5	98	99,1	98,8	99,9
50	101,3	97,3	97,3	105,1	103,1	103,9
55	103,9	98,2	102,4	110,1	107,5	107,7
60	106,3	97,1	106,8	114,9	112,2	110,4
65	109,4	103	111,5	117,5	114,6	114,8
70	112,2	98,4	116,3	120,5	117,8	118,6
75	114,9	98,7	120,4	123,9	121,9	121,2
80	117,8	116,4		127,1	123,9	127,3
85	122,4	123,9		134,4	125	150
90	128	132,2	156,2	164,7	145,5	191,3
95	142,9	162,9	180,6	191,4	168,3	255,2
100	165,5	208,6	232,5	240,8	220,7	310,8
105	205	259	271,9	280,5	265,2	346,5
110	231,6	298,5	310,4	320,2	305,1	369,5
115	264,2	330,7	348,8	360,4	344,3	416,6
120	291,1	351,5	391,7	402,2	387,1	484,4



Zeit/Time [min]	II-0 [°C]	II-6 [°C]	II-12 [°C]	II-18 [°C]	II-24 [°C]	II-30 [°C]	II-36 [°C]
0	16,4	18,22556	18,11136	18,08727	18,00459	17,9661	17,92885
5	16,6	18,44995	18,28067	18,21439	18,15704	18,15381	18,04928
10	23,9	20,55908	19,05185	18,75815	18,6187	18,55121	18,45218
15	40	27,58167	21,64523	19,80776	18,92089	18,58892	18,41992
20	55	38,23582	27,73313	23,40954	20,75739	19,65633	19,14387
25	65,9	47,97034	34,85043	28,40632	23,48558	21,08387	19,94256
30	71,5	56,29343	41,97534	34,05394	27,31165	23,50138	21,40776
35	83,3	67,34725	52,71531	42,30439	32,23466	26,78101	23,60233
40	97,1						
45	97,5						
50	97,3						
55	98,2						
60	97,1	94,25396	84,28371	81,37989	78,3786	72,79005	69,11726
65	103	96,3346	90,00187	86,64352	82,70316	76,58347	72,55823
70	98,4	98,53673	93,1433	89,61589	85,62341	79,62439	75,3728
75	98,7	99,77812	95,37487	91,82114	88,08147	82,72752	79,43182
80	116,4	101,0403	97,32532	93,52741	89,78969	84,70645	80,00955
85	123,9	101,2106	98,59261	94,63723	90,90839	85,68058	80,49934
90	132,2	101,5755	100,0812	96,00024	92,21698	86,83313	81,49174
95	162,9	102,673	102,5887	98,05627	93,7625	88,20357	82,59009
100	208,6	116,6813	104,0141	100,3264	95,57695	89,45852	83,37416
105	259	152,9553	108,0939	101,9851	98,07297	91,16772	84,13131
110	298,5	185,9692	116,9257	103,0088	101,1483	93,95506	85,63909
115	330,7	216,4907	132,9519	106,3354	103,1421	97,28638	87,92149
120	351,5	242,9586	152,5892	116,609	105,1894	100,7977	91,06341

Zeit/Time [min]	V-0 [°C]	V-6 [°C]	V-12 [°C]	V-18 [°C]	V-24 [°C]	V-30 [°C]]	V-36 [°C]
0	16,4	18,01204	17,95989	17,84913	17,76121	17,69365	17,57763
5	16,8	18,20098	18,12154	18,01303	17,97256	17,83547	17,78182
10	26,4	19,95074	18,9189	18,49686	18,34173	18,2906	18,16871
15	45,3	26,15137	21,87101	19,47785	18,55021	18,31443	18,15605
20	59,6	36,9094	29,55981	23,16707	20,2121	19,31075	18,88467
25	85,3	52,25244	40,41264	29,34821	23,2935	21,17692	19,94504
30	89,4	67,33255	52,08111	37,57569	28,54465	24,82464	24,1388
35	94,7	74,62	59,74057	44,95002	35,39338	31,50464	36,55746
40	97,2						
45	98,8						
50	103,1						
55	107,5						
60	112,2	93,74631	86,64014	80,40508	77,46138	72,28857	74,58096
65	114,6	96,19196	89,753	83,82916	80,78497	75,89644	77,64212
70	117,8	98,47939	92,54859	86,77331	83,62709	78,9522	80,29469
75	121,9	100,2654	94,68508	89,15248	85,92395	81,5455	82,43001
80	123,9	101,4879	96,52489	91,20248	87,94466	83,82338	84,1207
85	125	102,0623	97,69997	92,56429	89,089	85,2761	85,09088
90	145,5	103,3057	98,99451	94,23753	90,47986	86,79768	86,23753
95	168,3	107,0233	101,7448	96,69801	92,36648	88,28755	87,06136
100	220,7	116,2326	104,3096	99,42065	94,26145	89,90652	88,0892
105	265,2	137,855	109,6259	103,2097	96,95797	92,08052	89,77592
110	305,1	165,5666	122,0151	107,5118	100,6532	95,0911	91,54754
115	344,3	196,0802	141,1808	115,6838	104,3234	98,76246	93,70499
120	387,1	227,669	162,1928	123,6303	108,3881	102,0713	96,31429