

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_C6

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_C6. Forschungsprojekt Beclaydung gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU). Hg. v. Technische Universität München.

Number

BeClaydung_25_C3

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_C6. 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	71,3	73,4	74,5
Vertikaler Probekörper/ Vertical test specimen	83,0	90,7	94,1

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> Massivholz <u>Beschreibung</u> Der geschraubte Holzquerschnitt besteht aus drei Konstruktionsvollholzern à 115 x 160 mm² (B x T). Die beiden seitlichen Hölzer wurden mit Schrauben am mittleren Holz befestigt. <u>Abmessung (B x H x T) [mm³]</u> Vertikaler Probekörper (345 x 1000 x 160) Horizontaler Probekörper (345 x 2000 x 160)	<u>Product</u> Solid timber <u>Description</u> The screwed timber cross-section consists of three solid structural timber members, each measuring 115 × 160 mm² (W × D). The two outer members were fastened to the central member using screws. <u>Dimensions (W x H x D) [mm³]</u> Vertical test specimen (345 x 1000 x 160) Horizontal test specimen (345 x 2000 x 160)
Verbindungsmittel Tragkonstruktion	Fastener Load-Bearing Structure
<u>Produkt</u> Teilgewindeschrauben 8 mm x 180 mm mit 100 mm Gewindelänge <u>Bezeichnung</u> HBSS8180 <u>Hersteller</u> Rotho Blass SRL <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.	<u>Product</u> Partially threaded screws, 8 mm × 180 mm, with a thread length of 100 mm <u>Designation</u> HBSS8180 <u>Manufacturer</u> Rotho Blass SRL <u>Position</u> 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: (LP), (A), (B) - DIN 18948 - MHK I - 0,7 - 22	Second Layer: (LP), (A), (B) - DIN 18948 - MHK I - 0,7 - 22
<u>Hersteller</u>	<u>Manufacturer</u>
Erste Lage: James Hardie Europe GmbH	First Layer: James Hardie Europe GmbH
Zweite Lage: Schleusner & Söhne GmbH	Zweite Lage: Schleusner & Söhne 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: 21,3	Second Layer: 21,3
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**	417	~10,6	D-s2,d0
EN 15283-2	James Hardie Europe GmbH	18	1150*	-	A1
(LP), (A), (B) - DIN 18948 - MHK I - 0,7 - 22	Schleusner & Söhne GmbH GmbH	22* 21,3**	700* 713**	3,506*** 3,68****	B1
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%

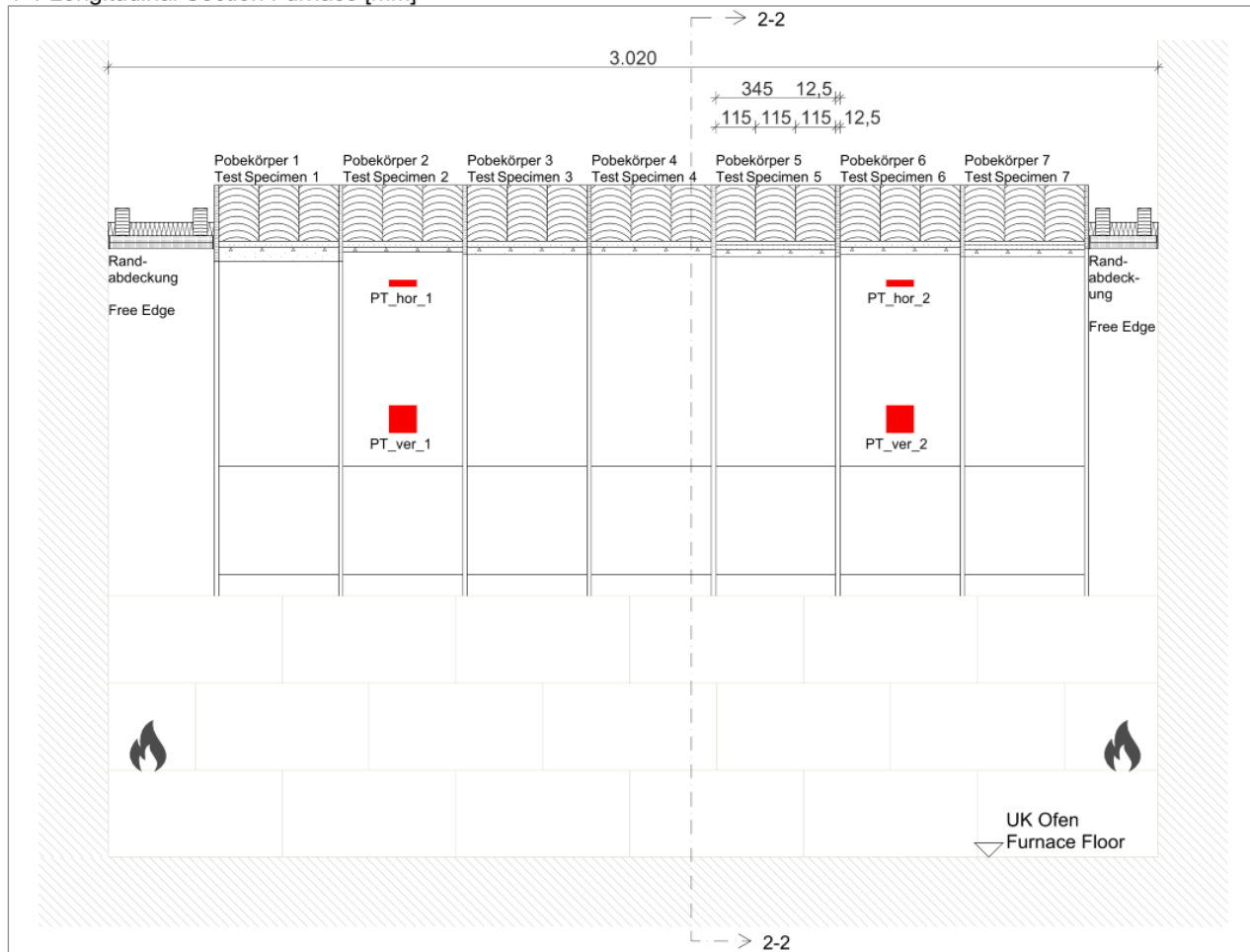
**** Trocknung Bohrkernentnahme bei 100 °C bis Massenänderung < 0,1 % /
Drying extracted core sample at 100 °C until the change in mass was < 0.1%

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.

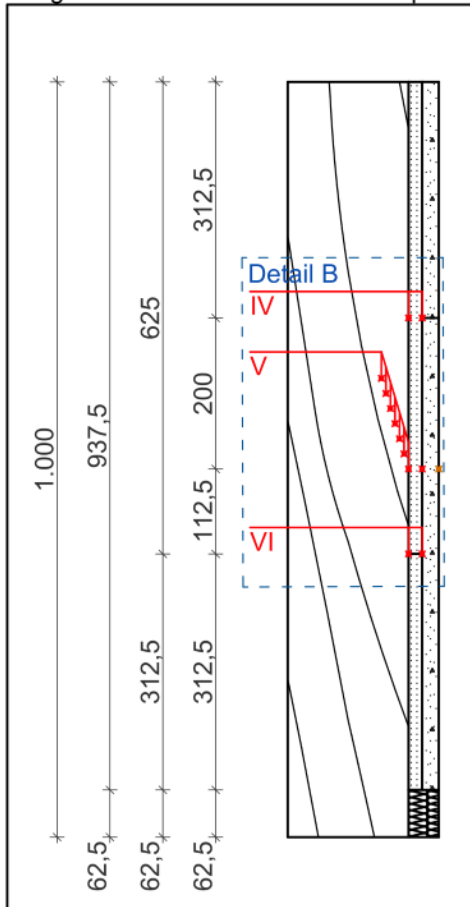
Dimensions:

- Overall width: 1.562,5
- Overall height: 1.000
- Top flange thickness: 160
- Bottom flange thickness: 750
- Left side thickness: 250
- Right side thickness: 250

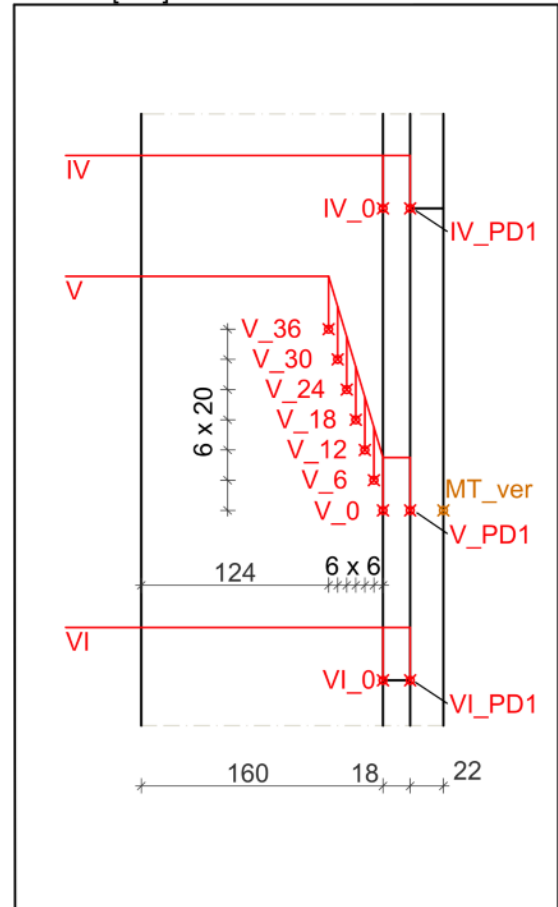
Labels and Features:

- Horizontale Probekörper / Horizontal Test Specimen (1-1)
- Vertikaler Probekörper / Vertical Test Specimen
- PT_hor_2 (Horizontal Test Specimen location)
- PT_ver_2 (Vertical Test Specimen location)
- UK Ofen / Furnace Floor

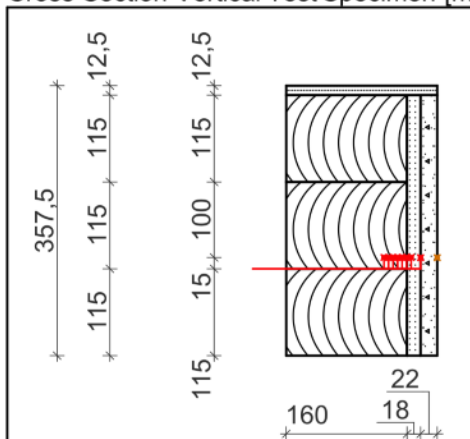
Längsschnitt Vertikaler Probekörper [mm]
 Longitudinal Section Vertical Test Specimen [mm]



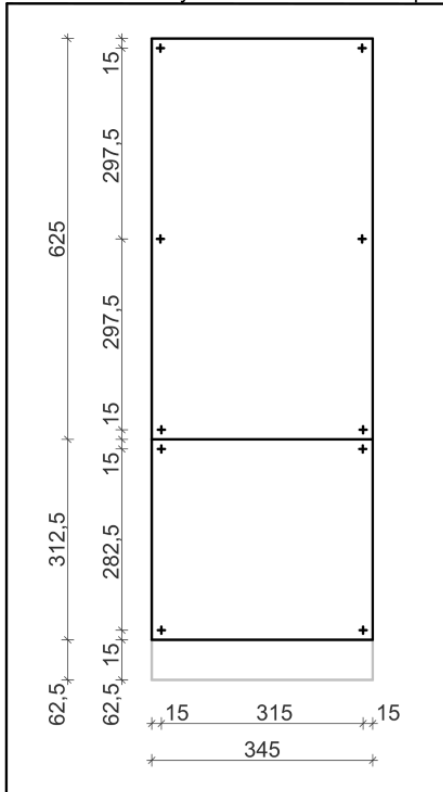
Detail B [mm]



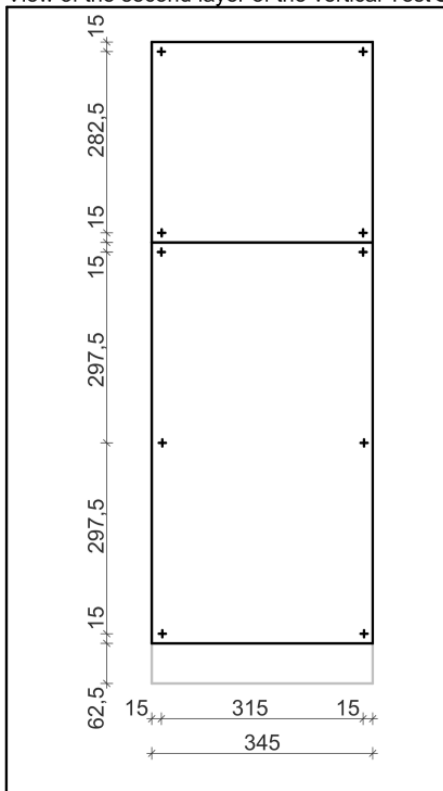
Querschnitt Vertikaler Probekörper [mm]
 Cross Section Vertical Test Specimen [mm]



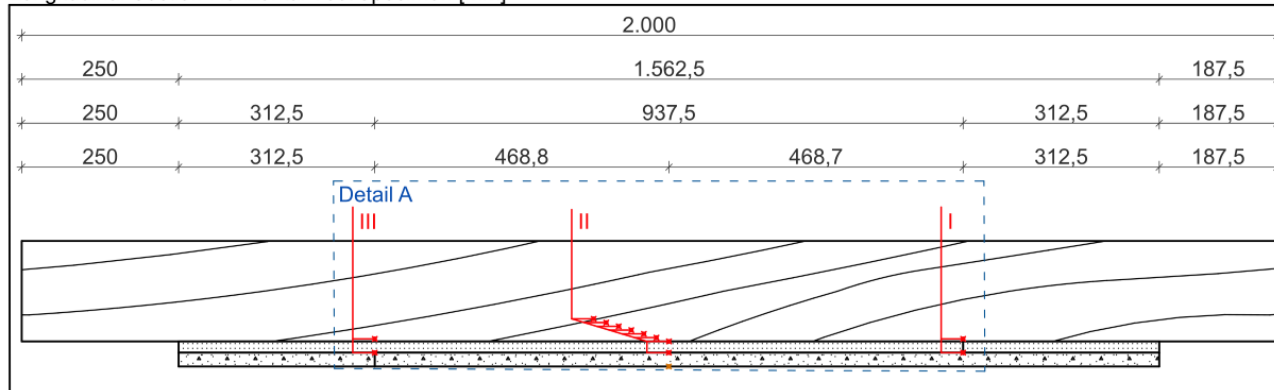
Ansicht erste Lage vertikaler Probekörper mit Verbindungsmittelabständen [mm]
 View of the first layer of the vertical Test Specimen with Fastener Spacing [mm]



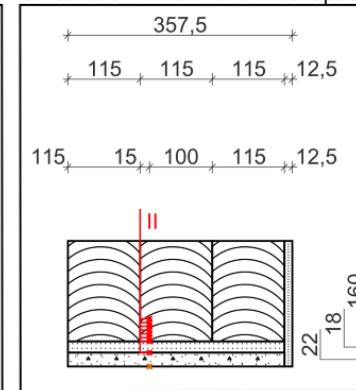
Ansicht zweite Lage vertikaler Probekörper mit Verbindungsmittelabständen [mm]
 View of the second layer of the vertical Test Specimen with Fastener Spacing [mm]



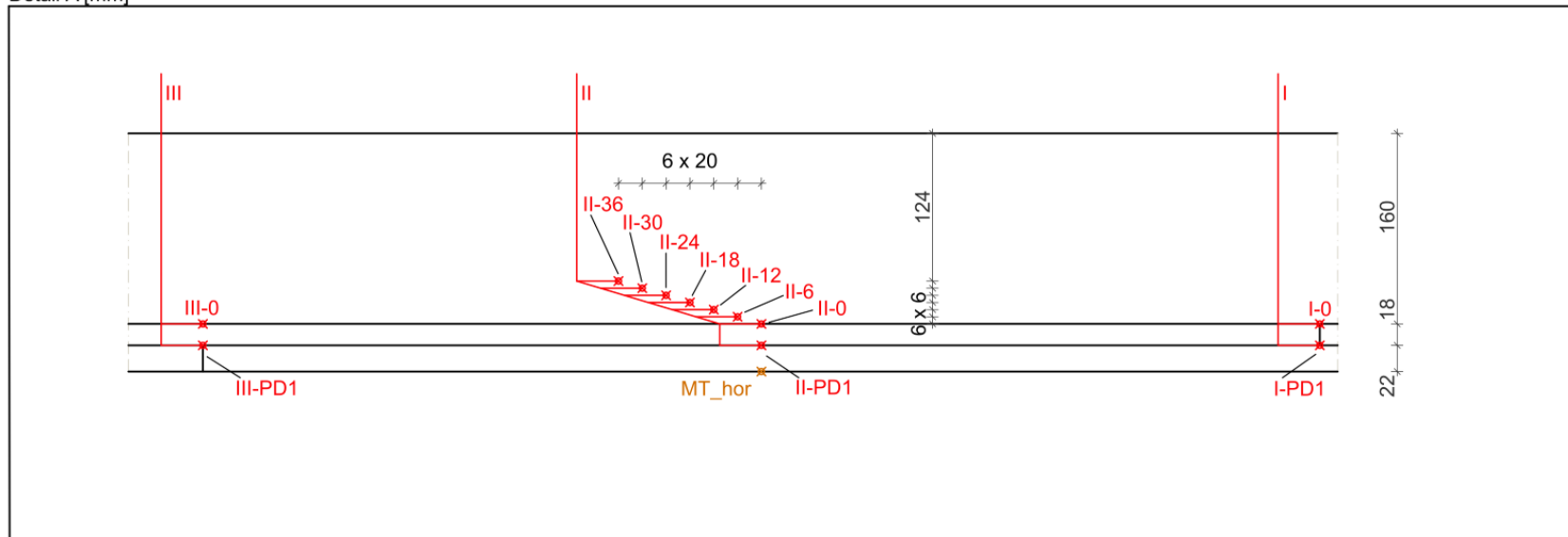
Längsschnitt Horizontaler Probekörper [mm]
 Longitudinal Section Horizontal Test Specimen [mm]



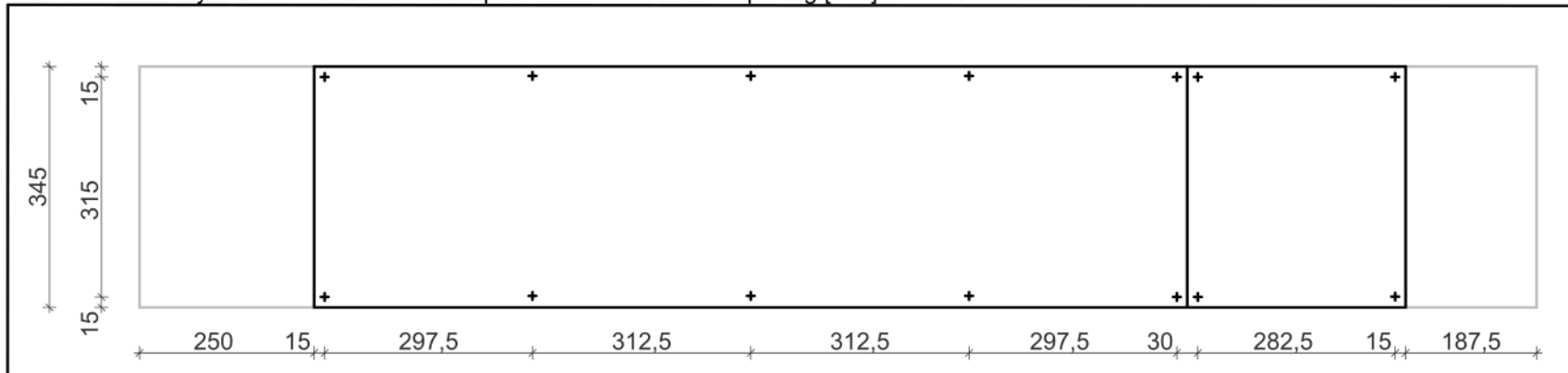
Querschnitt Horizontaler Probekörper [mm]
 Cross-Section Horizontal Test Specimen [mm]



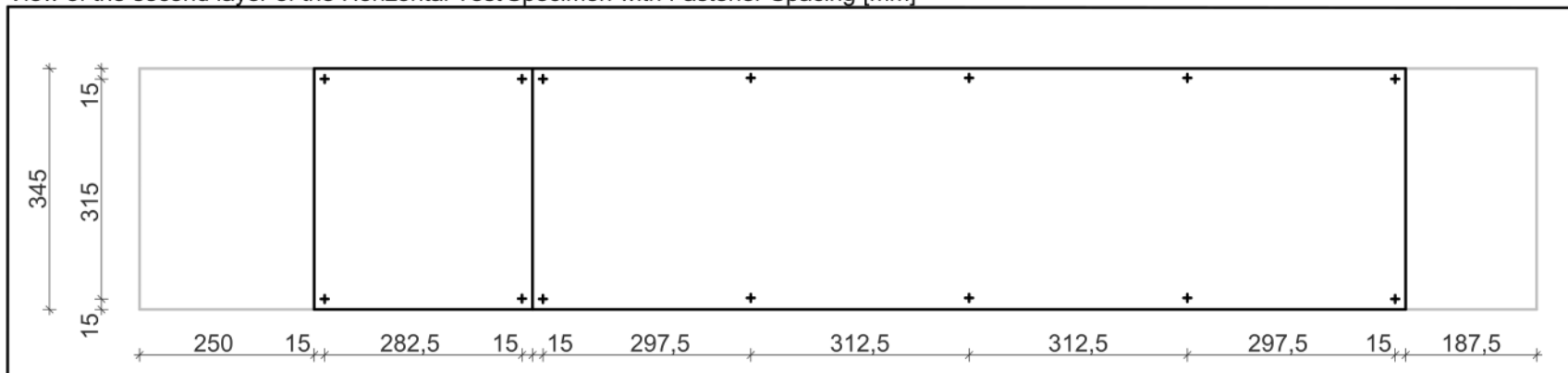
Detail A [mm]



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 Observations on the Fire-Exposed Side
0	10:45 Uhr: Beginn der Prüfung 10:45 a.m.: Start of the test
1	Flächige Dunkelfärbung (Schwarz- braun) Widespread dark discolouration of the surface (black-brown)
6	Fuge reist auf Joint cracks
10	Dunkelfärbung wird schwächer The dark discolouration became less pronounced.
36	Dunkelfärbung in Fugenbereich dark discolouration in joint region
51	MT_hor biegt sich nach unten MT_hor is bending down
60	Flammen in Fuge Flames in joint
61	Zweite Bekleidungslagen fällt ab Second lining layers fell off
79	Erste Bekleidungslagen fällt vollständig ab First lining layers fell off in total
120+	12:46 Uhr: Beendigung der Prüfung in der 120. Minute 12:46 p.m.: End of the test after 120 minutes

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
2	Flächige Dunkelfärbung (Schwarz-braun)		Widespread dark discolouration of the surface (black-brown)
10	Dunkelfärbung wird schwächer		The dark discolouration became less pronounced.
59	Flammen im Randbereich am Auflager sichtbar		Flames were visible in the edge region at the support.
66	Flammen im Fugenbereich		Flames in joint region
108	Flammen im Randbereich		Flames were visible in the edge region
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

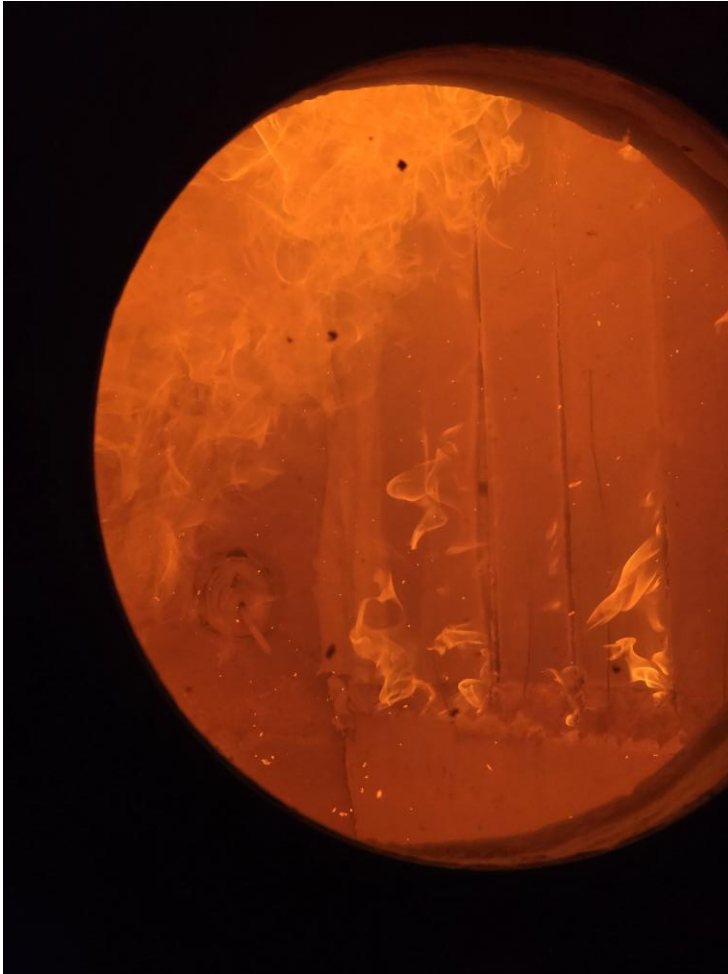
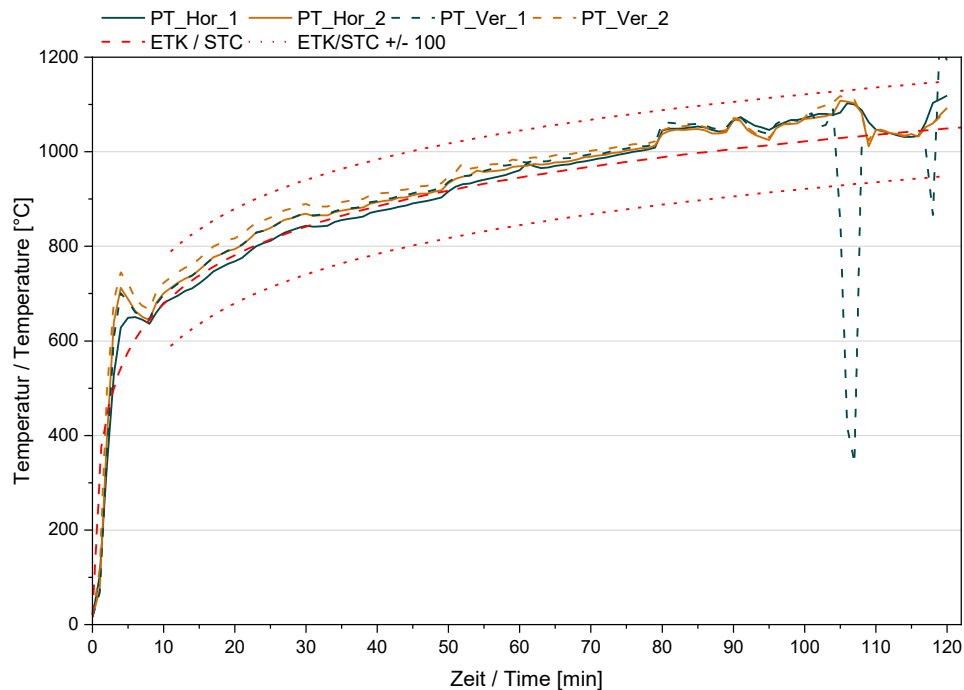


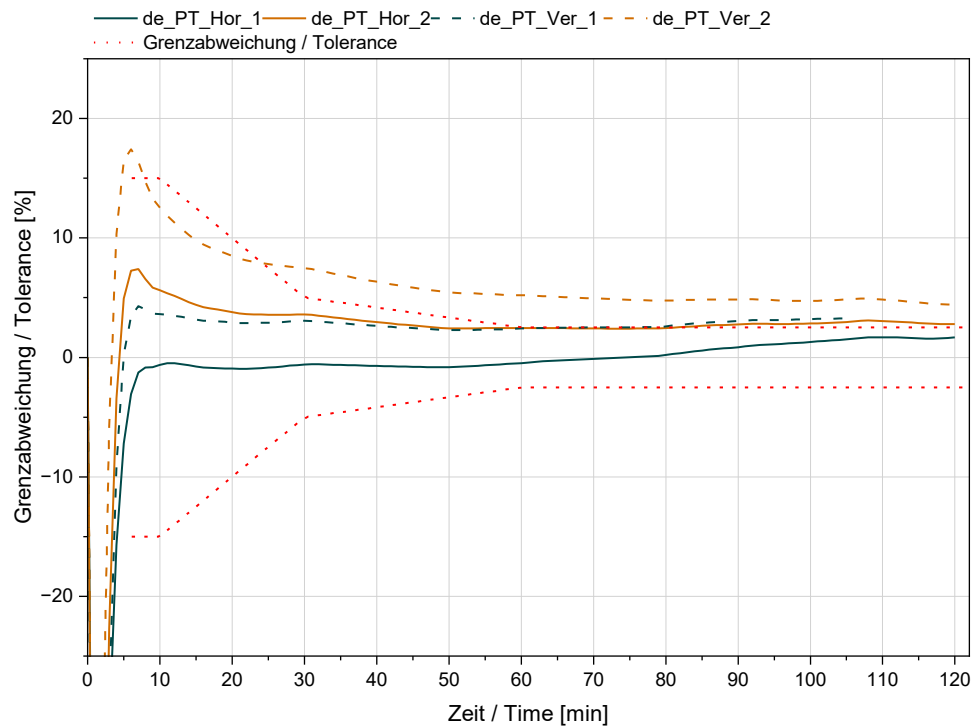
Abbildung 6 Brandraum Minute 90+
Figure 6 Furnace chamber minute 90+

Anhang D: Messdaten

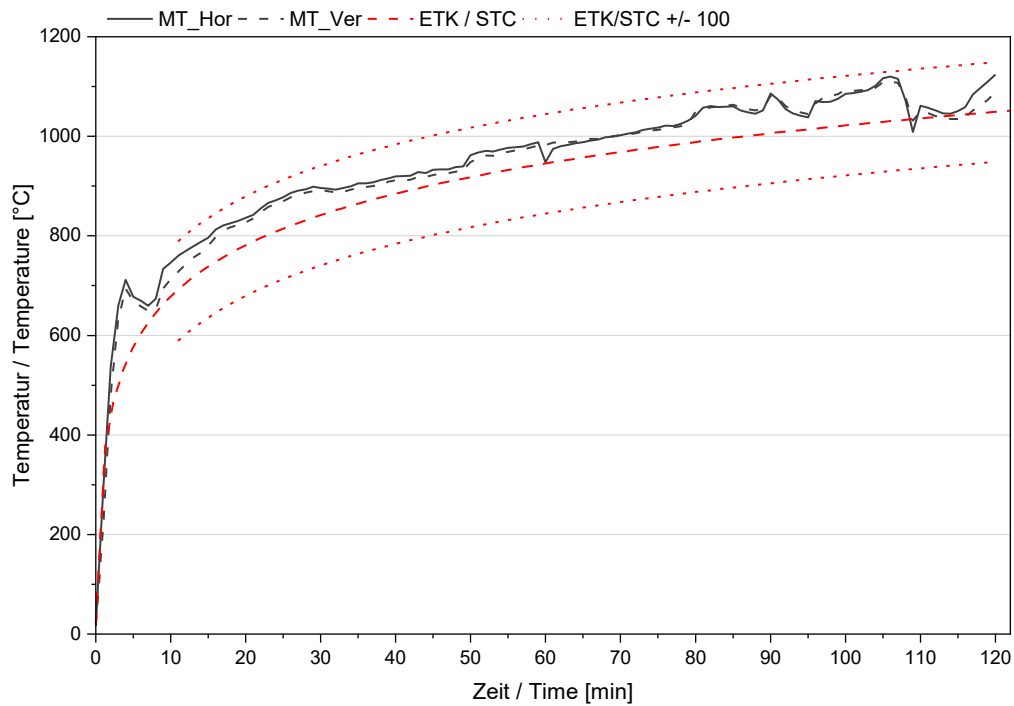
Annex D: Test Data



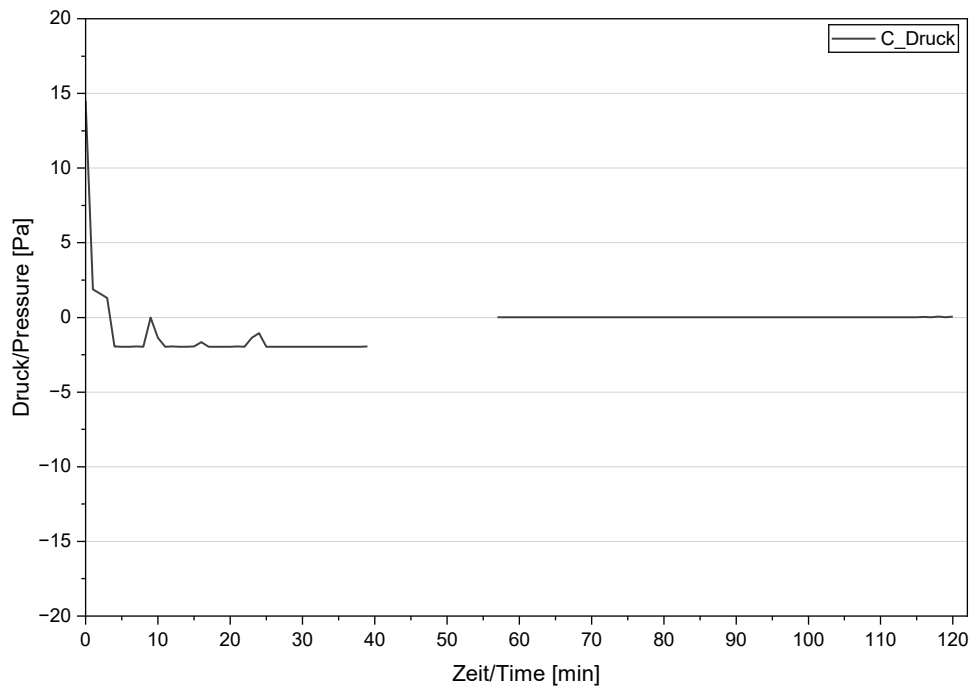
Zeit/Time [min]	PT_Hor_1 [°C]	PT_Hor_2 [°C]	PT_Ver_1 [°C]	PT_Ver_2 [°C]
0	15,9	16,2	16,4	15,8
5	648,9	688,5	682,7	722,1
10	680,4	701,2	698,1	723,2
15	721,8	750	749,9	773,6
20	768,3	794,2	795,4	817
25	811,6	839,2	838,1	860,6
30	843,8	869	869,3	889,2
35	855,4	875,4	878,4	893,4
40	873,9	893,2	895,8	911,5
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



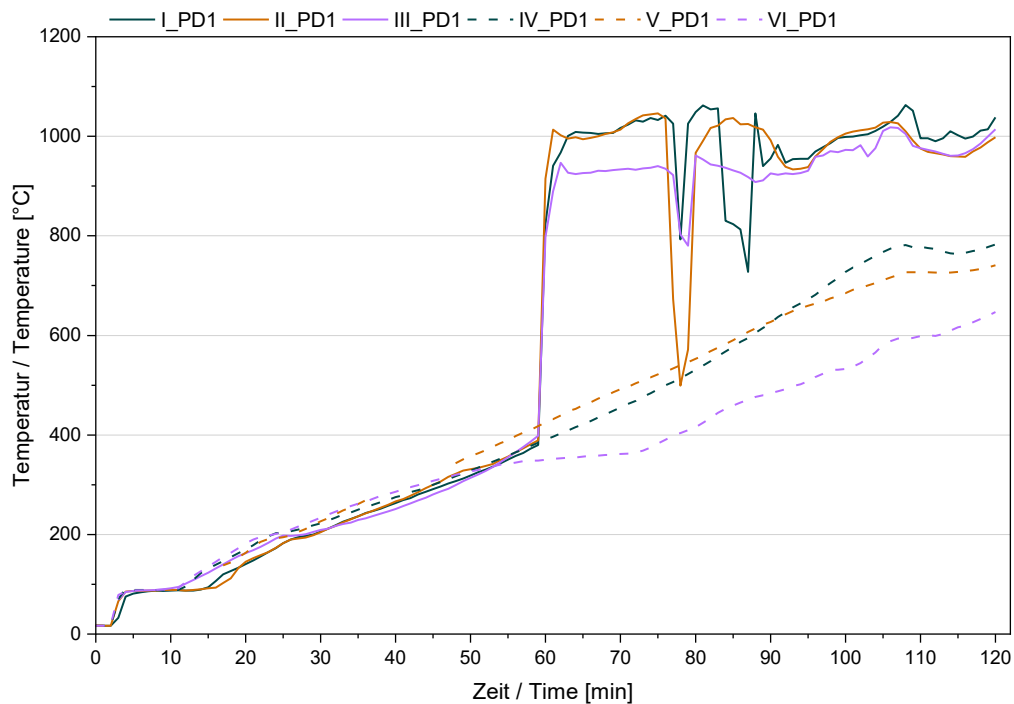
Zeit/Time [min]	de_Hor_1 [%]	de_Hor_2 [%]	de_Ver_1 [%]	de_Ver_2 [%]
0	0	0	0	0
5	-7,19408	4,93272	0,27651	16,54227
10	-0,61323	5,61404	3,62223	12,52893
15	-0,7755	4,39354	3,14143	9,81848
20	-0,94138	3,79312	2,93258	8,5105
25	-0,85029	3,5669	2,91275	7,81232
30	-0,59596	3,58635	3,05437	7,48076
35	-0,62938	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



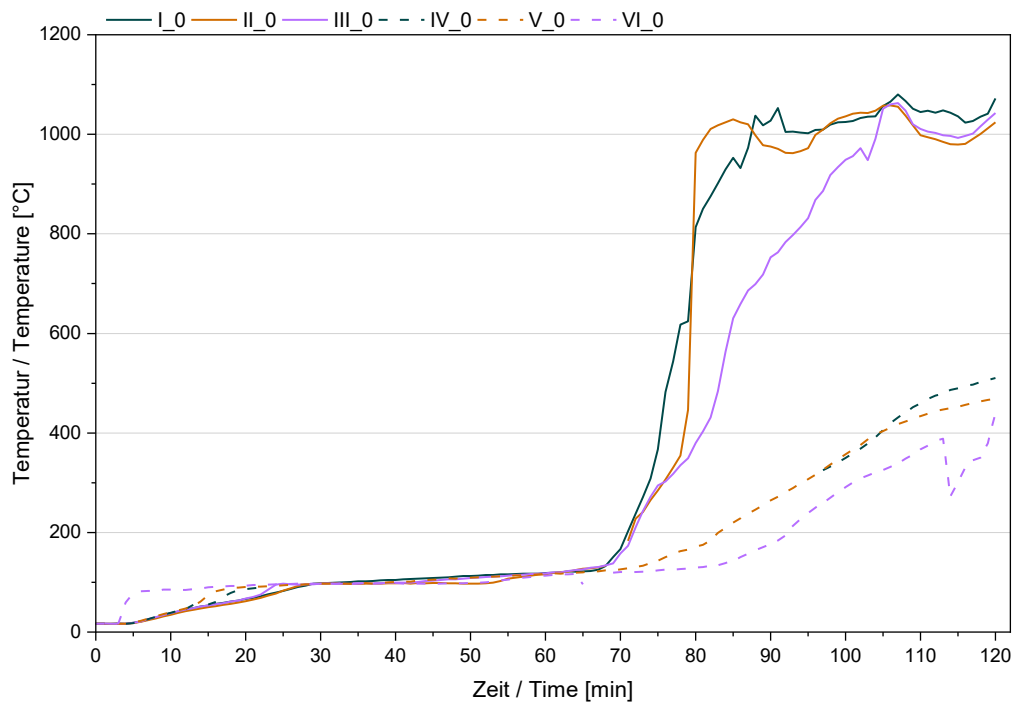
Zeit/Time [min]	MT_Hor [°C]	MT_Ver [°C]
0	16,4	16,4
5	677,3	669,2
10	746,3	712,9
15	796	780,8
20	836	827,4
25	877,2	869,4
30	895,9	892,1
35	905,5	896,3
40	919,8	911,2
45	932,6	922,3
50	962	947,9
55	976,9	968,8
60	948,2	982
65	988,1	992,2
70	1002,4	1002,5
75	1017,5	1012,8
80	1041,2	1049,7
85	1059,8	1063,6
90	1085,9	1081,4
95	1037,8	1044,7
100	1085,2	1093,9
105	1116,9	1108,4
110	1061,1	1050,3
115	1050,6	1034,6
120	1124,3	1088



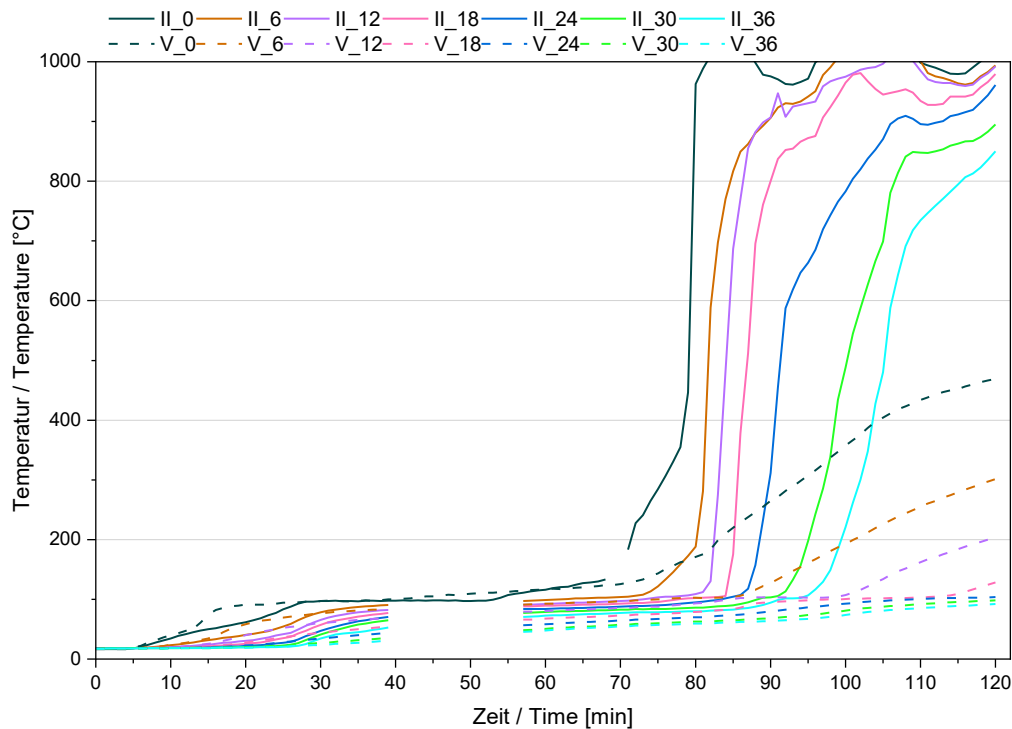
Zeit/Time [min]	Druck / Pressure [Pa]
0	14,49531
5	-1,95635
10	-1,3559
15	-1,95371
20	-1,96293
25	-1,96067
30	-1,96188
35	-1,96326
40	
45	
50	
55	
60	0,00175
65	0,00176
70	0,00181
75	0,00177
80	0,01067
85	0,00178
90	0,00179
95	0,00175
100	0,0019
105	0,00176
110	0,00181
115	0,01648
120	0,04917



Zeit/Time [min]	I-PD1 [°C]	II-PD1 [°C]	III-PD1 [°C]	IV-PD1 [°C]	V-PD1 [°C]	VI-PD1 [°C]
0	16,7	17,1	16,6	16,7	16,5	16,7
5	81,5	86,4	86,9	88,3		88,2
10	87,1	88,8	91,8	88,7		89
15	93,8	91,9	123,2	131,7		135,1
20	140,5	145,1	162,4	169,3	163,5	182,2
25	182,4	182,3	198	204,3	194,4	204,8
30	206,1	204,7	208,9	222,5	226,8	234
35	236,8	236,8	228,9	249,8	261	261,8
40	263	266,7	251,3	275,3		285,7
45	291,5	299,7	280,2	299,7		307,6
50	318,3	331,2	313,7	328,2	357,5	326,5
55	350,6	356,6	354,9	358,2	390	342,9
60	824,4	915	797,5	390,4	425,9	349,7
65	1007,3	994,4	926,2	421,4	459,7	356,5
70	1016,8	1013,3	933,4	455,2	492	362
75	1032,7	1046,3	940,4	491,7	521,9	382,3
80	1049	967	961,7	531	552,7	415,5
85	823,8	1036,6	931,2	576,9	590,5	459,3
90	955,8	992,1	925,6	625,5	627	483,7
95	955	938,4	931	672,7	659,6	507,8
100	998,7	1005,5	973	727,3	685,1	532,9
105	1019,4	1027,7	1010,8	767,7	710,9	580,7
110	996	975,3	976,1	778,5	727,1	598,4
115	1002,4	959,7	961,5	763,8	727,8	616,5
120	1038,3	998,3	1013,8	783,1	741	646,9



Zeit/Time [min]	I-0 [°C]	II-0 [°C]	III-0 [°C]	IV-0 [°C]	V-0 [°C]	VI-0 [°C]
0	16,4	16,8	16,8	16,6	16,7	16,8
5	18,7	17,9	18,4	18	18,7	78
10	37,8	34,5	38	38,6	39,5	85,1
15	53,1	50,1	53,6	55,5	74	90,2
20	66,5	61,9	67	86,6	90,9	93,2
25	82,8	83,1	97,2		94,2	96
30	98,2	97,3	97,2		97,1	96,9
35	101,8	96,8	97,6		97,5	97,9
40	104,5	97,8	99,1		100,4	98,4
45	108,8	98,4	103,2		105,2	97,2
50	112,9	97,2	108,3		109,3	98,3
55	115,8	107,4	113		112,8	105,2
60	118,6	116,1	117,9		116,4	113,3
65	121,6	127,2	126		119,8	96
70	166,6		157,9		125,6	120,4
75	366,9	284,2	294,4		143,2	123,6
80	813,3	962,7	380,1		171,2	129,7
85	953	1030,2	630,1		219,9	143,2
90	1027,1	975,7	753		264,6	176,8
95	1002	971,8	831,4		307,3	238,9
100	1025	1036,4	949,1	350	357,4	291,2
105	1056,7	1057,1	1051,7	405,8	404,1	326,1
110	1044,9	998,2	1010,5	459,7	433,8	367
115	1036,4	979,6	992,5	489,8	452,7	302,1
120	1071,8	1023,9	1042,5	510,1	468,9	440,1



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	16,8	18,14388	18,12476	18,01849	17,97554	17,91643	17,84069
5	17,9	18,39733	18,29606	18,20297	18,14487	18,06219	18,00707
10	34,5	23,07175	19,89796	18,96603	18,65568	18,53234	18,47328
15	50,1	31,38971	24,08206	20,92424	19,37224	18,72589	18,49959
20	61,9	40,43893	30,64911	25,57728	21,96991	20,09766	19,43001
25	83,1	54,50239	41,54795	34,91227	27,37191	22,73804	20,66777
30	97,3	78,30124	65,49997	57,44559	47,33507	40,95034	34,18575
35	96,8	87,26714	78,23521	71,00797	63,13287	57,56661	45,23238
40	97,8						
45	98,4						
50	97,2						
55	107,4						
60	116,1	98,9979	92,273	89,16406	84,03968	78,8129	72,47268
65	127,2	101,7196	94,58164	90,84611	85,75848	80,71941	74,85254
70		103,6084	97,22664	92,73361	87,72218	82,59034	77,14014
75	284,2	121,595	103,3558	95,74641	89,69337	83,78841	78,54682
80	962,7	188,299	108,6219	102,4252	95,02319	85,83904	80,04908
85	1030,2	816,8138	686,6685	175,5182	104,1784	89,94779	82,86132
90	975,7	906,0247	906,7997	800,2446	311,7174	103,5402	94,37503
95	971,8	941,643	930,4211	872,4234	663,4322	197,7818	106,3665
100	1036,4	1015,184	975,0482	965,2462	782,6419	488,1374	220,7614
105	1057,1	1033,2	996,8619	945,1137	870,7727	699,046	480,4816
110	998,2	1000,979	984,9051	934,6476	895,6708	847,9306	734,5373
115	979,6	963,6542	961,1174	941,4637	911,9622	862,9191	794,3242
120	1023,9	993,7769	992,4861	979,3969	961,0917	895,0957	850,3527

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	16,7	17,83572	17,72122	17,72942	17,69514	17,48124	17,39452
5	18,7	18,08752	17,85832	17,90277	17,86726	17,65738	17,58434
10	39,5	23,77806	19,9941	18,70207	18,43183	18,0833	18,01825
15	74	34,45396	25,58146	20,8475	19,17759	18,29159	18,07933
20	90,9	58,51236	39,7934	27,72919	22,65701	19,90936	19,15155
25	94,2	69,61689	52,3877	36,55526	28,28936	22,9616	21,07249
30	97,1	76,66058	60,0563	43,97416	34,33123	27,12348	24,01742
35	97,5	81,39218	65,58051	50,23518	39,89034	31,58893	27,47028
40	100,4						
45	105,2						
50	109,3						
55	112,8						
60	116,4	92,49641	80,50946	67,52515	58,5027	50,63378	47,95701
65	119,8	94,47821	82,79985	70,19435	61,48746	54,03934	51,46394
70	125,6	96,80514	85,30046	72,89318	64,41023	57,1393	54,53865
75	143,2	100,0243	87,99364	75,48486	67,10909	59,85716	57,06851
80	171,2	102,464	93,07759	78,904	69,93913	62,54305	59,38497
85	219,9	103,811	100,246	83,90102	73,26983	65,00588	61,35885
90	264,6	127,941	103,294	95,21389	79,90302	68,46526	63,7863
95	307,3	160,8436	102,7956	98,25561	86,43147	73,6125	67,25878
100	357,4	192,9458	107,042	100,5273	92,96309	81,11954	73,93949
105	404,1	225,2363	133,852	101,6656	97,31396	87,5726	80,96238
110	433,8	254,8151	162,0414	102,9378	100,7154	91,90302	85,35256
115	452,7	278,8145	183,7133	109,171	102,4199	95,55519	88,97605
120	468,9	301,474	203,8648	128,0444	103,6682	98,33109	92,0269