**TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH**
**Industrie Service**
Hans-Böckler-Straße 4, D-35440 Linden
Telefon: (06403) 9008-13

Zukunft
Gewissheit geben

# Bericht über die Druckfestigkeitsprüfung

**In Anlehnung an die DIN EN ISO 604:2003-12**
Prüfbericht-Nr.: ISG-25-98-D-JS400t30

## JakStak 400
## 400x400x30mm

Linden, 27.02.2025

Unsere Zeichen:
Kunden-Nr.: 2001063164
Angebot-Nr.: 120066632
Auftrag-Nr.: 44467823



### ALLGEMEINE DATEN

| | |
|---|---|
| Auftraggeber: | **Securatek GmbH & Co. KG**<br>**Hüttenweg 4**<br>**D-35075 Gladenbach** |
| Prüfungsort: | TransMIT Gesellschaft für Technologietransfer mbH<br>Kerkrader Straße 3<br>D-35394 Gießen |
| TÜV-Auftragsnummer: | **44467823** |

Die Druckprüfung wurde als Gesamtbauteilprüfung in **Anlehnung an der DIN EN ISO 604:2023-12** durchgeführt. Hierbei fanden die Prüfungen unter Aufsicht und Begleitung des TÜV Hessens im Werkstoffprüflabor der Trans-MIT mbH statt. Die anschließende Auswertung wurde vom TÜV Hessen vorgenommen. Die relevanten Informationen zur Prüfung sind in den folgenden Tabellen aufgeführt. Weitere Details lassen sich aus den beigefügten Anlagen entnehmen.

## ANGABEN ZUM PRÜFOBJEKT

| | |
|---|---|
| Prüfobjekt: | Unterlegplatte |
| Bezeichnung: | JakStak 400<br>400x400x30mm |
| Material: | LDPE/LLDPE, HDPE und PP |
| Materialtyp: | Thermoplastischer Polyolefin-Mischkunststoff |
| Materialursprung: | Recycling |
| Materialvorgeschichte: | Post-Consumer-Recycling |
| Herstellverfahren: | k. A. |
| Besonderheiten (Fertigung): | k. A. |
| Hauptmaße: | 400 x 400 x 30 mm |
| Gestalt: | Platte |
| Herstelljahr: | 2024 |
| Herstellnummer: | k. A. |

## ANGABEN ZUR PRÜFDURCHFÜHRUNG

| | |
|---|---|
| Probekörper: | Unterlegplatte (ohne weitere Bearbeitung nach der Fertigung) |
| Probekörperherstellung: | entfällt, da Gesamtbauteilprüfung |
| Anzahl der geprüften Probekörper: | 5 |
| Prüfmaschine: | HPM 5000 - Servohydraulische-4-Säulen-Druckprüfmaschine |
| Messung: | Kraft/Weg über Prüfzylinder |
| Genauigkeitsklasse: | DIN EN ISO 7500-1: Klasse 1 |
| Angaben zum Stempel: | Quadratischer Stahl Stempel<br>150 x 150 mm<br>metallisch blanke Oberfläche |
| Gleitfördernde/-behindernde Mittel: | nicht verwendet |
| Umgebungsbedingungen: | Laborbedingungen<br>(Normaldruck und -temperatur, glatte, trockene Oberfläche) |
| Datum der Messung: | 04.11.2024 |

## GEMITTELTE ERGEBNISSE

| | gemittelte Dehngrenze $R_{p1,0}$ | | | | gemittelte Stauchung ε | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **[N/mm²]** | | [kg/mm²] | | **[%]** | | [mm] | |
| **S = 1** | 18,409 | ±4,856 | 1,877 | ±0,495 | 6,39 | ±1,22 | 1,92 | ±0,36 |
| **S = 1,5** | 7,914 | | 1,251 | | 4,26 | | 1,28 | |

Aufgrund des duktilen Werkstoffverhaltens und des unkritischen Bruchverhaltens (höhere plastische Verformung ohne signifikante Festigkeitsverluste) kann ein Sicherheitsfaktor S von S=1,5 als ausreichend angesehen werden.

## BEMERKUNGEN

- Es wurden 5 Wiederholungen durchgeführt, sodass von einer aussagekräftigen Datenbasis auszugehen ist
- Aufgrund des beobachtbaren "gutartigen" und unkritischen Bruchverhaltens der Unterlegplatten unter Laborbedingungen, ist auch eine möglicherweise auftretende Belastung über der Fließgrenze als unkritisch anzusehen. Allerdings ist in diesem Fall die Schädigung der Unterlegplatten zu beachten, sodass eine Wiederverwendung nicht empfohlen wird.
- Der angegebene Sicherheitsfaktor dient nur als Empfehlung. Letztendlich liegt es in der Verantwortung des Anwenders unter Berücksichtigung des Risikos, möglicher Folgen und weiterer Rahmenbedingungen eine geeignete Entscheidung über die Belastbarkeit und den anzusetzenden Sicherheitsfaktor zu treffen.
- Dauerfestigkeitsanalysen waren nicht Bestandteil dieser Prüfungen, sodass die Aussagen in dieser Bescheinigung ausschließlich für die Belastung als singuläres Ereignis gelten.
- Die Prüfungen fanden unter Laborbedingungen statt. Insbesondere werden hier keine Aussagen über die Belastbarkeit bei Tieftemperaturanwendungen gemacht.
- Die Ergebnisse sind nur für die Unterlegplatten des aktuellen Herstellungsprozess erhoben worden und sind auch nur solange als gültig anzusehen, solange keine maßgeblichen Prozessveränderungen stattfinden, die sich auf das Materialverhalten der Unterlegplatten auswirken könnten. Der TÜV Hessen ist nicht an der Fertigungsüberwachung beteiligt, diese liegt allein in der Verantwortung des Auftraggebers.
- Das Gutachten (Bericht) enthält das Ergebnis einer Einzelprüfung und stellt kein allgemeingültiges Urteil über die Eigenschaften aller Produkte aus der Serienfertigung dar.
- Sollte der Inhalt des Prüfberichtes einer Auslegung bedürfen, so ist der deutsche Text maßgebend.
- Vorbehaltlich einer abweichenden Genehmigung/Lizenzvereinbarung darf dieser Prüfbericht nur in der ungekürzten Originalgestaltung veröffentlicht und verwendet werden.

## SONSTIGE ANGABEN

---

**Hiermit wird bestätigt, dass die Prüfstücke in Anlehnung an den Anforderungen der vorbezeichneten Vorschriften bzw. Prüfnormen zufriedenstellend vorbereitet, geprüft und ausgewertet wurden.**

**Ort:** Linden **Datum der Ausstellung:** 27.02.2025 **Name und Unterschrift:**

**Anlagen:** **1**: Prüfprotokoll (Ausschnitt Laborprüfbericht)
**2**: Weg-Kraft-Diagramme (Ausschnitt Laborprüfbericht)

**Mobaris Khawar** (M. Sc.)
mobaris.khawar@tuevhessen.de

**TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH**

# PRÜFPROTOKOLL – AUSSCHNITT AUS DEM LABORPRÜFBERICHT



## 3.4 Prüfung 2

### 3.4.1 Prüfung 2.1.1 – Jak Stak: Einfache Platte 400x400x30 mm

| | |
|---|---|
| Projekt: Bauteilprüfung Unterlegplatten securatek Jak Stak | |
| Versuchsreihe | 2.1.1 |

| | |
|---|---|
| Prüfgrundlage | DIN EN ISO 604:2003-12 |
| Art der Prüfung | Bestimmung der Druckfestigkeit |

| Druckfestigkeit von Probekörpern in Anlehnung an DIN EN ISO 604 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Prüfkörper** | | | **2.1.1.1** | **2.1.1.2** | **2.1.1.3** | **2.1.1.4** | **2.1.1.5** |
| **Herstelldatum** | | | unbekannt | | | | |
| **Probeneingang** | | | 15.08.2024 | 15.08.2024 | 15.08.2024 | 15.08.2024 | 15.08.2024 |
| **Maße des Prüfkörpers** | | [mm] | 400x400x30 | 400x400x30 | 400x400x30 | 400x400x30 | 400x400x30 |
| **Auswahlverfahren der Prüfkörper** | | | n. Absprache | n. Absprache | n. Absprache | n. Absprache | n. Absprache |
| **Lagerung im Normalklima und Massenkonstanz** | | | Laborbedingungen | | | | |
| **Prüfverfahren** | | | | | | | |
| **Verwendetes Prüfverfahren** | | | Druckversuch in Anlehnung an DIN EN ISO 604 | | | | |
| **Temperatur und rel. Luftfeuchte** | | | Laborbedingungen | | | | |
| **Vorrichtung zur Lasteinleitung** | | | Lasteinleitung über Kalottenlager | | | | |
| **Prüfeinrichtung, verwendete Messgeräte** | | | Kolbenkraft und -weg über Prüfmaschine | | | | |
| **Prüfergebnisse** | | | | | | | |
| **Prüfdatum** | | | 04.11.2024 | 04.11.2024 | 04.11.2024 | 04.11.2024 | 04.11.2024 |
| **Abmessungen** | **Länge *l*** | [mm] | 400,0 | 400,0 | 400,0 | 400,0 | 400,0 |
| | **Breite *b*** | [mm] | 400,0 | 400,0 | 400,0 | 400,0 | 400,0 |
| | **Höhe *h*** | [mm] | 31,8 | 31,1 | 31,5 | 31,6 | 31,8 |
| **Anzahl der verwendeten Platten** | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Art der Krafteinleitung** | | | Druckstempel (150x150x40 mm) | | | | |
| **Maximal aufnehmbare Last $F_{max}$** | | [kN] | 421,1 | 618,4 | 709,4 | 588,6 | 671,0 |
| **Dauer zum Erreichen der Höchstlast** | | [s] | 67,6 | 131,1 | 162,1 | 73,6 | 90,5 |
| **Mittlere Dauer zum Erreichen der Höchstlast** | | [s] | 105 | | | | |
| **Prüfungsende** | | | Wegkriterium | Wegkriterium | Wegkriterium | Wegkriterium | Bruchkriterium |
| **Vordefiniertes Wegkriterium** | | [mm] | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| **Prüfgeschwindigkeit** | | [mm/min] | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| **Maximale Druckfestigkeit $\sigma_{max}$** | | [N/mm²] | **18,72** | **27,48** | **31,53** | **26,16** | **29,82** |
| **Mittlere Druckfestigkeit $\overline{\sigma_{max}}$** | | [N/mm²] | **26,74** | | | | |
| **Standardabweichung der Stichprobe** | | [N/mm²] | **4,94** | | | | |
| Bemerkungen: $\sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A}$ | | | Die Prüfkörperhöhe wird über drei Dickenmessungen gemittelt.<br>Zur Bestimmung der Fläche $A$ wird die Lasteinleitungfläche des Druckstempels angesetzt.<br>Bruchkriterium: Lastabfall um 20 ‰ = 100 kN | | | | |

## WEG-KRAFT-DIAGRAMME – AUSSCHNITT AUS DEM LABORPRÜFBERICHT



### Kraft-Weg-Diagramme

**Prüfkörper 2.1.1.1**

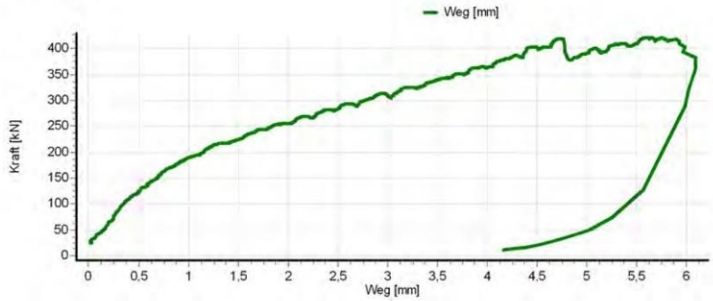


Abbildung 65: Kraft-Weg-Diagramm Prüfkörper 2.1.1.1

**Prüfkörper 2.1.1.2**

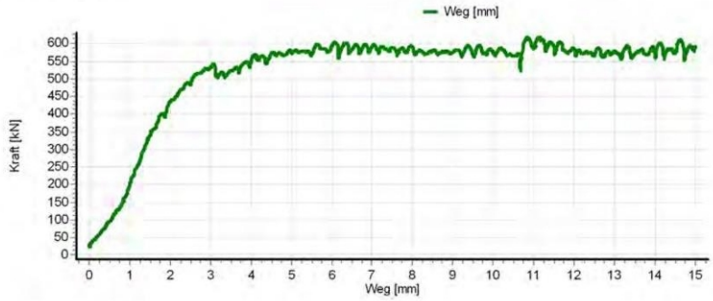


Abbildung 66: Kraft-Weg-Diagramm Prüfkörper 2.1.1.2

**Prüfkörper 2.1.1.3**

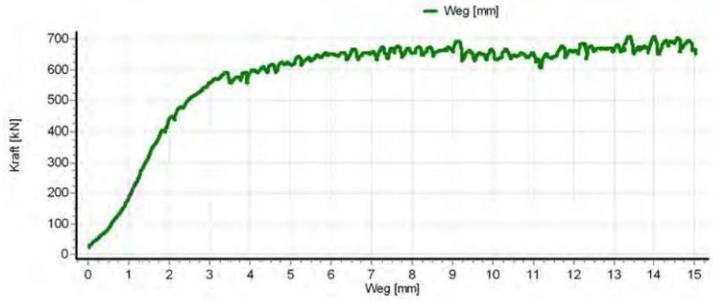


Abbildung 67: Kraft-Weg-Diagramm Prüfkörper 2.1.1.3

**Prüfkörper 2.1.1.4**

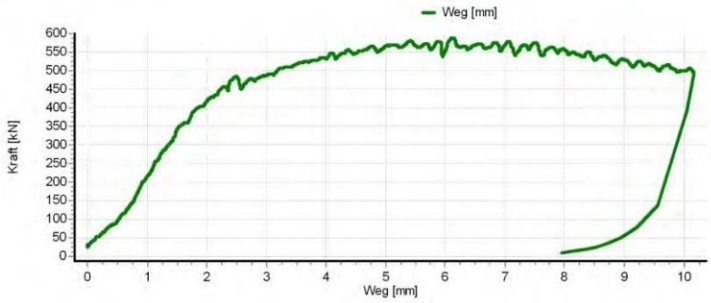


Abbildung 68: Kraft-Weg-Diagramm Prüfkörper 2.1.1.4

**Prüfkörper 2.1.1.5**

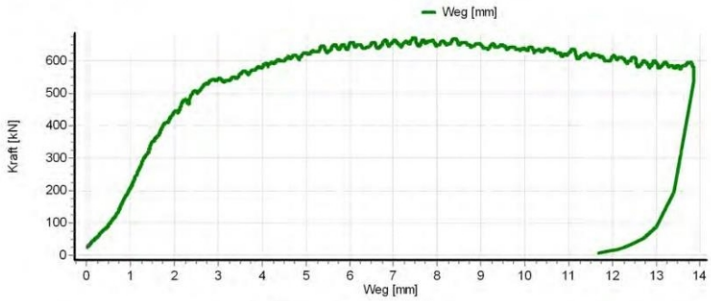


Abbildung 69: Kraft-Weg-Diagramm Prüfkörper 2.1.1.5

**TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH**
**Industrie Service**
Hans-Böckler-Straße 4, D-35440 Linden
Telefon: (06403) 9008-13

Zukunft
Gewissheit geben

# Bericht über die Druckfestigkeitsprüfung

**In Anlehnung an die DIN EN ISO 604:2003-12**
Prüfbericht-Nr.: ISG-25-98-D-JS400t40

## JakStak 400
## 400x400x40mm

Linden, 27.02.2025

Unsere Zeichen:
Kunden-Nr.: 2001063164
Angebot-Nr.: 120066632
Auftrag-Nr.: 44467823



### ALLGEMEINE DATEN

| | |
|---|---|
| Auftraggeber: | **Securatek GmbH & Co. KG**<br>**Hüttenweg 4**<br>**D-35075 Gladenbach** |
| Prüfungsort: | TransMIT Gesellschaft für Technologietransfer mbH<br>Kerkrader Straße 3<br>D-35394 Gießen |
| TÜV-Auftragsnummer: | **44467823** |

Die Druckprüfung wurde als Gesamtbauteilprüfung in **Anlehnung an der DIN EN ISO 604:2023-12** durchgeführt. Hierbei fanden die Prüfungen unter Aufsicht und Begleitung des TÜV Hessens im Werkstoffprüflabor der Trans-MIT mbH statt. Die anschließende Auswertung wurde vom TÜV Hessen vorgenommen. Die relevanten Informationen zur Prüfung sind in den folgenden Tabellen aufgeführt. Weitere Details lassen sich aus den beigefügten Anlagen entnehmen.

## ANGABEN ZUM PRÜFOBJEKT

| | |
|---|---|
| Prüfobjekt: | Unterlegplatte |
| Bezeichnung: | JakStak 400<br>400x400x40mm |
| Material: | LDPE/LLDPE, HDPE und PP |
| Materialtyp: | Thermoplastischer Polyolefin-Mischkunststoff |
| Materialursprung: | Recycling |
| Materialvorgeschichte: | Post-Consumer-Recycling |
| Herstellverfahren: | k. A. |
| Besonderheiten (Fertigung): | k. A. |
| Hauptmaße: | 400 x 400 x 40 mm |
| Gestalt: | Platte |
| Herstelljahr: | 2024 |
| Herstellnummer: | k. A. |

## ANGABEN ZUR PRÜFDURCHFÜHRUNG

| | |
|---|---|
| Probekörper: | Unterlegplatte (ohne weitere Bearbeitung nach der Fertigung) |
| Probekörperherstellung: | entfällt, da Gesamtbauteilprüfung |
| Anzahl der geprüften Probekörper: | 5 |
| Prüfmaschine: | HPM 5000 - Servohydraulische-4-Säulen-Druckprüfmaschine |
| Messung: | Kraft/Weg über Prüfzylinder |
| Genauigkeitsklasse: | DIN EN ISO 7500-1: Klasse 1 |
| Angaben zum Stempel: | Quadratischer Stahl Stempel<br>150 x 150 mm<br>metallisch blanke Oberfläche |
| Gleitfördernde/-behindernde Mittel: | nicht verwendet |
| Umgebungsbedingungen: | Laborbedingungen<br>(Normaldruck und -temperatur, glatte, trockene Oberfläche) |
| Datum der Messung: | 04.11.2024 |

## GEMITTELTE ERGEBNISSE

| | gemittelte Dehngrenze $R_{p1,0}$ | | | | gemittelte Stauchung ε | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **[N/mm²]** | | [kg/mm²] | | **[%]** | | [mm] | |
| **S = 1** | 15,653 | ±0,600 | 1,596 | ±0,061 | 5,64 | ±0,47 | 2,25 | ±0,19 |
| **S = 1,5** | 10,436 | | 1,064 | | 3,76 | | 1,50 | |

Aufgrund des duktilen Werkstoffverhaltens und des unkritischen Bruchverhaltens (höhere plastische Verformung ohne signifikante Festigkeitsverluste) kann ein Sicherheitsfaktor S von S=1,5 als ausreichend angesehen werden.

## BEMERKUNGEN

- Es wurden 5 Wiederholungen durchgeführt, sodass von einer aussagekräftigen Datenbasis auszugehen ist
- Aufgrund des beobachtbaren "gutartigen" und unkritischen Bruchverhaltens der Unterlegplatten unter Laborbedingungen, ist auch eine möglicherweise auftretende Belastung über der Fließgrenze als unkritisch anzusehen. Allerdings ist in diesem Fall die Schädigung der Unterlegplatten zu beachten, sodass eine Wiederverwendung nicht empfohlen wird.
- Der angegebene Sicherheitsfaktor dient nur als Empfehlung. Letztendlich liegt es in der Verantwortung des Anwenders unter Berücksichtigung des Risikos, möglicher Folgen und weiterer Rahmenbedingungen eine geeignete Entscheidung über die Belastbarkeit und den anzusetzenden Sicherheitsfaktor zu treffen.
- Dauerfestigkeitsanalysen waren nicht Bestandteil dieser Prüfungen, sodass die Aussagen in dieser Bescheinigung ausschließlich für die Belastung als singuläres Ereignis gelten.
- Die Prüfungen fanden unter Laborbedingungen statt. Insbesondere werden hier keine Aussagen über die Belastbarkeit bei Tieftemperaturanwendungen gemacht.
- Die Ergebnisse sind nur für die Unterlegplatten des aktuellen Herstellungsprozess erhoben worden und sind auch nur solange als gültig anzusehen, solange keine maßgeblichen Prozessveränderungen stattfinden, die sich auf das Materialverhalten der Unterlegplatten auswirken könnten. Der TÜV Hessen ist nicht an der Fertigungsüberwachung beteiligt, diese liegt allein in der Verantwortung des Auftraggebers.
- Das Gutachten (Bericht) enthält das Ergebnis einer Einzelprüfung und stellt kein allgemeingültiges Urteil über die Eigenschaften aller Produkte aus der Serienfertigung dar.
- Sollte der Inhalt des Prüfberichtes einer Auslegung bedürfen, so ist der deutsche Text maßgebend.
- Vorbehaltlich einer abweichenden Genehmigung/Lizenzvereinbarung darf dieser Prüfbericht nur in der ungekürzten Originalgestaltung veröffentlicht und verwendet werden.

## SONSTIGE ANGABEN

---

**Hiermit wird bestätigt, dass die Prüfstücke in Anlehnung an den Anforderungen der vorbezeichneten Vorschriften bzw. Prüfnormen zufriedenstellend vorbereitet, geprüft und ausgewertet wurden.**

**Ort:** Linden **Datum der Ausstellung:** 27.02.2025 **Name und Unterschrift:**

**Anlagen:** **1**: Prüfprotokoll (Ausschnitt Laborprüfbericht)
**2**: Weg-Kraft-Diagramme (Ausschnitt Laborprüfbericht)

**Mobaris Khawar** (M. Sc.)
mobaris.khawar@tuevhessen.de

**TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH**

# PRÜFPROTOKOLL – AUSSCHNITT AUS DEM LABORPRÜFBERICHT



### 3.4.2 Prüfung 2.1.2 – Jak Stak: Einfache Platte 400x400x40 mm

| | |
|---|---|
| Projekt: Bauteilprüfung Unterlegplatten securatek Jak Stak | |
| Versuchsreihe | 2.1.2 |
| Prüfgrundlage | DIN EN ISO 604:2003-12 |
| Art der Prüfung | Bestimmung der Druckfestigkeit |

| Druckfestigkeit von Probekörpern in Anlehnung an DIN EN ISO 604 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Prüfkörper** | | | **2.1.2.1** | **2.1.2.2** | **2.1.2.3** | **2.1.2.4** | **2.1.2.5** |
| **Herstelldatum** | | | unbekannt | | | | |
| **Probeneingang** | | | 15.08.2024 | 15.08.2024 | 15.08.2024 | 15.08.2024 | 15.08.2024 |
| **Maße des Prüfkörpers** | | [mm] | 400x400x40 | 400x400x40 | 400x400x40 | 400x400x40 | 400x400x40 |
| **Auswahlverfahren der Prüfkörper** | | | n. Absprache | n. Absprache | n. Absprache | n. Absprache | n. Absprache |
| **Lagerung im Normalklima und Massenkonstanz** | | | Laborbedingungen | | | | |
| **Prüfverfahren** | | | | | | | |
| **Verwendetes Prüfverfahren** | | | Druckversuch in Anlehnung an DIN EN ISO 604 | | | | |
| **Temperatur und rel. Luftfeuchte** | | | Laborbedingungen | | | | |
| **Vorrichtung zur Lasteinleitung** | | | Lasteinleitung über Kalottenlager | | | | |
| **Prüfeinrichtung, verwendete Messgeräte** | | | Kolbenkraft und -weg über Prüfmaschine | | | | |
| **Prüfergebnisse** | | | | | | | |
| **Prüfdatum** | | | 04.11.2024 | 04.11.2024 | 04.11.2024 | 04.11.2024 | 04.11.2024 |
| **Abmessungen** | **Länge** $l$ | [mm] | 400,0 | 400,0 | 400,0 | 400,0 | 400,0 |
| | **Breite** $b$ | [mm] | 400,0 | 400,0 | 400,0 | 400,0 | 400,0 |
| | **Höhe** $h$ | [mm] | 40,5 | 39,9 | 39,7 | 40,5 | 39,9 |
| **Anzahl der verwendeten Platten** | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Art der Krafteinleitung** | | | Druckstempel (150x150x40 mm) | | | | |
| **Maximal aufnehmbare Last** $F_{max}$ | | [kN] | 481,3 | 489,0 | 504,4 | 505,8 | 462,7 |
| **Dauer zum Erreichen der Höchstlast** | | [s] | 147,5 | 101,4 | 125,9 | 110,0 | 121,4 |
| **Mittlere Dauer zum Erreichen der Höchstlast** | | [s] | 121 | | | | |
| **Prüfungsende** | | | Wegkriterium | Bruchkriterium | Wegkriterium | Wegkriterium | Bruchkriterium |
| **Vordefiniertes Wegkriterium** | | [mm] | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| **Prüfgeschwindigkeit** | | [mm/min] | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| **Maximale Druckfestigkeit** $\sigma_{max}$ | | [N/mm²] | **21,39** | **21,73** | **22,42** | **22,48** | **20,56** |
| **Mittlere Druckfestigkeit** $\overline{\sigma_{max}}$ | | [N/mm²] | **21,72** | | | | |
| **Standardabweichung der Stichprobe** | | [N/mm²] | **0,79** | | | | |

Bemerkungen:

$$\sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A}$$

Die Prüfkörperhöhe wird über drei Dickenmessungen gemittelt.
Zur Bestimmung der Fläche $A$ wird die Lasteinleitungfläche des Druckstempels angesetzt.
Bruchkriterium: Lastabfall um 20 ‰ = 100 kN

## WEG-KRAFT-DIAGRAMME – AUSSCHNITT AUS DEM LABORPRÜFBERICHT



**Kraft-Weg-Diagramme**

**Prüfkörper 2.1.2.1**

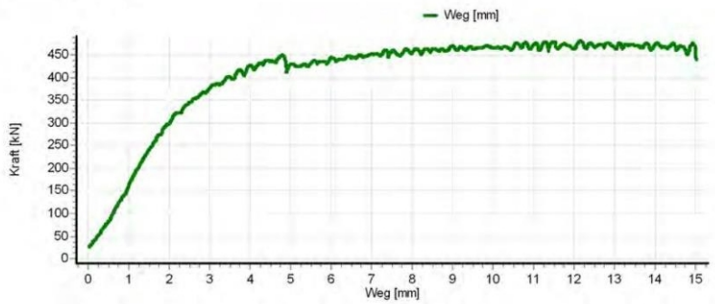


Abbildung 75: Kraft-Weg-Diagramm Prüfkörper 2.1.2.1

**Prüfkörper 2.1.2.2**

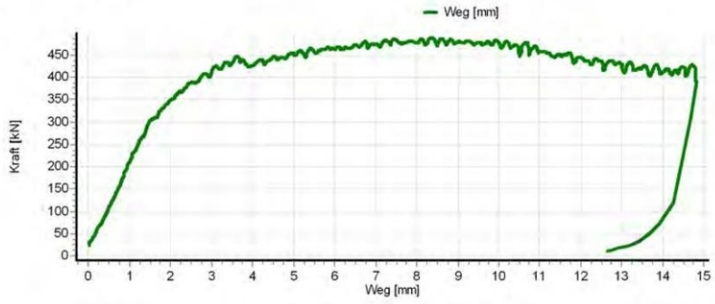


Abbildung 76: Kraft-Weg-Diagramm Prüfkörper 2.1.2.2

**Prüfkörper 2.1.2.3**

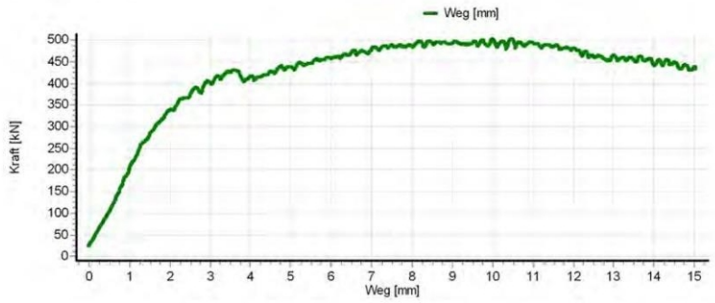


Abbildung 77: Kraft-Weg-Diagramm Prüfkörper 2.1.2.3

**Prüfkörper 2.1.2.4**

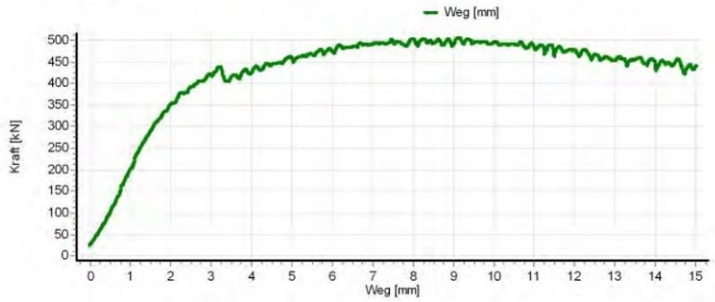


Abbildung 78: Kraft-Weg-Diagramm Prüfkörper 2.1.2.4

**Prüfkörper 2.1.2.5**

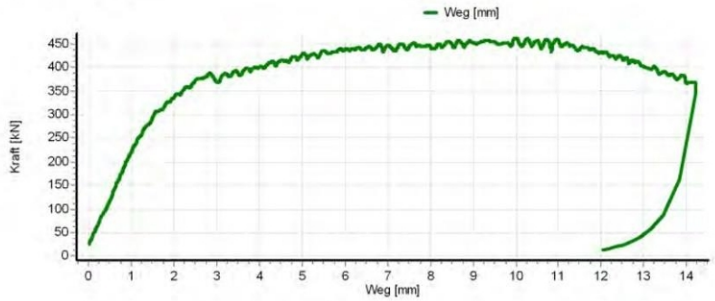


Abbildung 79: Kraft-Weg-Diagramm Prüfkörper 2.1.2.5