

# BERICHT

Auftrag-Nr.: <i>Contract no.</i>	2057/2019 – BF	05.10.2019 STG/WOS
Auftraggeber: <i>Customer</i>	KnieglTec Birkerfeld 13 DE-83627 Warngau	
Auftragsgegenstand: <i>Subject</i>	Durchführung von Belastungstests an Montagekeilen „Flexkeil 13“ der Firma KnieglTec	
Auftragsdatum: <i>Date of contract</i>	03.09.2019	
Probeneingangsdatum: <i>Date of sample delivery</i>	06.09.2019	
Leistungsdatum/ Leistungszeitraum: <i>Date/Period of service</i>	September - Oktober 2019	
Geltungsdauer: <i>Period of validity</i>	--	
Textseiten: <i>Pages</i>	6	
Beilagen: <i>Enclosures</i>	2 (3 Seiten)	

## 1. Auftrag

Mit E-Mail vom 03.09.2019 beauftragte die Firma KnieglTec, Birkerfeld 13, DE-83627 Warngau, die Holzforschung Austria mit der Durchführung von Belastungstests an dem von der Firma KnieglTec entwickeltem Produkt „Flexkeil 13“.

## 2. Untersuchungsgegenstand und Beschreibung des Prüfauftrags

Das Produkt „FlexKeil 13“ der Firma KnieglTec ist ein verstellbarer Montageklotz der vorrangig zur Fixierung von Fenster(-türen) bei der Montage verwendet und zwischen den Rahmenstock und die Wandlaibung eingesetzt wird.

Ziel der Untersuchung war einerseits eine Abschätzung der Druckbelastung, welche die Fixierkeile widerstehen können und andererseits welche maximale Druckkraft die Keile bei Handbetätigung mittels Schraubendreher in vertikaler Richtung auf die Prüfmaschine ausüben können („Hebekraft“). Darüber hinaus wurde auch das dafür notwendige aufzubringende maximale Drehmoment aufgezeichnet.

## 3. Beschreibung der Probekörper

Die Probekörper für die Belastungstests bestanden aus dem verstellbaren Montageklotz „FlexKeil 13“ inklusive einer Gleitplatte und einer Adapterplatte in unterschiedlicher Anzahl (genauere Informationen siehe Punkt 4 - Beschreibung des Versuchsaufbaus). Insgesamt wurden 25 Stück der in Abbildung 1 dargestellten Montageklötzte einer Druckbelastung ausgesetzt.

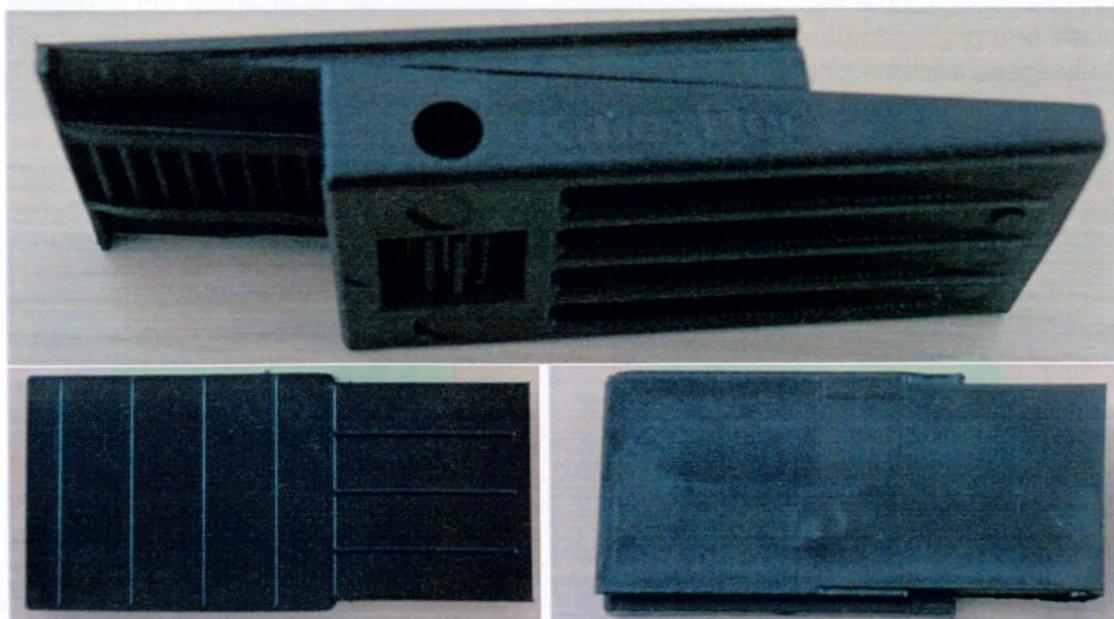


Abbildung 1: Ansicht Keil (oben), Gleitplatte (links unten) und Adapter (rechts unten)

Die Außenmaße der einzelnen Bauteile ( $B \times L \times D$ ) sind für den Keil  $30 \times 68,9 \times 13,2$  mm, die Gleitplatte  $33,1 \times 72,2 \times 4,6$  mm und die Adapterplatte  $32,9 \times 67,8 \times 7,3$  mm.

Die Höhe des Montageklotzes kann man durch Drehen mit einem Schraubendreher stufenlos einstellen. Die Höhenverstellung ist begrenzt durch die Länge der Zahnstange und diesen Endanschlag. Je nachdem wie weit man den Fixierkeil in der Höhe verstellt, wird die Auflagefläche, die für den Abtrag von Kräften zur Verfügung steht, sukzessive kleiner.

Je nach Zusammensetzung und Verstellung des Montageklotzes ergeben sich beispielsweise folgende Höhen des Fixierkeils, wobei in Klammer immer der Aufbau des Fixierkeils angeführt ist:

- 14,4 mm (Keil + Gleitplatte abgesenkt)  $\rightarrow = "H_{min}"$ ,
- 19,7 mm (Keil + Gleitplatte maximal ausgefahren),
- 18,7 mm (Keil + Adapter + Gleitplatte abgesenkt),
- 24,1 mm (Keil + Adapter + Gleitplatte maximal ausgefahren)  $\rightarrow = "H_{Lieferung}"$  und
- 36,5 mm (Keil + 4 Stück Adapter + Gleitplatte maximal ausgefahren  $\rightarrow = "H_{max}"$ )

Aufgrund der Verstellbarkeit ergeben sich dann für die Auflagerfläche 2 Extreme, nämlich abgesenkt  $29,8 \text{ mm} \times 62,2 \text{ mm} = 1943 \text{ mm}^2$  ( $= "A_{max}"$ ) bzw. maximal ausgefahren  $29,8 \text{ mm} \times 21,2 \text{ mm} = 632 \text{ mm}^2$  ( $= "A_{min}"$  – siehe Abbildung 2).

#### 4. Beschreibung des Versuchsaufbaus

Die Probekörper wurden in einer Universalprüfmaschine (Fa. Zwick Roell Inventar Nr. 4090) eingelegt und einem Druckversuch unterzogen. 6 verschiedene Versuche à 5 Stück Probekörper wurden wie in Tabelle 1 beschrieben durchgeführt. Für den Versuch Nr. 5 und 6 wurden dieselben Probekörper verwendet.

Aufgrund der Möglichkeit der modularen Zusammensetzung des Montageklotzes und der zuvor angeführten Höhenverstellung wurden Vorversuche durchgeführt und die in Tabelle 1 angeführten Höhen bzw. Auflagerflächen für die Druckversuche ausgewählt. Als Maximalhöhe wurde der Wert 36,5 mm gewählt.

Beim Hebe- bzw. Drehmomentversuch wurde die Grundvariante wie bei Lieferung verwendet (siehe auch Abbildung 2). Bei diesen Versuchen war der Montageklotz ca. 18,6 mm hoch und die Auflagerfläche der Prüfkörper betrug beim Start ca.  $1943 \text{ mm}^2$  bevor mit dem Heben begonnen wurde.

Tabelle 1: Übersicht Versuchsablauf und Probenkörperzuordnung

Versuch lfd. Nr.	Versuchsart	Keil	Adapter	Gleitplatte	PK-Kennung	Probe lfd. Nr.	Auflagerfläche	Höhe
Versuch 1	Druckversuch	ja	nein	ja	1_1 bis 1_5	1 bis 5	$A_{max}$	$H_{min}$
Versuch 2	Druckversuch	ja	nein	ja	2_1 bis 2_5	6 bis 10	$A_{min}$	$H_{min}$
Versuch 3	Druckversuch	ja	ja - 4 Stk.	ja	3_1 bis 3_5	11 bis 15	$A_{min}$	$H_{max}$
Versuch 4	Druckversuch	ja	ja - 1 Stk.	ja	4_1 bis 4_5	16 bis 20	$A_{min}$	$H_{Lieferung}$
Versuch 5	Hebeversuch	ja	ja - 1 Stk.	ja	5_1 bis 5_5			
Versuch 6	Drehmoment	ja	ja - 1 Stk.	ja	5_1 bis 5_5			

Versuch 1:  $A_{\max}$  &  $H_{\min}$



Versuch 2:  $A_{\min}$  &  $H_{\min}$



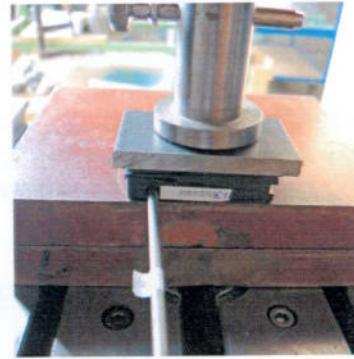
Versuch 3:  $A_{\min}$  &  $H_{\max}$



Versuch 4:  $A_{\min}$  &  $H_{\text{Lieferung}}$



Versuch 5: Hebeversuch



Versuch 6: Drehmoment



Abbildung 2: Ansicht Versuchsaufbauten

## 5. Ergebnisse der Belastungstests

Aufgrund des modularen Aufbaues (siehe Kapitel - Beschreibung der Probekörper und Versuchsaufbaus) und weil zwischen Adapter, Gleitplatte und Keil ein kleiner Abstand (Luft) ist, der zuerst komprimiert wird bevor die gesamte Auflagefläche Widerstand gegen die Verformung leistet, wurden Vorversuche an den Keilen durchgeführt.

### 5.1. Vorversuche

Bei den Vorversuchen wurden 2 verschiedene Aufbauten geprüft (PK-Zusammensetzung analog zu Versuch 3 à 3 Stk. mit der PK-Kennung V\_1 bis V\_3 bzw. Versuch 4 à 2 Stk. mit der PK-Nummer V\_4 und V\_5). Dabei hat sich gezeigt, dass die Keile große Lasten bei großen Verformungen und Deformierungen des Prüfkörpers (Abbildung 3) abtragen können. Die Montagekeile können Lasten von ca. 29 kN bis zu 45 kN bei Verformungen von 8,8 bis 10,2 mm (= zurückgelegter Traversenweg) abtragen (siehe auch Beilage 2 „190923\_kniegltec\_2057\_2019\_vorversuche\_nm.zs2“). Nach erfolgter Prüfung waren die Montagekeile nicht mehr funktionsfähig und stark deformiert.



Abbildung 3: stark deformierter Montagekeil kurz vor dem Ende der Prüfung

Aufgrund der in den Vorversuchen festgestellten hohen Verformungen (= zurückgelegter Traversenweg) wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber festgelegt die Verformung auf 2 mm zu begrenzen.

## 5.2. Ergebnisse der Druckversuche

Die Tabelle 2 zeigt die gemittelte (Median berechnet aus 5 Einzelwerten je Versuch) wirkende Druckkraft je zurückgelegtem Traversenweg. Beilage 1 („190923\_knieg-ltec\_2057\_2019\_druckpruefung.zs2“) zeigt die Einzelwerte und ein Kraft-Weg-Diagramm.

Tabelle 2: Druckkraft je mm zurückgelegter Traversenweg

Kraft Weg	Versuch 1 $A_{max} & H_{min}$	Versuch 2 $A_{min} & H_{min}$	Versuch 3 $A_{min} & H_{max}$	Versuch 4 $A_{min} & H_{Lieferung}$
<i>Vorkraft</i>	21	19	20	19
0,5	826	648	79	168
1	5946	3324	231	976
1,5	14873	7804	799	2789
2	27952	15214	1780	6869
<i>Weg in mm</i>	<i>Kraft in N</i>	<i>Kraft in N</i>	<i>Kraft in N</i>	<i>Kraft in N</i>

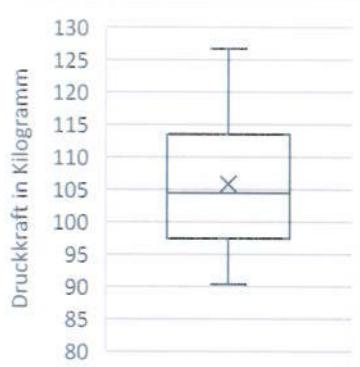
Nach allen Versuchen waren die Keile noch intakt (lediglich leichte Stauchungsspuren am Zahnrad bzw. Zahnstange waren erkennbar) und funktionsfähig (Keil ist noch höhenverstellbar).

## 5.3. Ergebnisse des Hebeversuches („Hebekraft“)

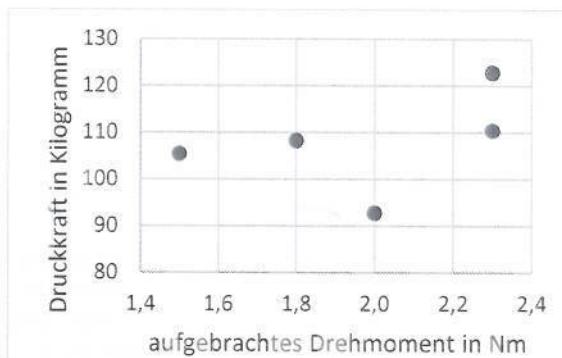
Die Abbildung 4 zeigt die Druckkraft, die ein eingespannter Fixierkeil gegenüber einem festen Körper ausüben kann. Diese sogenannte Boxplot-Grafik wurde aus den Einzelwerten der Versuche 5 und 6 berechnet ( $N=10$ ). Man kann mit dem Stellwerkzeug durch drehen am Stellrad (siehe auch Abbildung 2) eine Gewichtskraft zwischen 93 kg und 127 kg aufbringen. Im Mittel (Median) liegt die „Hebekraft“ bei 104 kg bei einem „FlexKeil 13“ mit Adapter und Gleitplatte. Die Höchstkraft zeigt sich durch einen stufenweisen Druckkraftaufbau bzw.-abfall während der Bedienung (erkennbar an einem „Durchrutschen“ des Zahnrades).

#### 5.4. Ergebnisse des Drehmomentversuches

Die Abbildung 5 zeigt die Druckkraft und das dafür notwendige maximale Drehmoment, die ein eingespannter Fixierkeil durch Heben (Drehen am Stellrad) gegenüber einem festen Körper ausüben kann. Im Mittel (Median) ist es erforderlich ein Drehmoment von 2,1 Nm auf einen FlexKeil 13 aufzubringen, um eine Druckkraft von 104 kg zu erzeugen. Die Höchstkraft zeigt sich durch einen stufenweisen Druckkraftaufbau bzw. -abfall während der Bedienung (erkennbar an einem „Durchrutschen“ des Zahnrades).



**Abbildung 4:** Boxplot-Diagramm der wirkenden Druckkraft in kg eines eingespannten „FlexKeil 13“ (=Hebekraft)



**Abbildung 5:** wirkende maximale Druckkraft eines eingespannten „FlexKeil 13“ und dafür notwendiges Drehmoment in Nm

HOLZFORSCHUNG AUSTRIA

*Georg Steiner*  
DI Georg Steiner  
Bearbeiter



*Dipl.-HTL-Ing. Peter Schober*  
Abteilungsleiter

Beilage 1: Prüfprotokoll Druckversuche „190923\_kniegltec\_2057\_2019\_druckpruefung.zs2“  
Beilage 2: Prüfprotokoll Vorversuche „190923\_kniegltec\_2057\_2019\_vorversuche\_nm.zs2“

Durchgeführte Untersuchungen sind nicht Bestandteil der Akkreditierung.  
 Investigations are not within the scope of the accreditation.

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Gegenstände wie erhalten zum Zeitpunkt der Untersuchung.

The results and statements given in this document relate only to the tested materials as received, the present information and the state of the art at the time of investigation.

Auszugsweise Veröffentlichung ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Holzforschung Austria gestattet.  
 Publication in excerpts is only permitted with the written approval of Holzforschung Austria.

## Prüfprotokoll

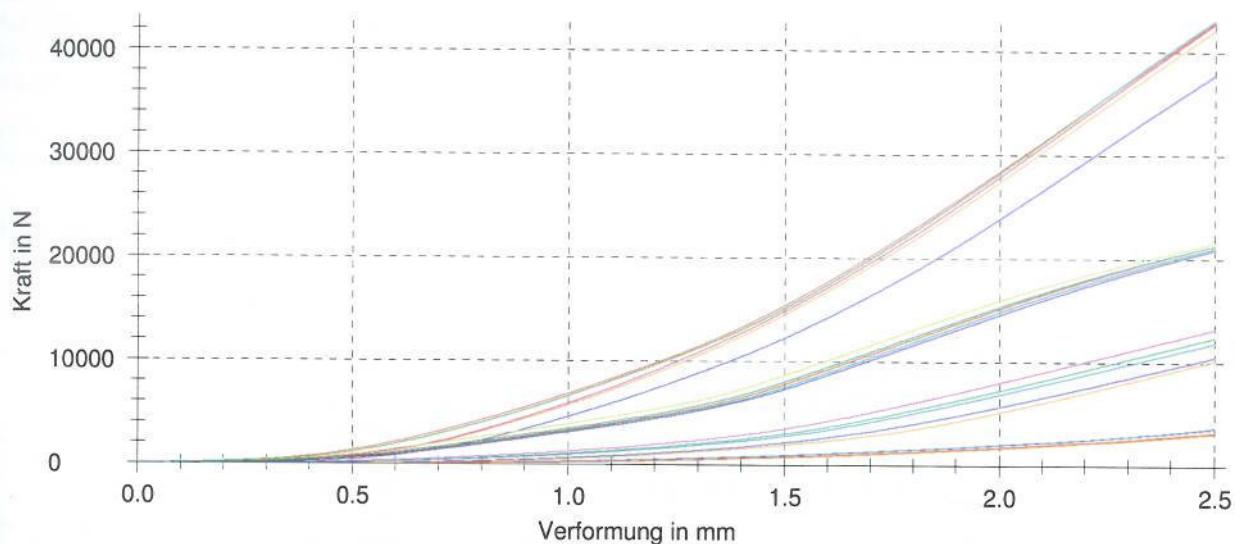
Kunde : KnieglTec  
 Auftrags-Nr. : 2057/2019  
 Art und Bezeichnung : Flexkeil13  
 Werkstoff : Kunststoff  
 Probenentnahme : Probenlieferung am 06.09.2019 durch KnieglTec  
 Probentyp : Fixierkeile "FlexKeil 13"  
 Vorbehandlung : keine  
 Prüfer : STG  
 Bemerkung : 50kN Universalprüfmaschine HFA Inventar Nr. 4090  
 Maschinendaten :

Vorkraft : 20 N  
 Prüfgeschwindigkeit : 2 mm/min

Beilage	zu Auftrag
Nr.:	
01 2057 19	
HOLZFORSCHUNG AUSTRIA Franz Grill-Straße 7, 1030 Wien	

### Prüfergebnisse:

Nr	F <sub>max</sub> N	dL bei F <sub>max</sub> mm	F <sub>Bruch</sub> N	dL bei Bruch mm	Kommentar
1	42900	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
2	43000	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
3	37800	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
4	42200	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
5	42800	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
6	21000	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
7	21600	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
8	21300	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
9	21300	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
10	20900	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
11	3140	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
12	3610	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
13	3660	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
14	3270	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
15	3210	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
16	12400	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
17	10500	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
18	10200	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
19	13300	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar
20	11900	2,5	-	-	Keil intakt und drehbar

**Seriengrafik:**

Beilage Nr.:	zu Auftrag Nr.:
01 2057 19	
HOLZFORSCHUNG AUSTRIA Franz Grill-Straße 7, 1030 Wien	

## Prüfprotokoll

Kunde : KnieglTec  
 Auftrags-Nr. : 2057/2019  
 Art und Bezeichnung : Flexkeil13  
 Werkstoff : Kunststoff  
 Vorkraft : 20 N  
 Prüfgeschwindigkeit : 2 mm/min

Probentyp : Fixierkeile "Flexkeil13"  
 Prüfer : STG  
 Bemerkung : Vorversuche  
 Maschinendaten :

### Prüfergebnisse:

Nr	F <sub>max</sub> N	dL bei F <sub>max</sub> mm	Kommentar
7	40500	10,2	V_1 Keil stark deformiert, ersten 3 Adapter etwas deformiert; Keil nicht mehr funktionstüchtig; Zahnrad und Zähne deformiert - nicht mehr drehbar
8	29200	8,8	V_2 Keil stark deformiert und gerade noch funktionsfähig, weil nur mehr mit hohem Kraftaufwand bedienbar; Adapter nur etwas gestaucht
9	39200	10,0	V_3 Adapter alternierend eingelegt; Keil stark deformiert, ersten 3 Adapter deformiert; Keil nicht mehr funktionstüchtig weil nicht mehr drehbar
10	37800	7,1	V_4 Keil stark deformiert und nicht funktionsfähig; Adapter nur etwas gestaucht
11	45000	8,8	V_5 Keil stark deformiert, Adapter und Gleitplatte leicht deformiert; Keil nicht mehr funktionstüchtig weil nicht mehr drehbar

### Seriengrafik:

