



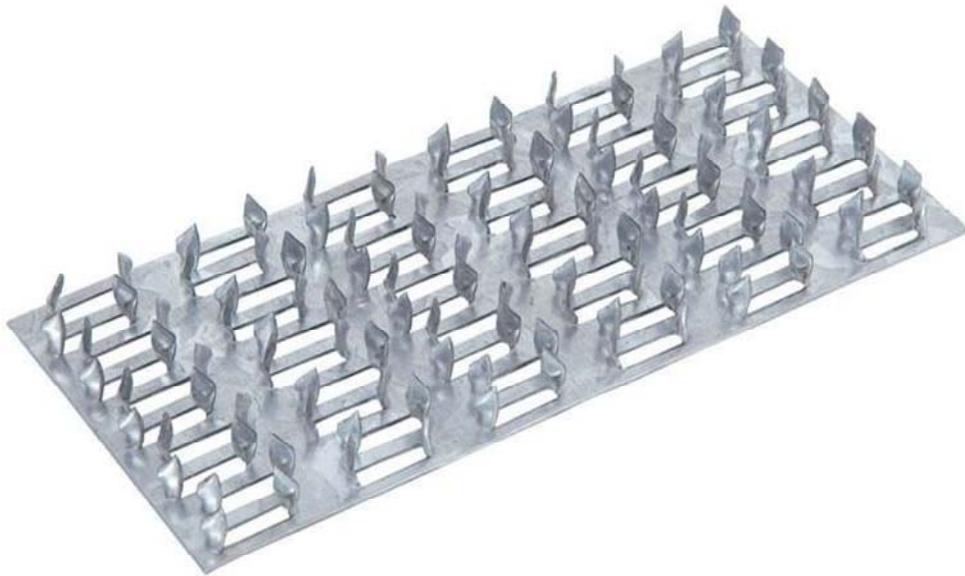
## **AB Holzbau**

# **Universität Innsbruck**

Roland Maderebner | 04.12.2019

---

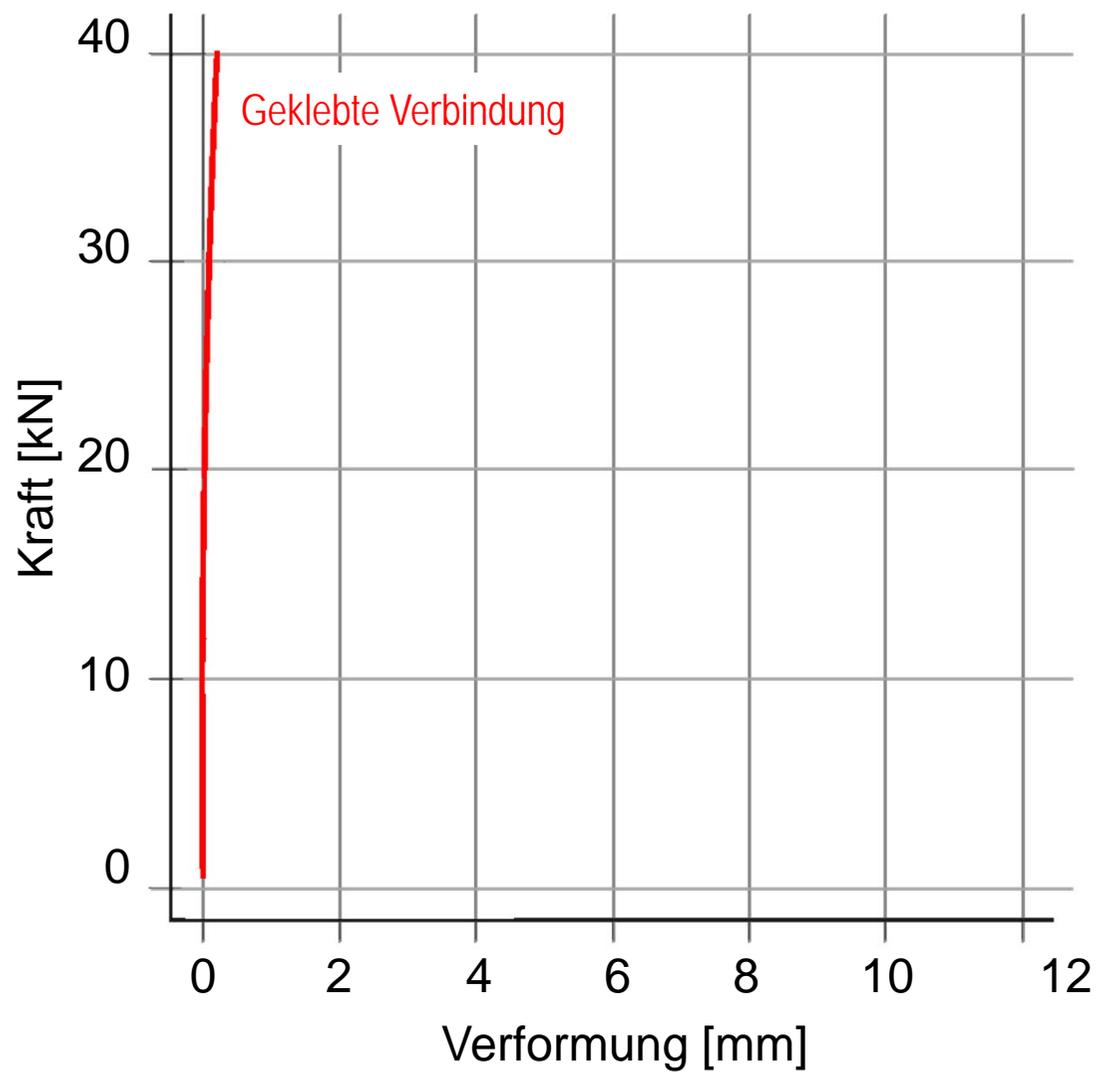




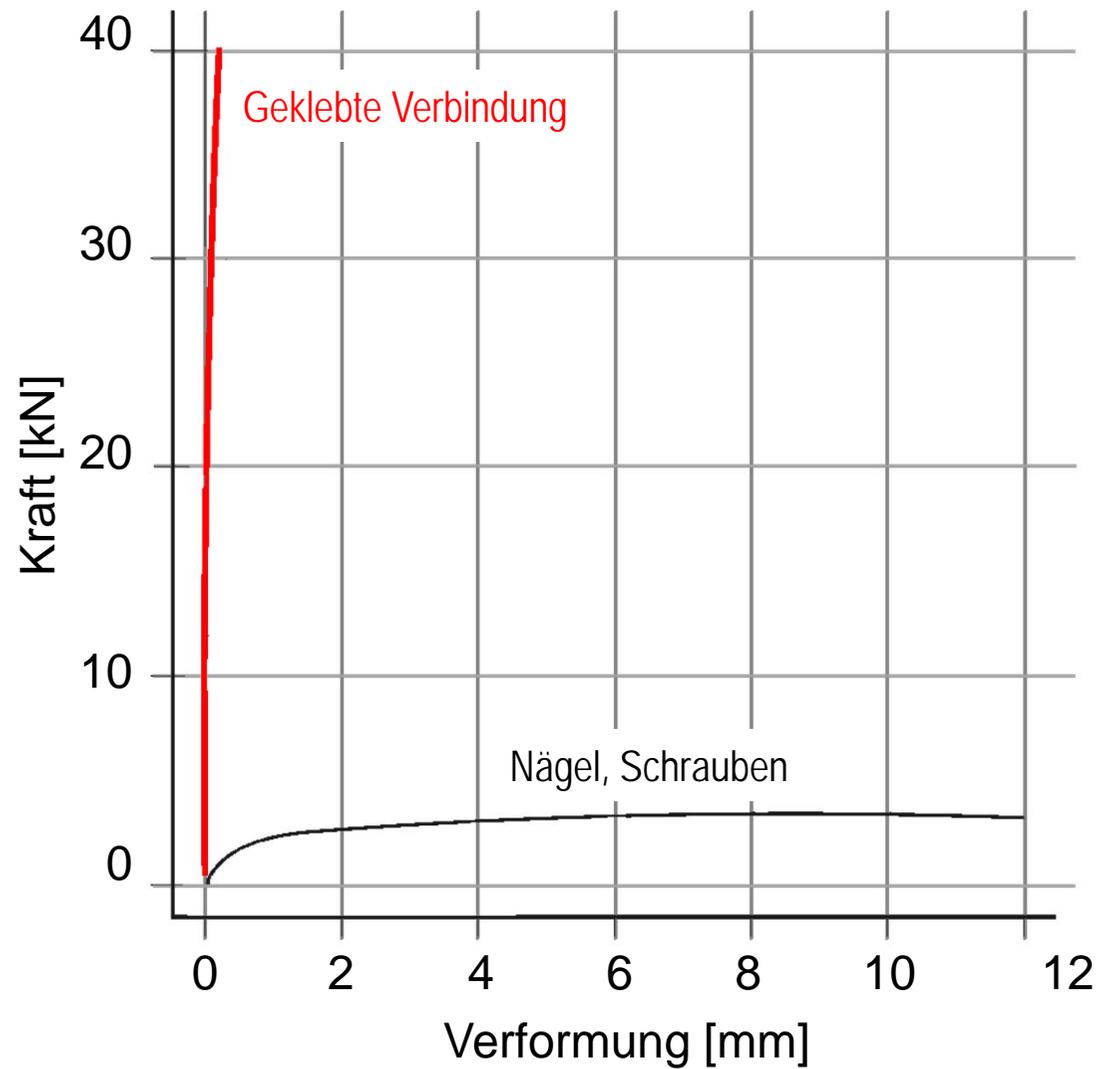
... wie viele Schrauben dürfen's denn sein?



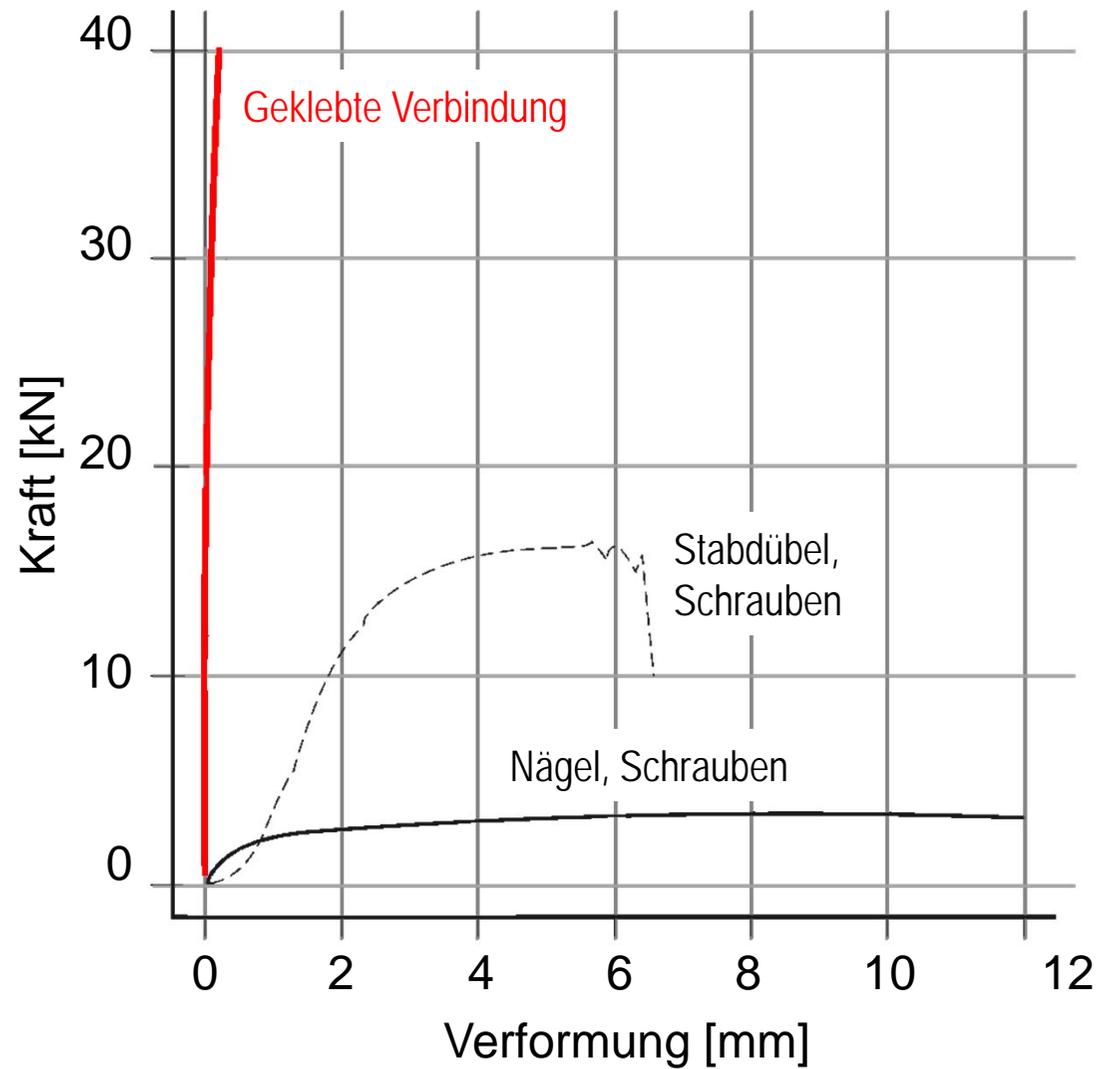
## ARBEITSVERMÖGEN



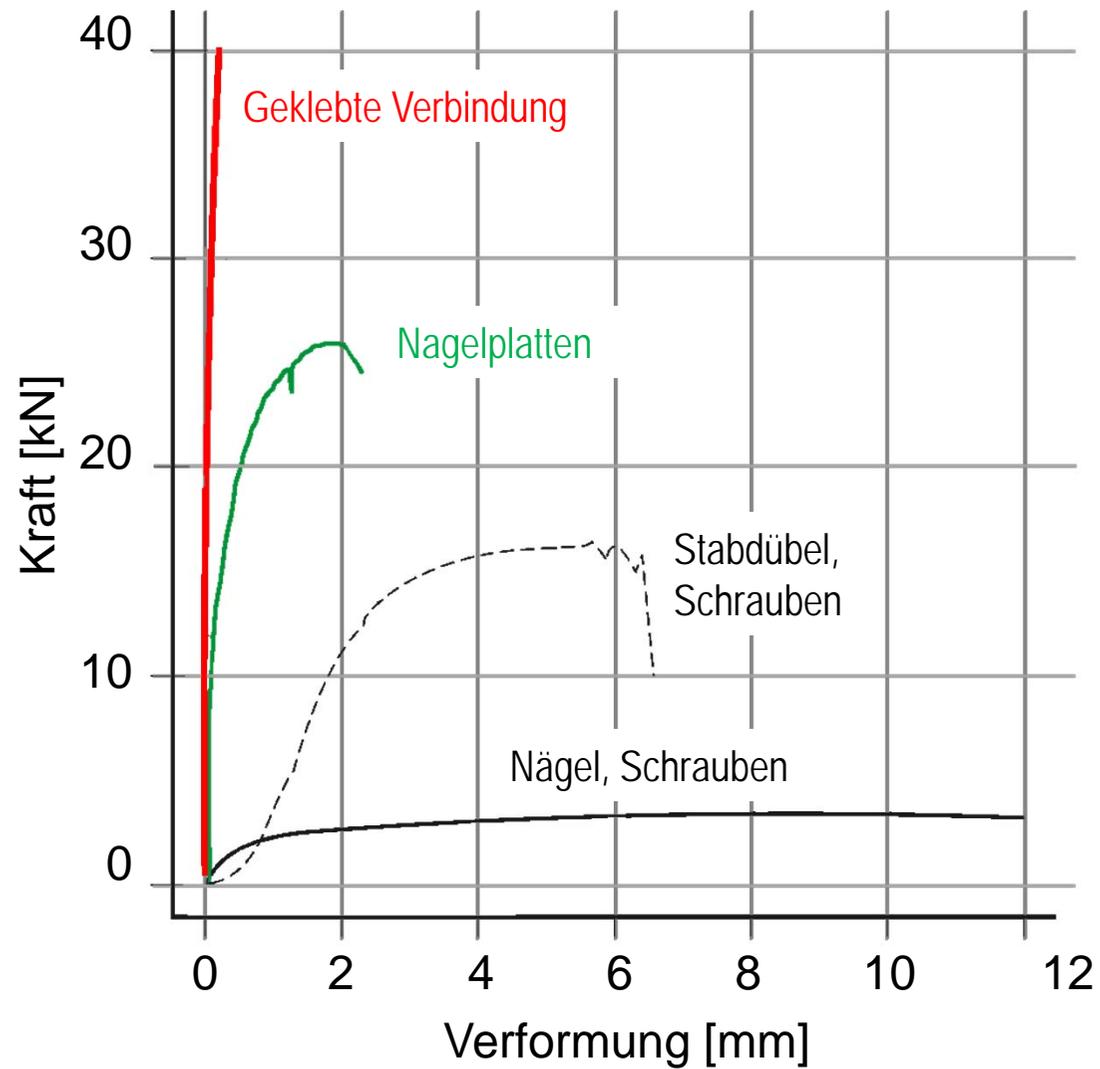
## ARBEITSVERMÖGEN

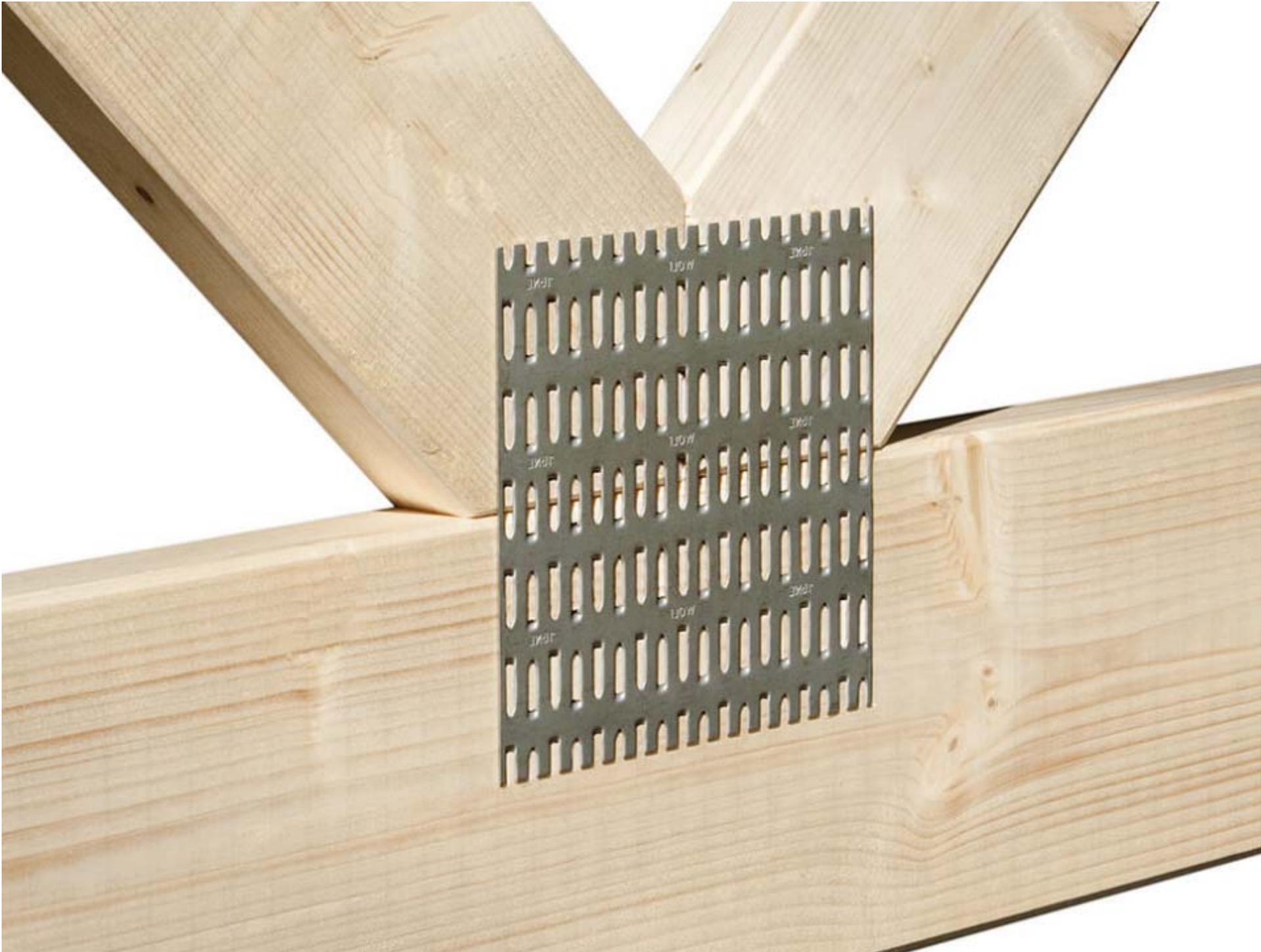


## ARBEITSVERMÖGEN



## ARBEITSVERMÖGEN







([www.bauhandwerk.de](http://www.bauhandwerk.de))



(MiTek Deutschland)



(MiTek Deutschland)

# “VERSUCHE MIT DEM KRALLENBANDE” (Grabner, E.; Die Bautechnik 1936)

112

## DIE BAUTECHNIK

14. Jahrgang      BERLIN, 30. November 1936      7. Heft 10

Alte und neue Einpreßdübel.  
Vgl. mit: Zerschlag. Holz, Holz, Holz.

**2. Statischer Versuch, sechs Dübelpaare mit zwei Klemmbolzen  $d = 16$  mm in Langlöchern (Abb. 12).**

Der symmetrische Druckstoß enthält in zwei Reihen sechs Dübelpaare und genau wie vorher zwei versetzte Klemmbolzen  $d = 16$  mm mit Unterscheiben  $60/60 \cdot 5$  mm in Langlöchern und war dreimal vorhanden. Es wurde zwölfmal mit 1,66 t je Dübelpaar vorbelastet. Die drei Versuchskörper brachten Bruchlasten von 27,2 — 28,3 — 28,5 t, im Mittel 28 t. Durch die sechs Dübelpaare des Krallenbandes entstand somit ein Zuwachs von  $28 - 1,5 = 26,5$  t gegen den Vorversuch.

Bei 16-mm-Bolzen in Langlöchern ergibt sich aus der Forderung nach dreifacher Bruchhöhe eine zulässige Belastung des Dübelpaares von 1,56 t.

Ohne Langloch hat bei Seitz ein solcher Bolzen allein getragen 8,8 und 7,3, gemittelt 8 t. Die Bruchlast von zwei Bolzen wäre dann 16 t. Sie ist durch die Krallenbänder trotz der Langlöcher gestiegen auf 28 t. Der Zuwachs beträgt also bei dieser Betrachtungsweise immer noch 12 t oder 75 %.

Das Krallenband verleiht der Verbindung eine große Steifigkeit, und die Verschlebung unter der Nutzlast von 1,5 t je Paar blieb bei der 1. oder 13. Belastung weit unter 1 mm. Durch zwölfmaliges Vorbelasten auf 1,66 t je Dübelpaar wurde die Verbindung nach Abb. 13 steifer. Bei der letzten

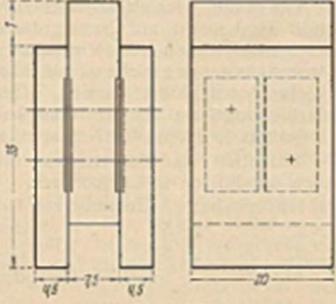


Abb. 12.  
Statischer Versuch mit Krallenbändern.  
Versuchskörper mit sechs Dübelpaaren und zwei Klemmbolzen.

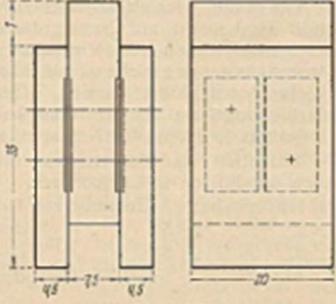
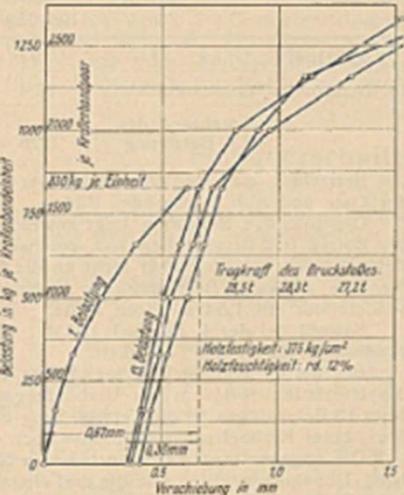



Abb. 13. Drei statische Versuche mit Krallenbändern.  
Spannungs-Verschlebungslinien.  
Im Gegensatz zu den anderen Abbildungen ist nicht die Belastung von einem Dübelpaar, sondern von einem Einzeldübel aufgetragen.

e) Versuche mit dem Krallenbande.

Das hier untersuchte Krallenband (Abb. 11), ein neuartiges Verbindungsmittel, entstand durch Aneinanderreihen von Einzeldübeln zu einem fortlaufenden Bande. Es besteht aus einem Flacheisen  $90 \cdot 1,5$  mm. Die Bandeinheit ist ein Dübel von 90 mm Länge mit fünf Löchern. Jedes Loch entsteht durch Auspressen von vier Zähnen, von denen zwei auf der einen, zwei auf der anderen Seite stehen. Die dreieckigen Zähne werden in das Holz eingepreßt und sind durch ihre gekrümmte Gestalt biegefest. Im Bande ist es nicht nötig — wie bei den anderen Einpreßdübeln —, zu jedem Dübel oder Dübelpaar einen Klemmbolzen zu nehmen. Die Anzahl der Klemmbolzen bestimmt sich ausschließlich danach, daß die miteinander zu verbindenden Holzteile einzeln nicht ausknicken dürfen und in der fertigen Konstruktion sicher zusammenhalten sollen. Durch die Anordnung von neun Löchern im Einzeldübel entsteht eine große Berührungsfläche zwischen Dübel und Holz. Da diese Fläche die Tragkraft bestimmt, wurde sie für die verschiedenen Einpreßdübel berechnet als Projektion auf die Senkrechte zur Kraftrichtung:

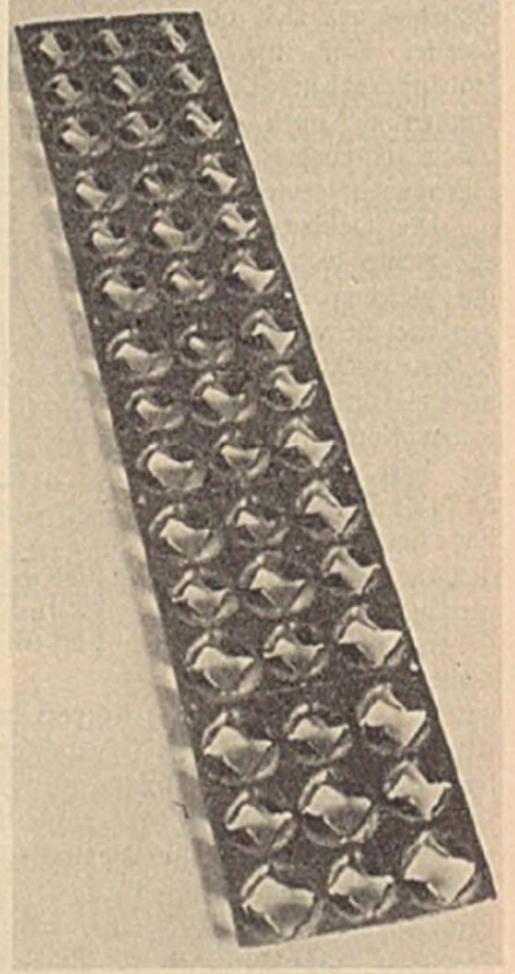
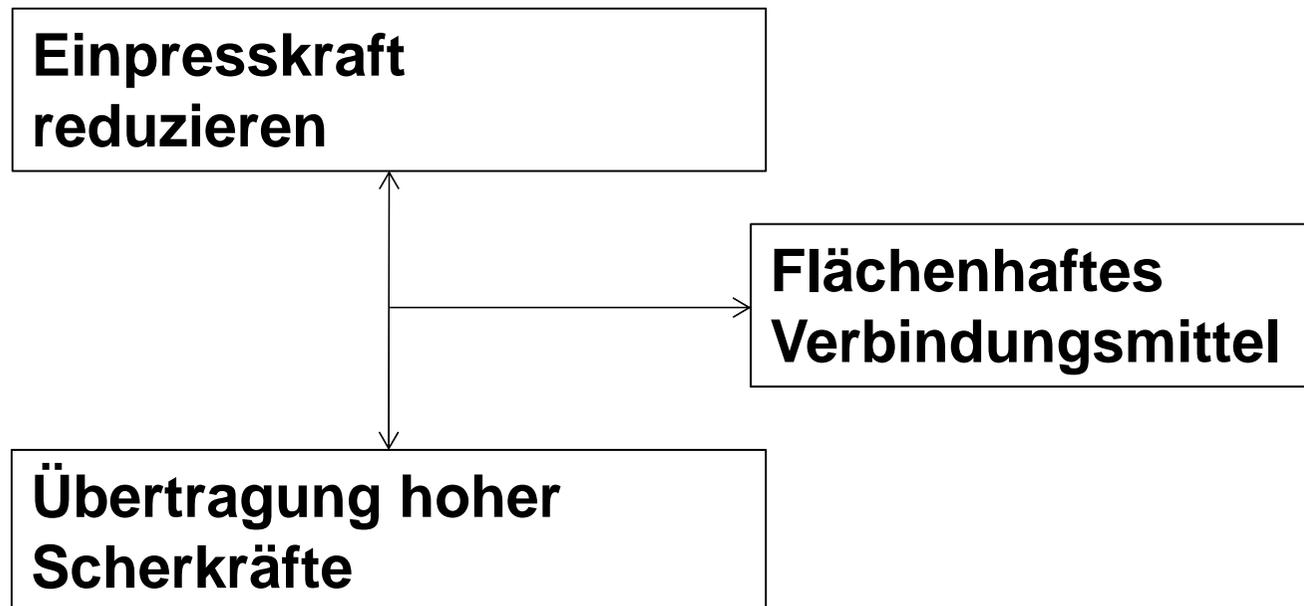
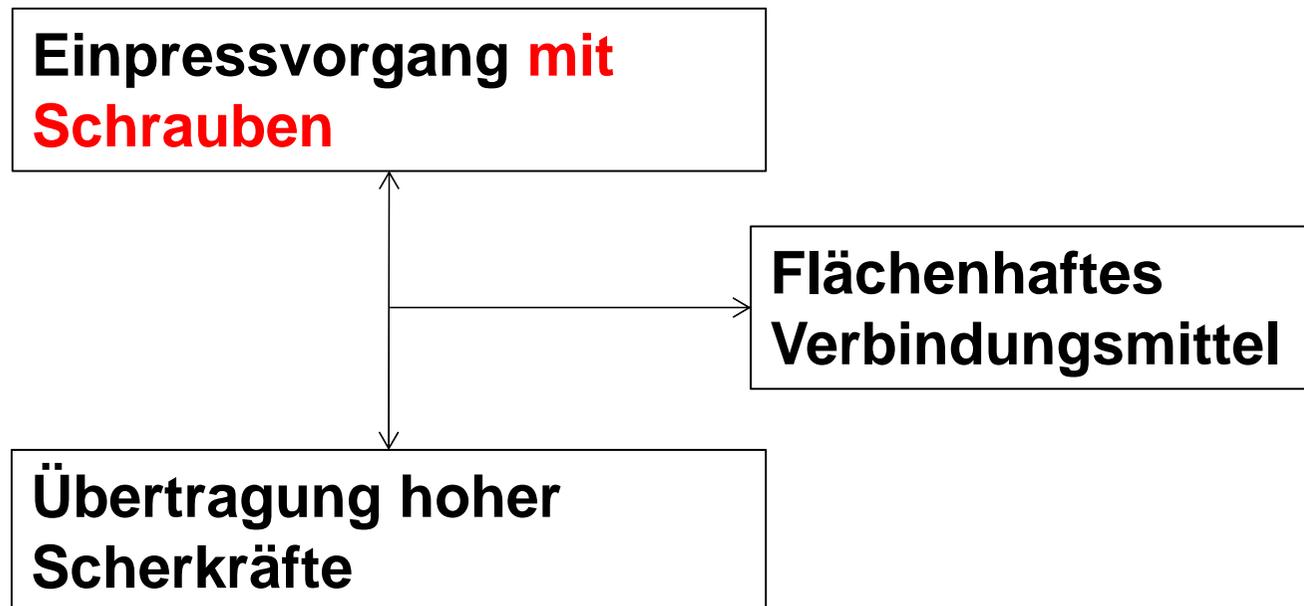


Abb. 11.  
Ein Krallenband, fünf Einheiten lang.

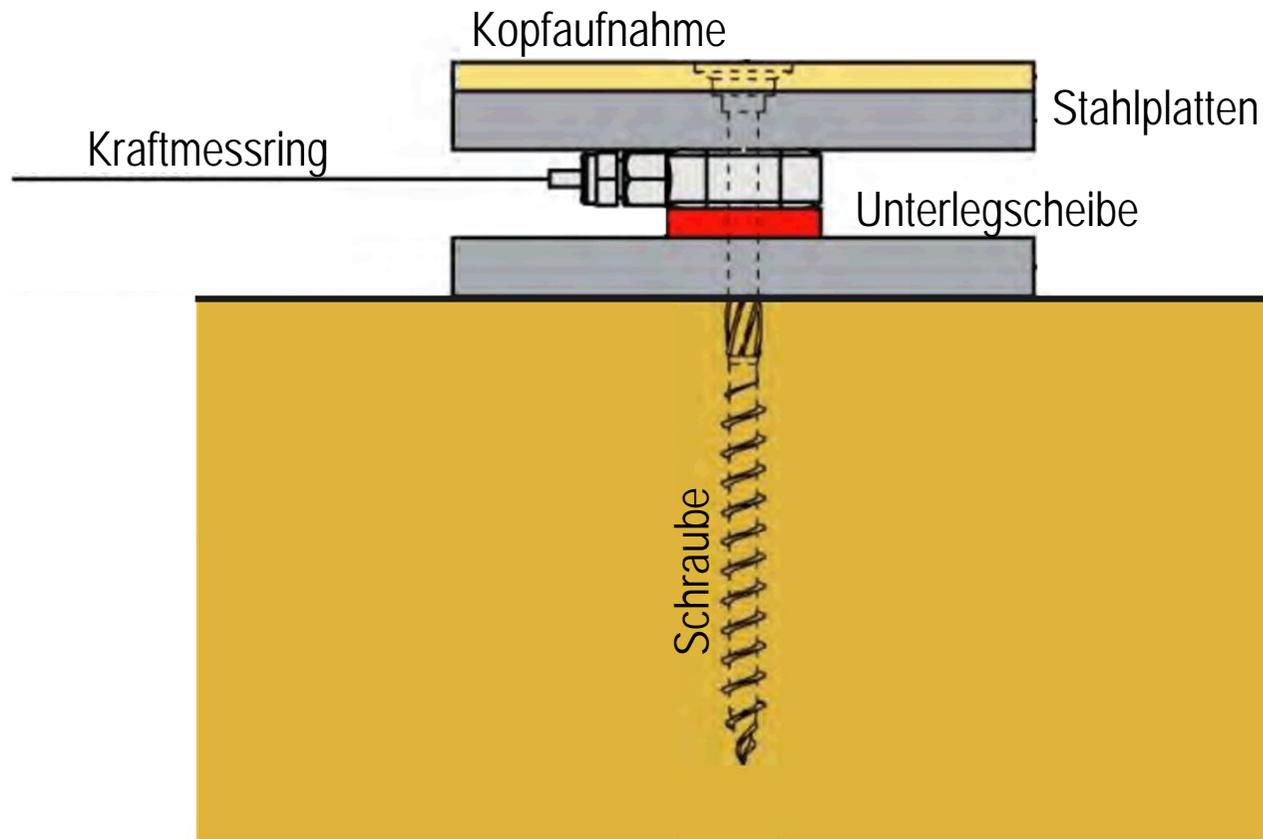
## AUFGABENSTELLUNG



## AUFGABENSTELLUNG

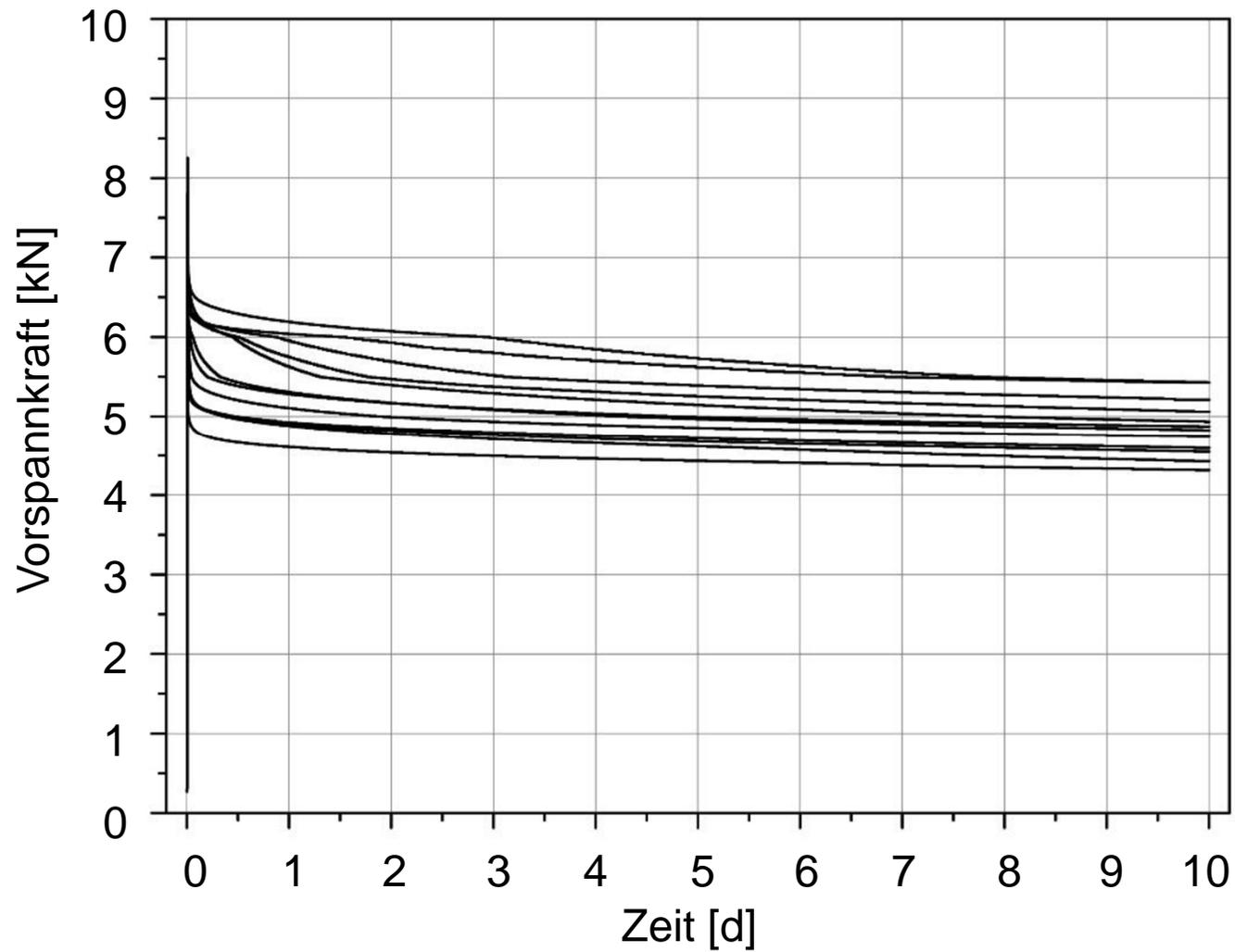


## ANPRESSDRUCK SCHRAUBE

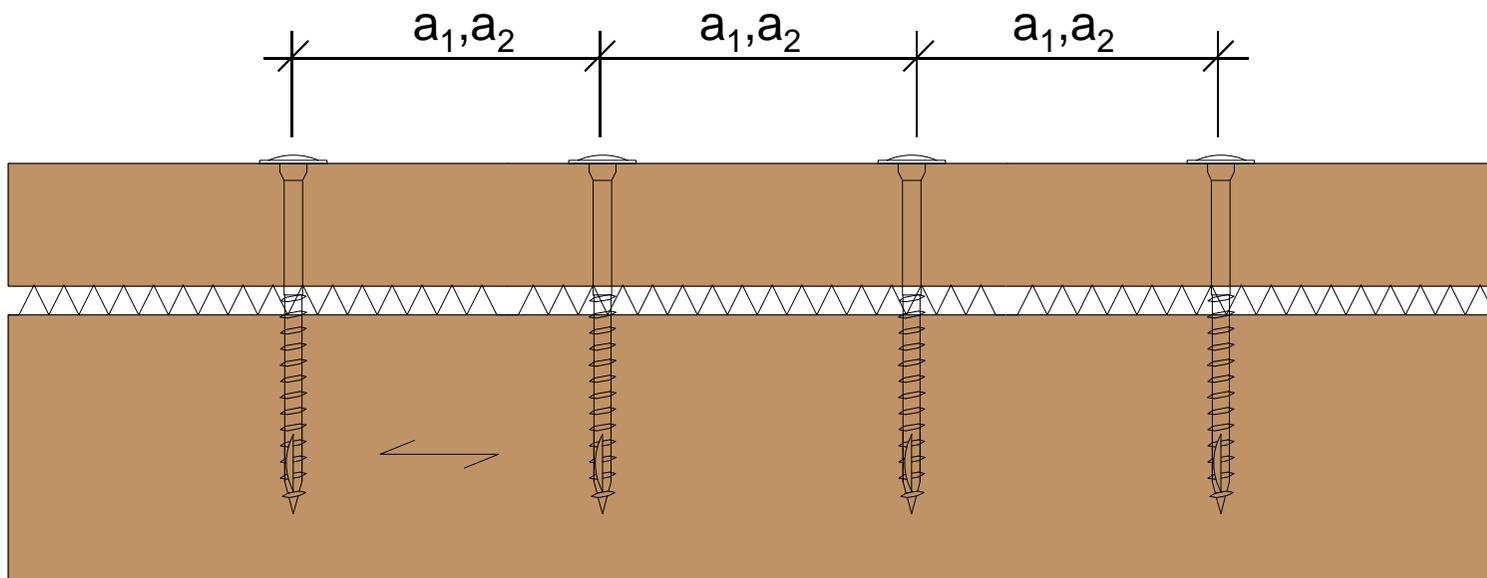


## ANPRESSDRUCK SCHRAUBE

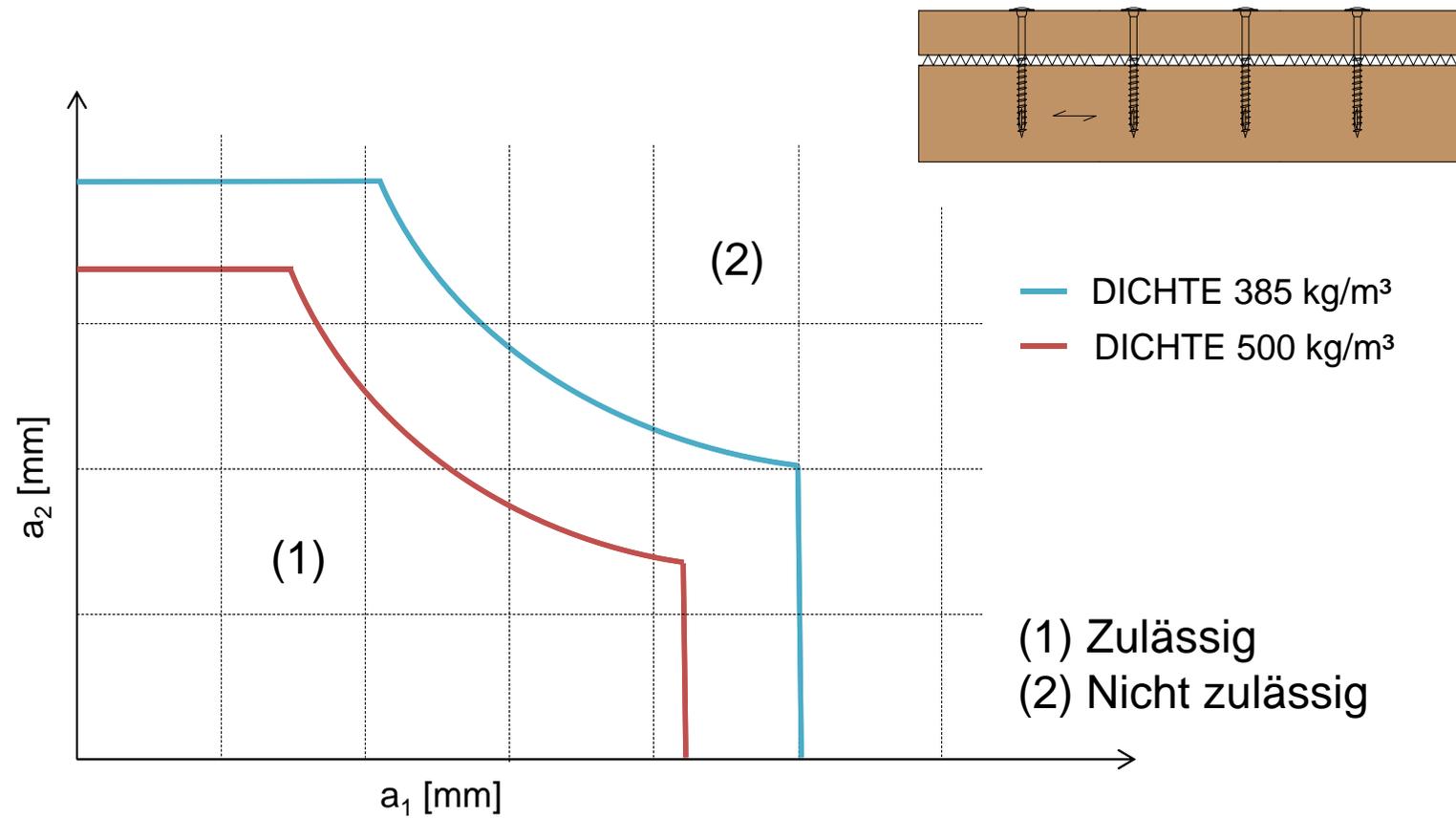
$F_{\text{head}} = 4,09 \text{ kN}$



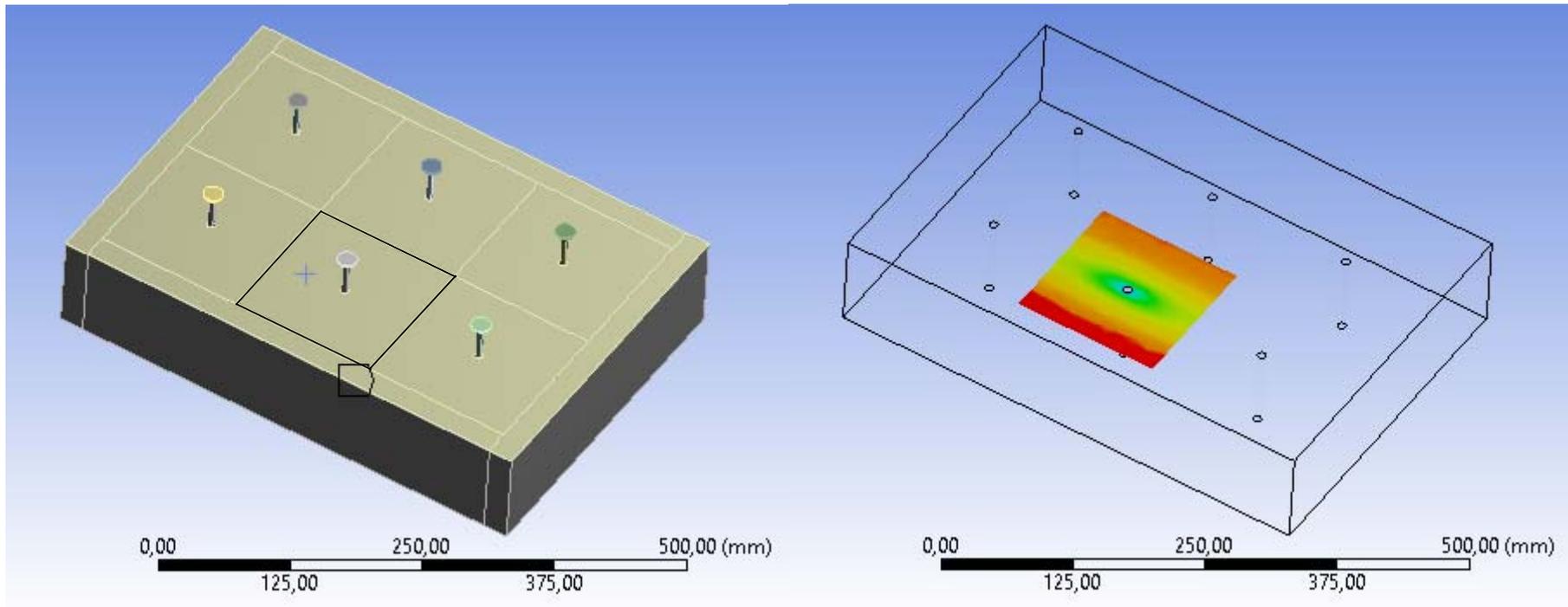
## MAXIMALE SCHRAUBENABSTÄNDE



# SCHRAUBENPRESSVERKLEBUNG

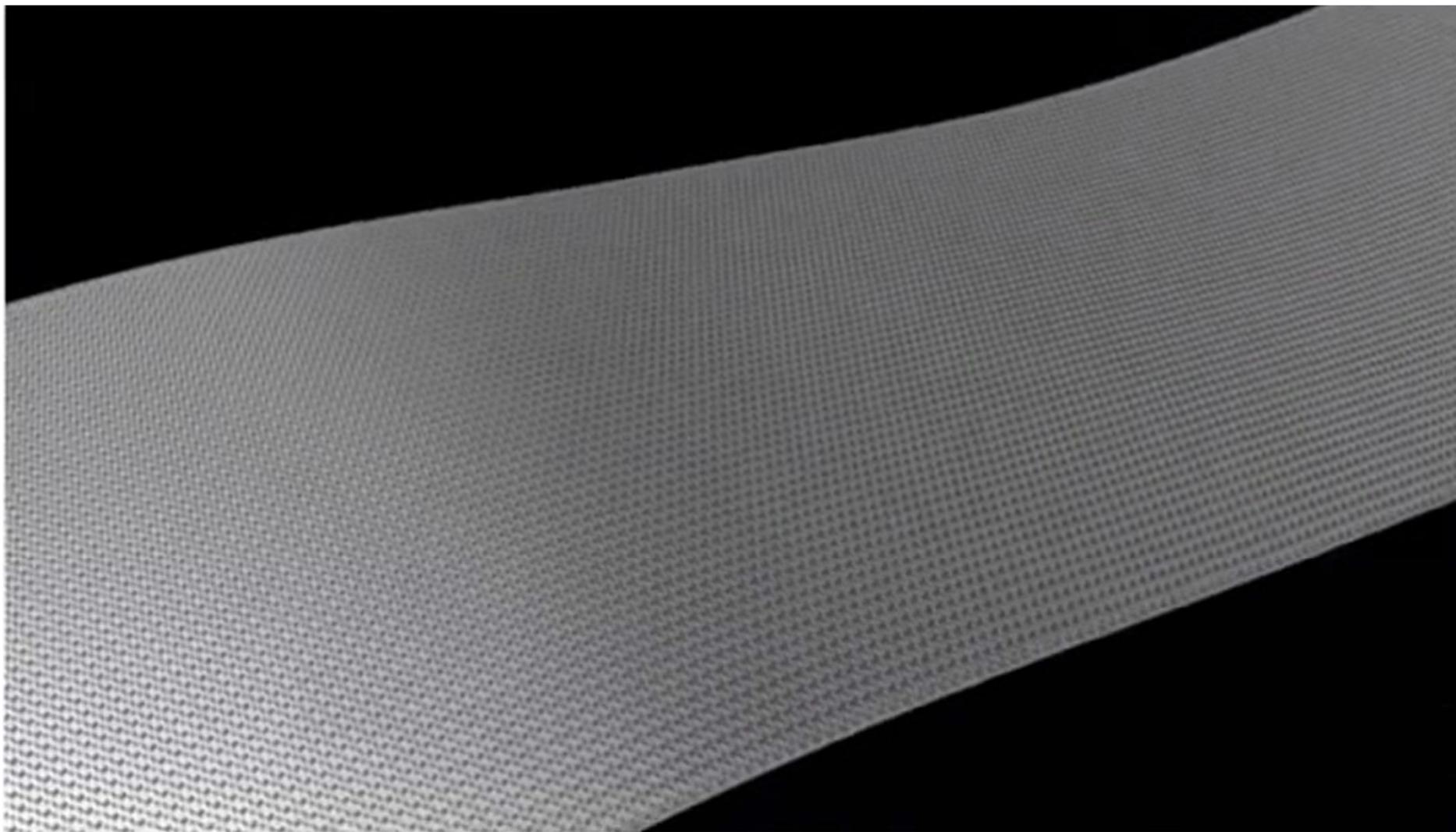


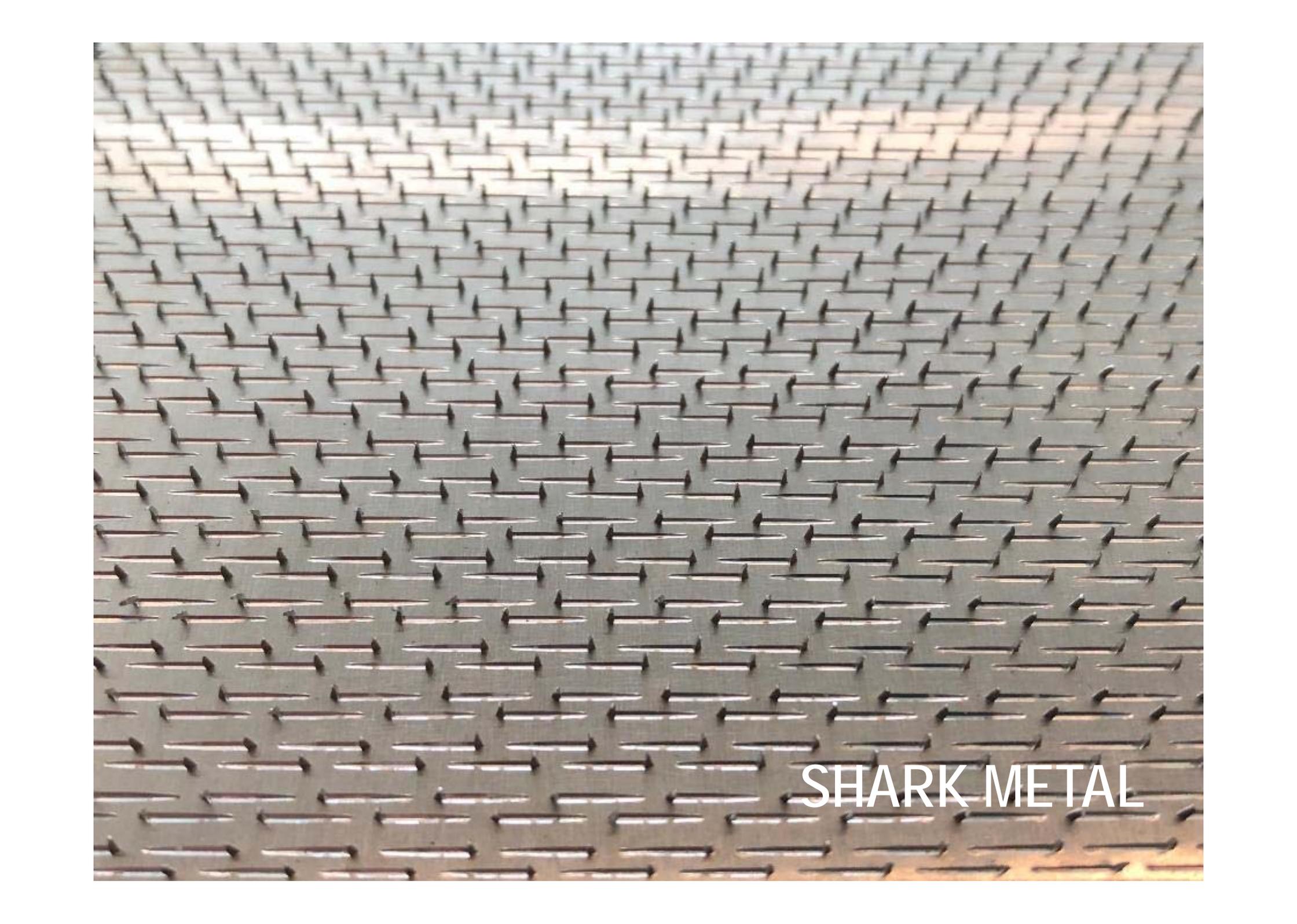
## FEM-ANALYSE | MINDESTABSTÄNDE





# PRODUKTION



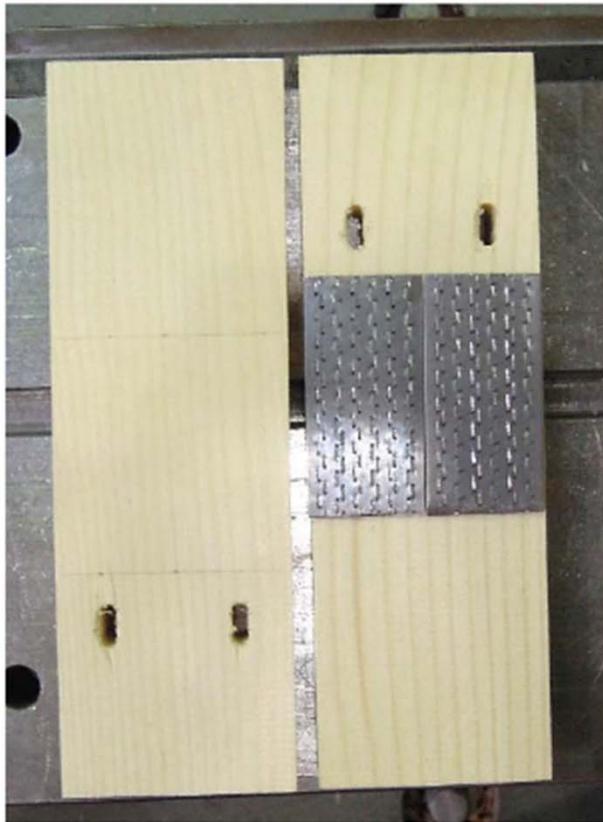
A close-up photograph of a metal surface with a repeating pattern of small, rectangular perforations. The perforations are arranged in a staggered grid, creating a textured, mesh-like appearance. The metal has a dark, slightly reflective finish. The text "SHARK METAL" is overlaid in the bottom right corner.

SHARK METAL

holz.bau

forschungs gmbh

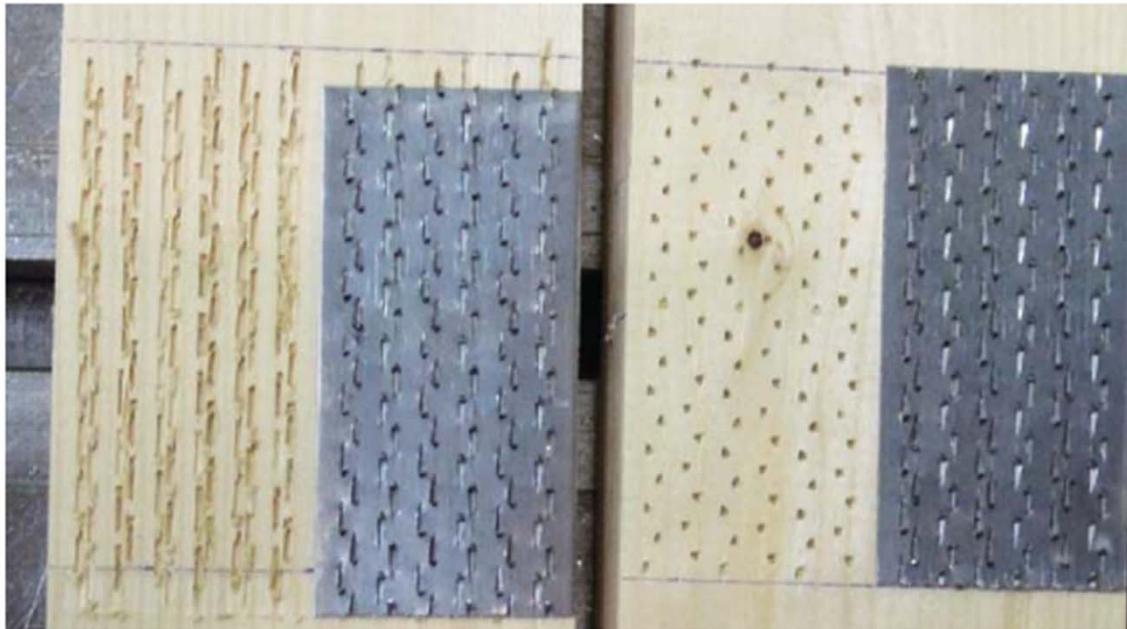
## SHARK METAL | VORUNTERSUCHUNGEN



holz.bau

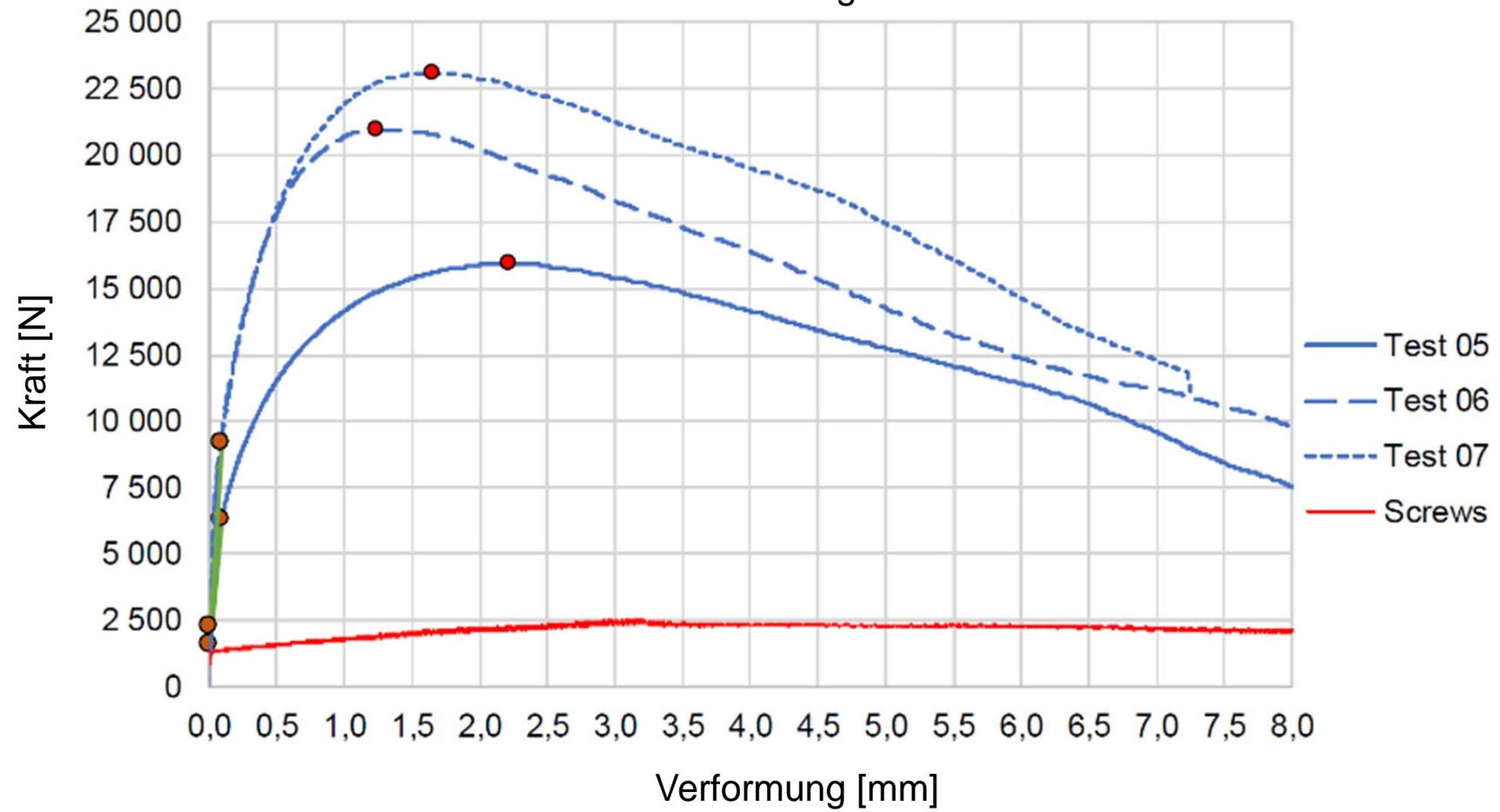
forschungs gmbh

## SHARK METAL | VORUNTERSUCHUNGEN



# SHARK METAL | VORUNTERSUCHUNGEN

Last-Verschiebungskurve

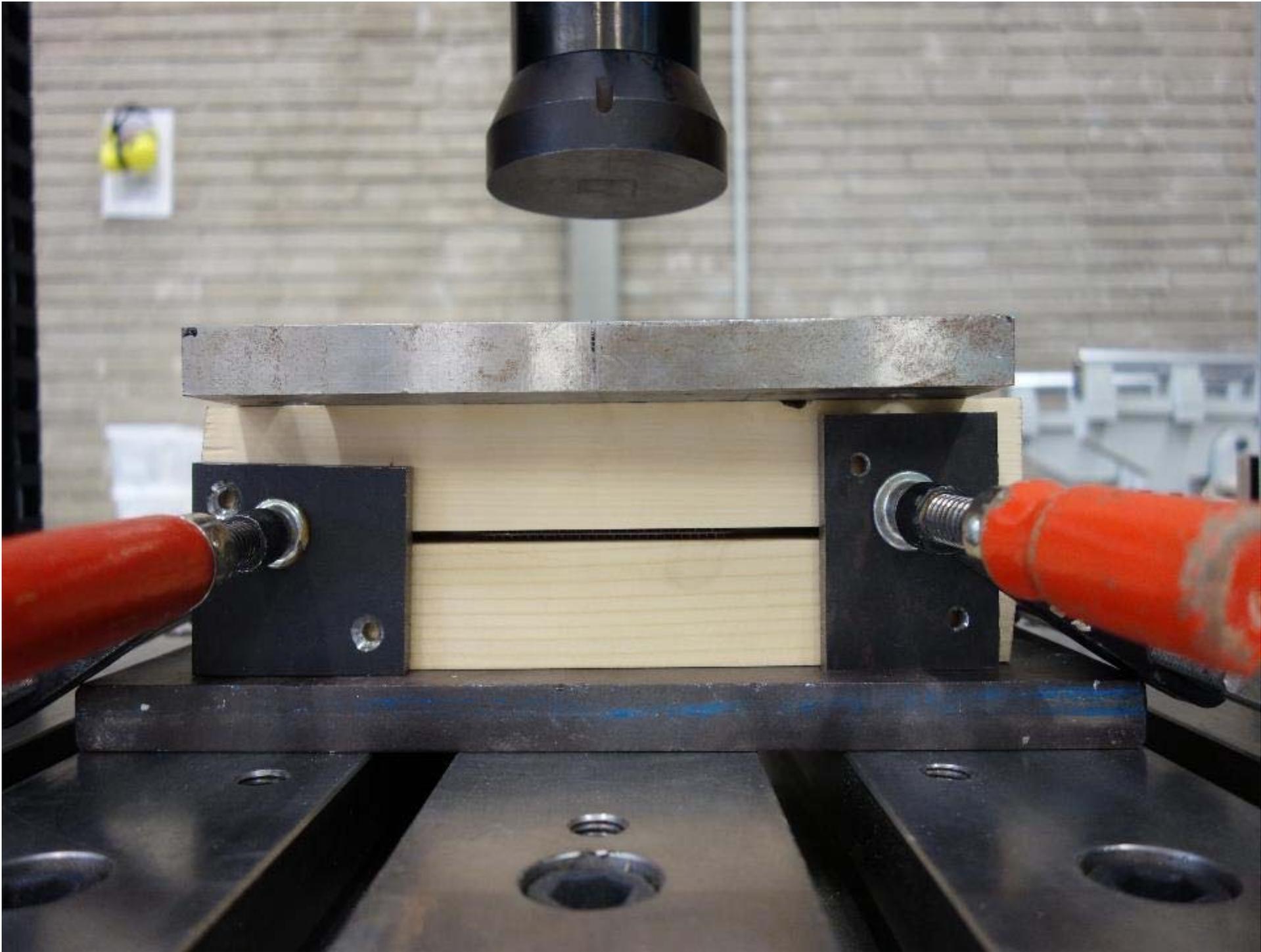


## SHARK METAL | VORUNTERSUCHUNGEN

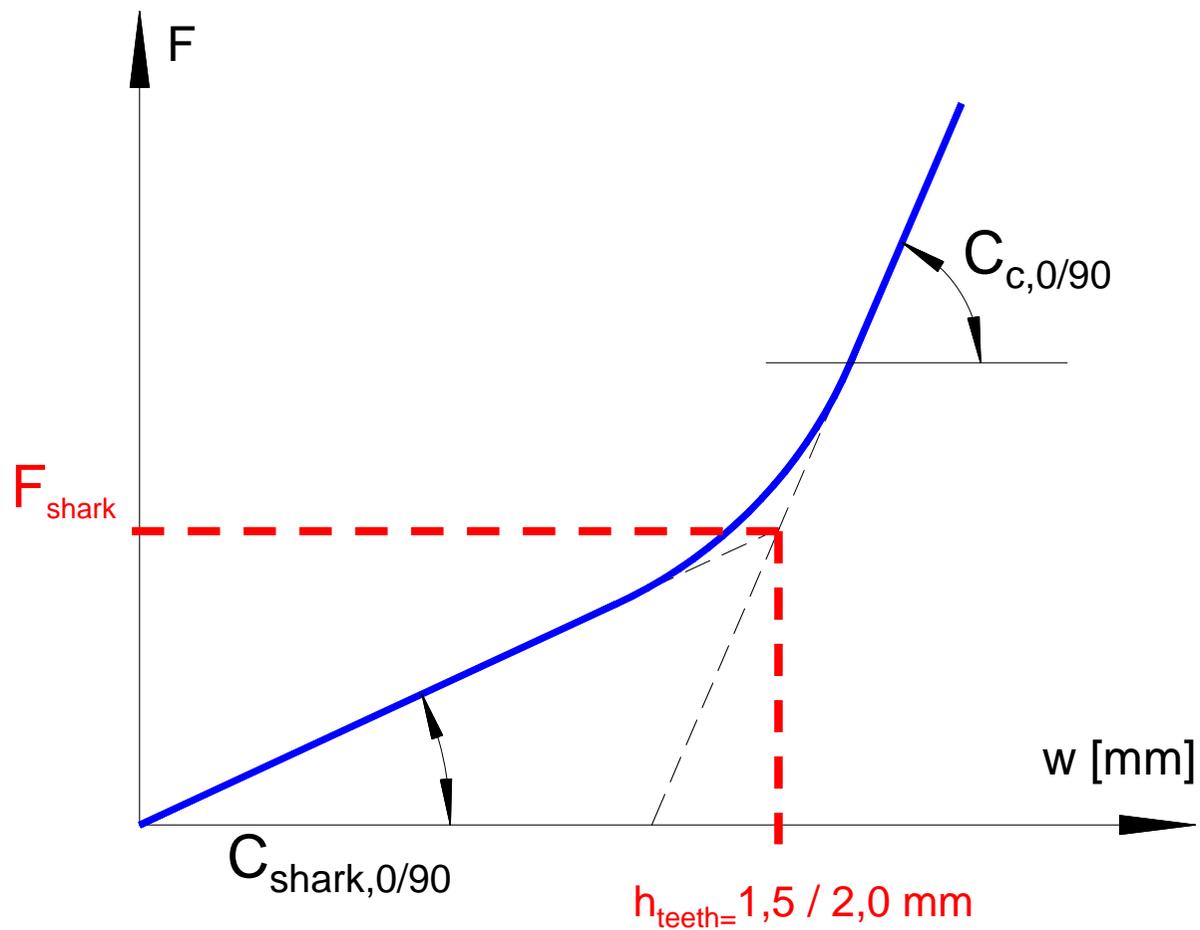
Prüfserie	$F_{\max}$ [kN]	w [mm]	$f_v$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$K_{\text{ser}}$ [N/mm]
Schrauben	2,56	3,15		6.640 <sup>1)</sup>
Test 05	16,0	2,22	2,09	54.601
Test 06	20,9	1,23	2,74	101.514
Test 07	23,1	1,64	3,02	81.802
<b>Mittelwerte</b>	<b>20,0</b>		<b>2,61</b>	<b>79.306</b>
<sup>1)</sup> Gerechneter Wert				

SHARK METAL | ERFORDERLICHE EINPRESSKRAFT

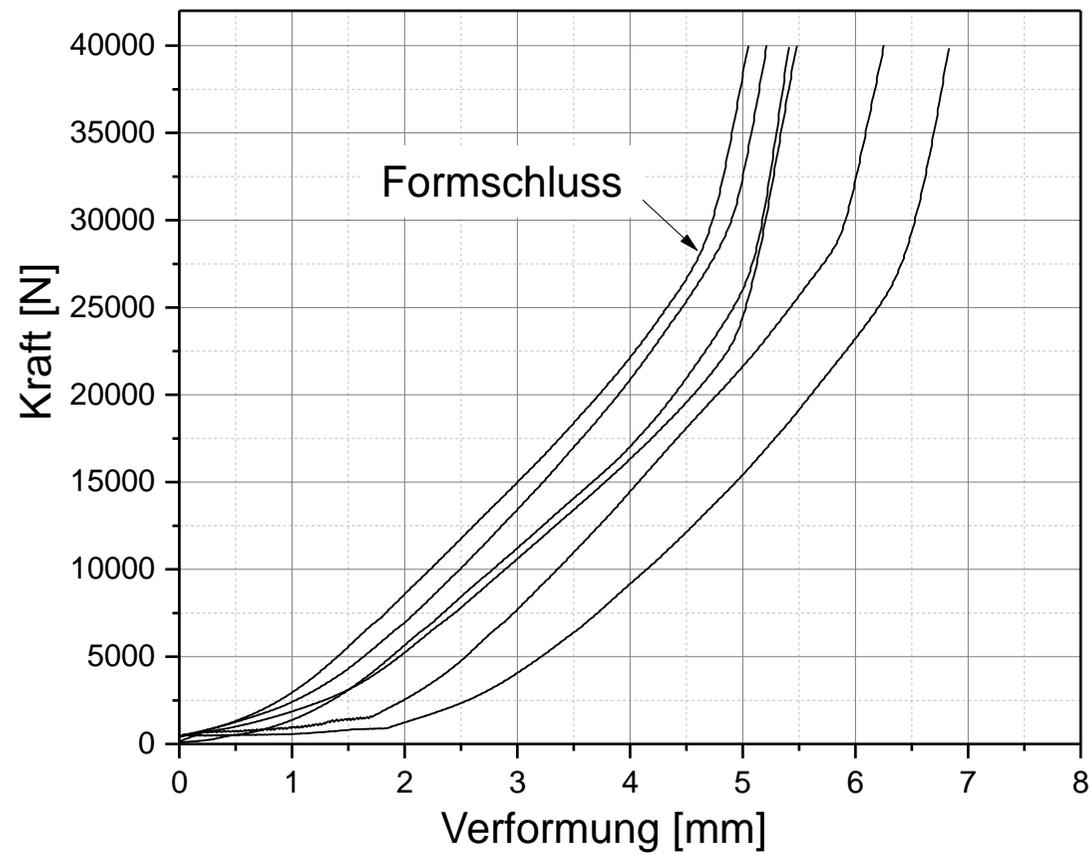




# EINPRESSKRAFT | THEORIE

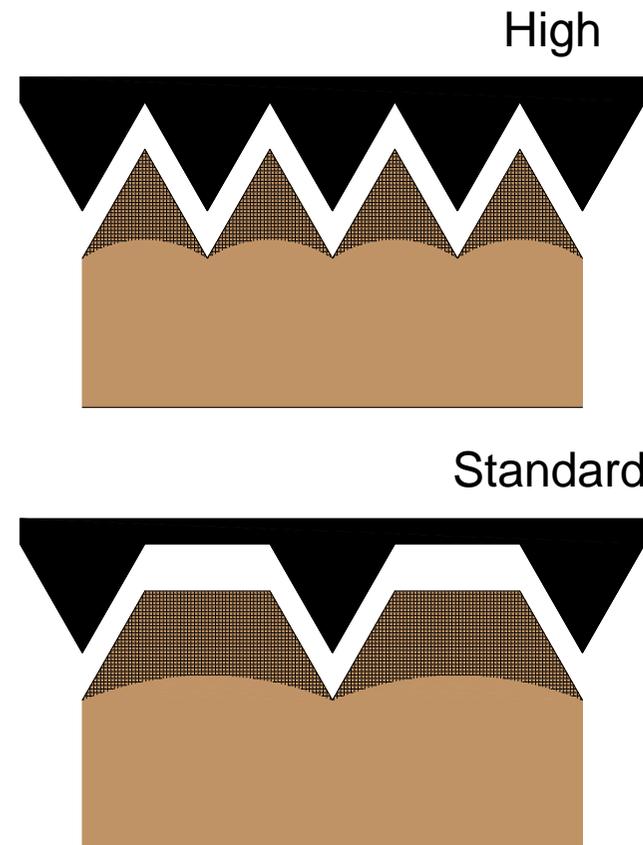
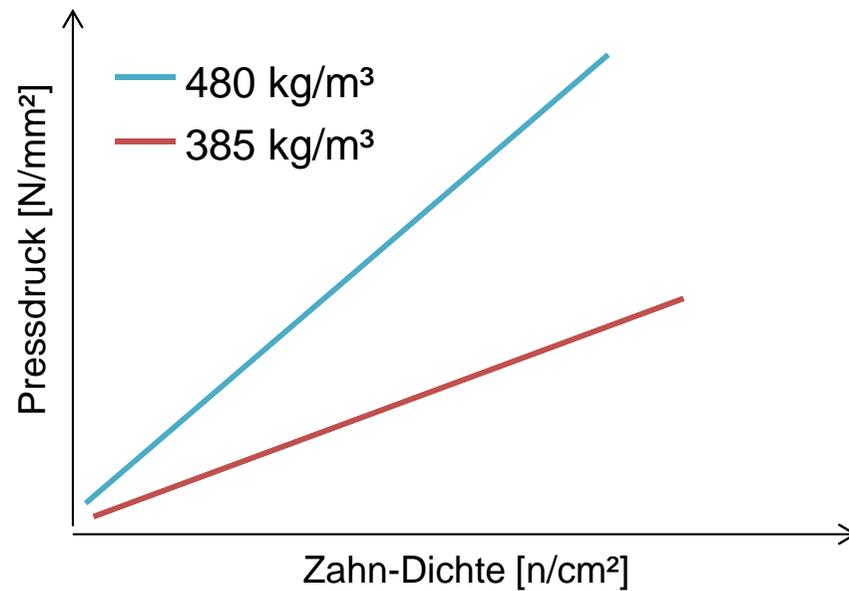


## EINPRESSKRAFT | VORUNTERSUCHUNGEN



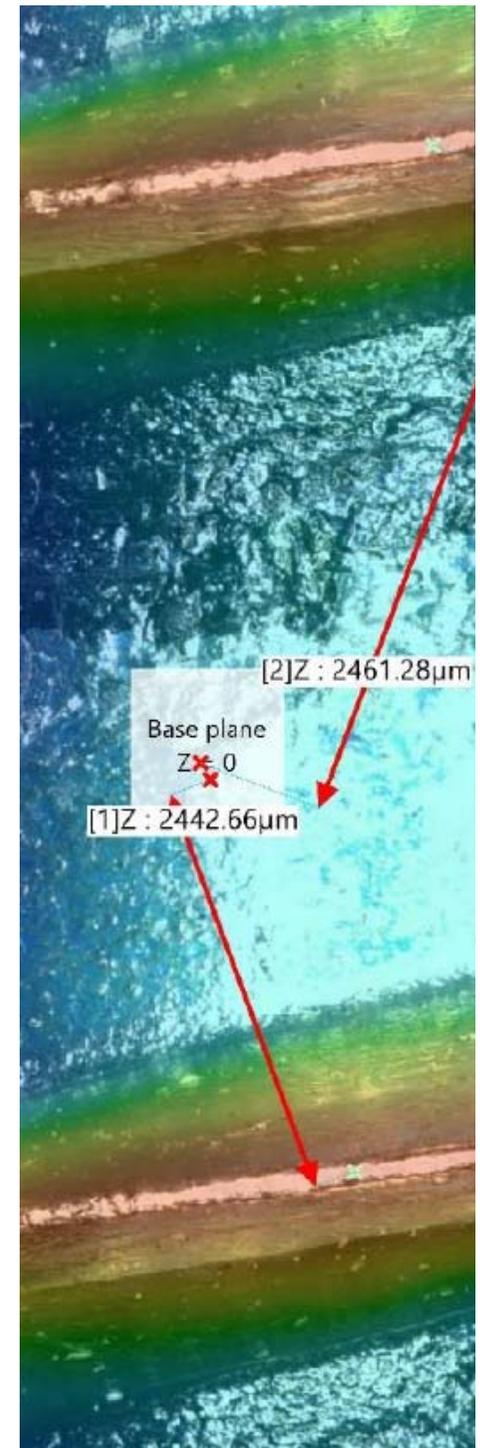
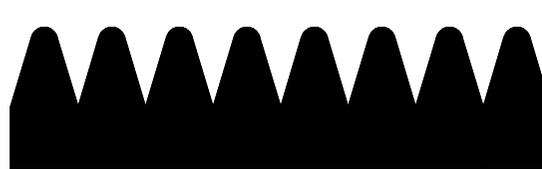
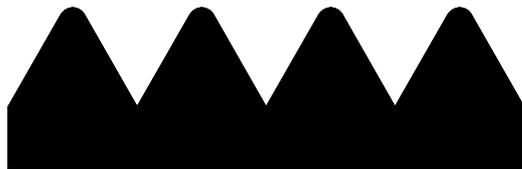
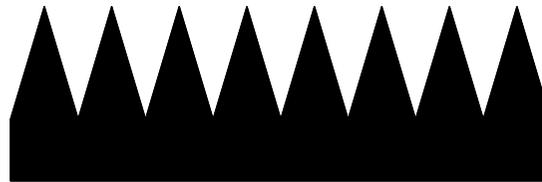
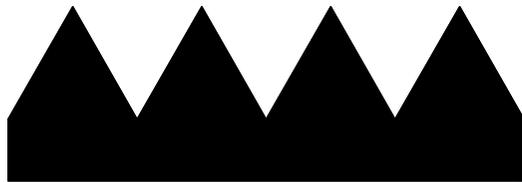
## SHARK METAL | OPTIMIERUNG

>> Zahn-Dichte [ $n/\text{cm}^2$ ]



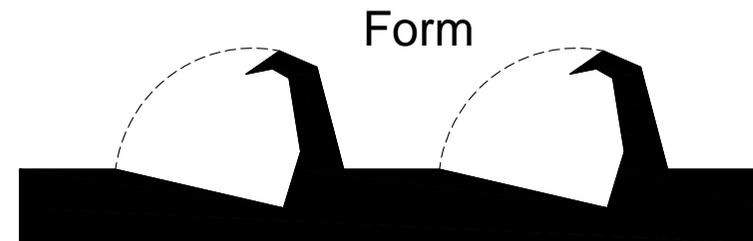
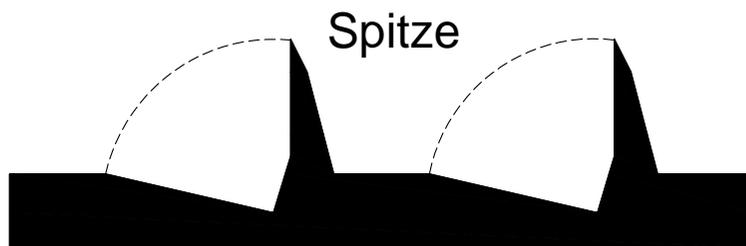
## SHARK METAL | OPTIMIERUNG

>> Zahn-Geometrien

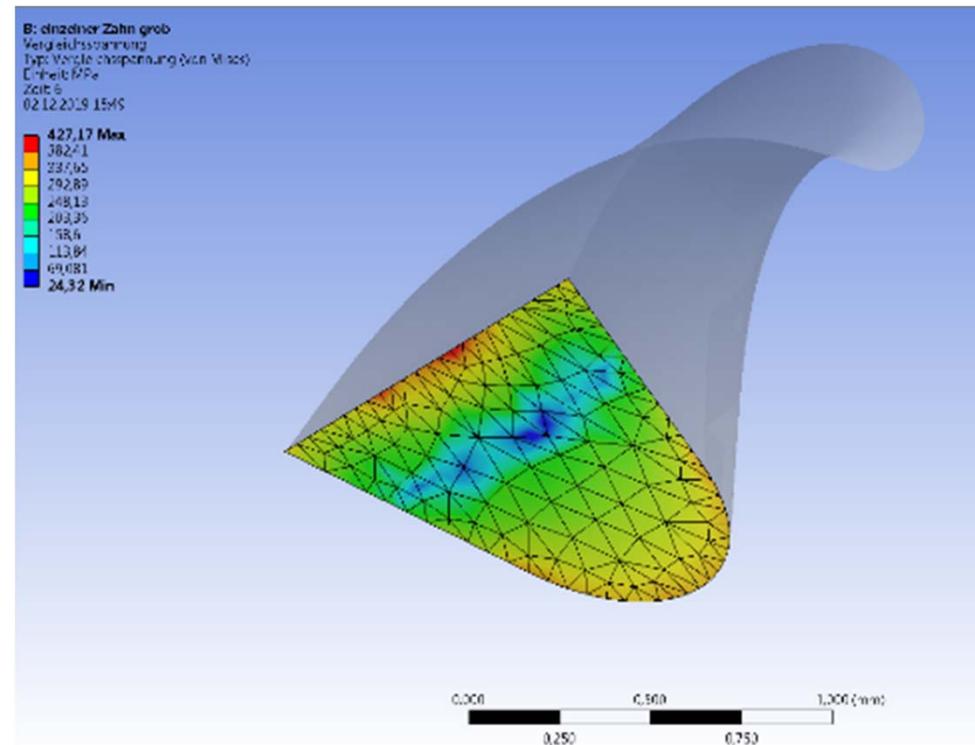
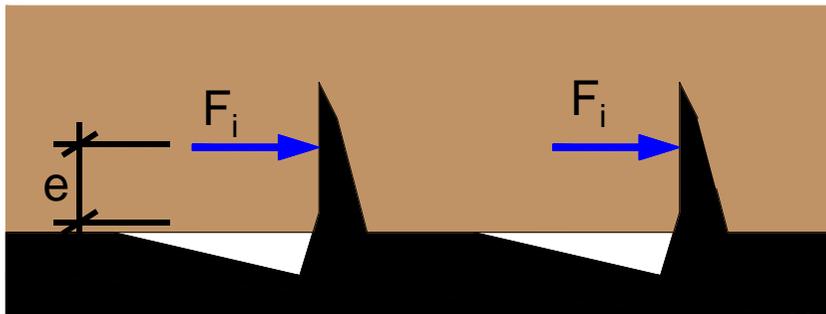


## SHARK METAL | OPTIMIERUNG

>> Zahn-Geometrien

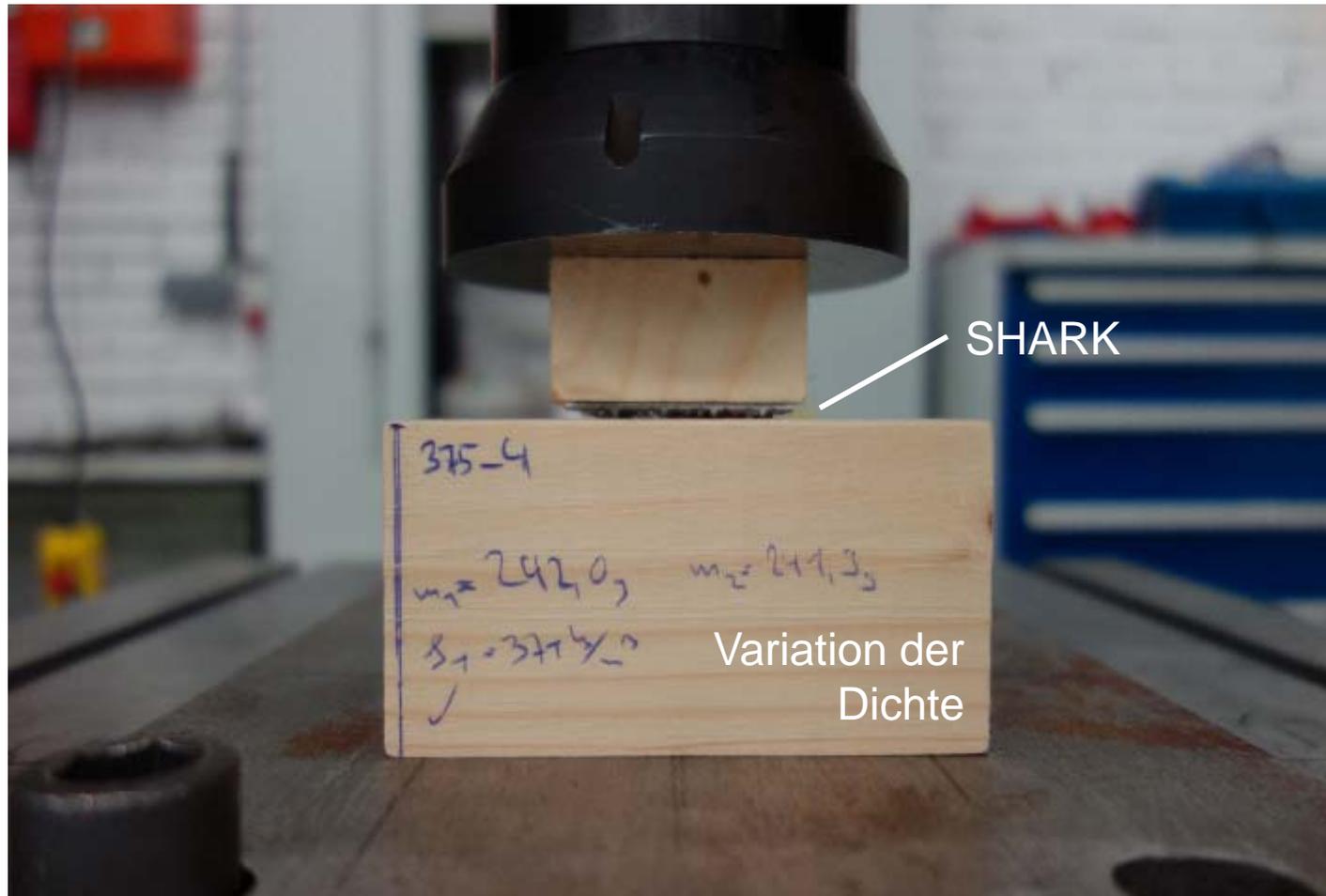


## SHARK METAL | OPTIMIERUNG

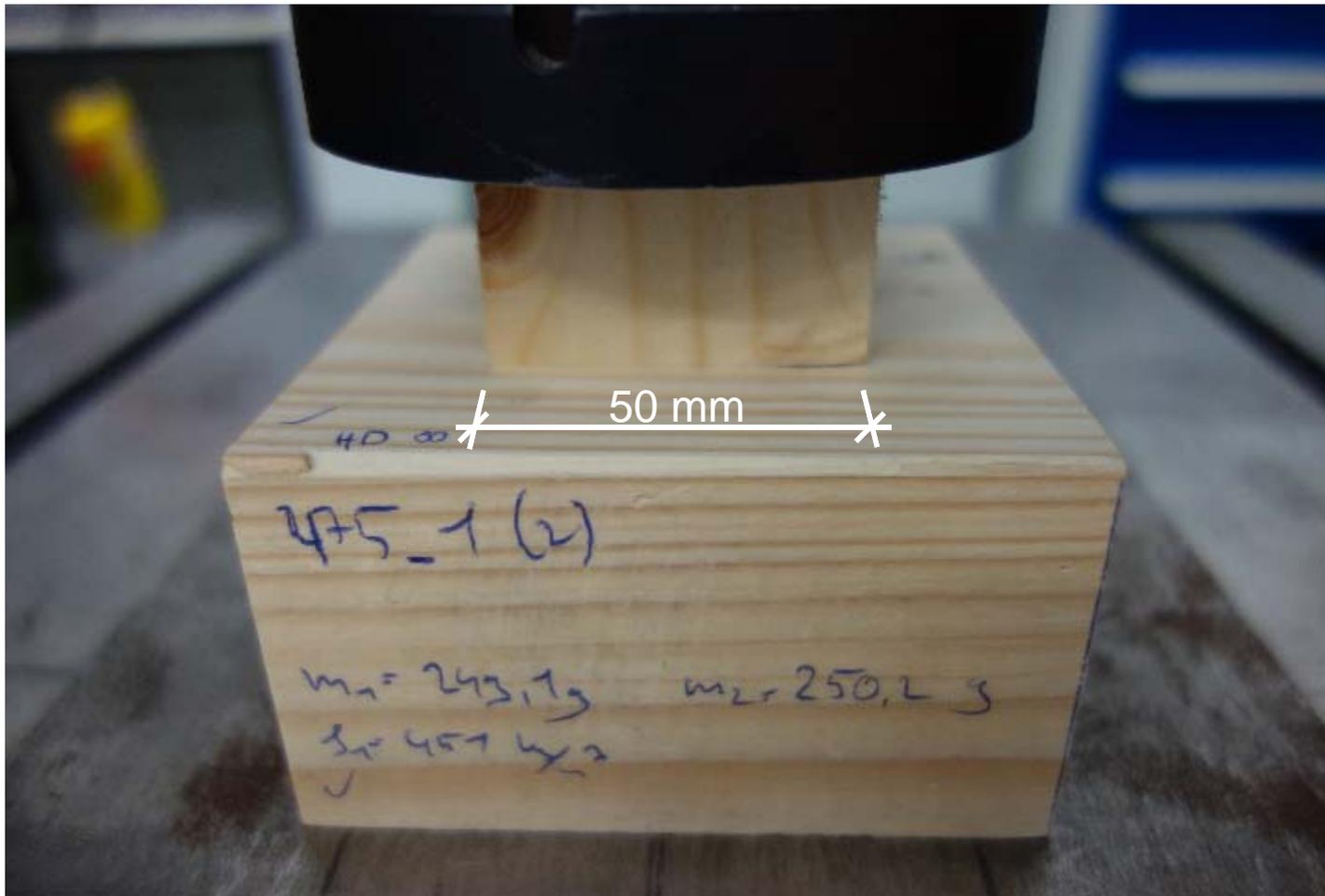


$$\left( \frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 + \left( \frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 - \left( \frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right) \cdot \left( \frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right) + 3 \cdot \left( \frac{\tau_{Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 \leq 1$$

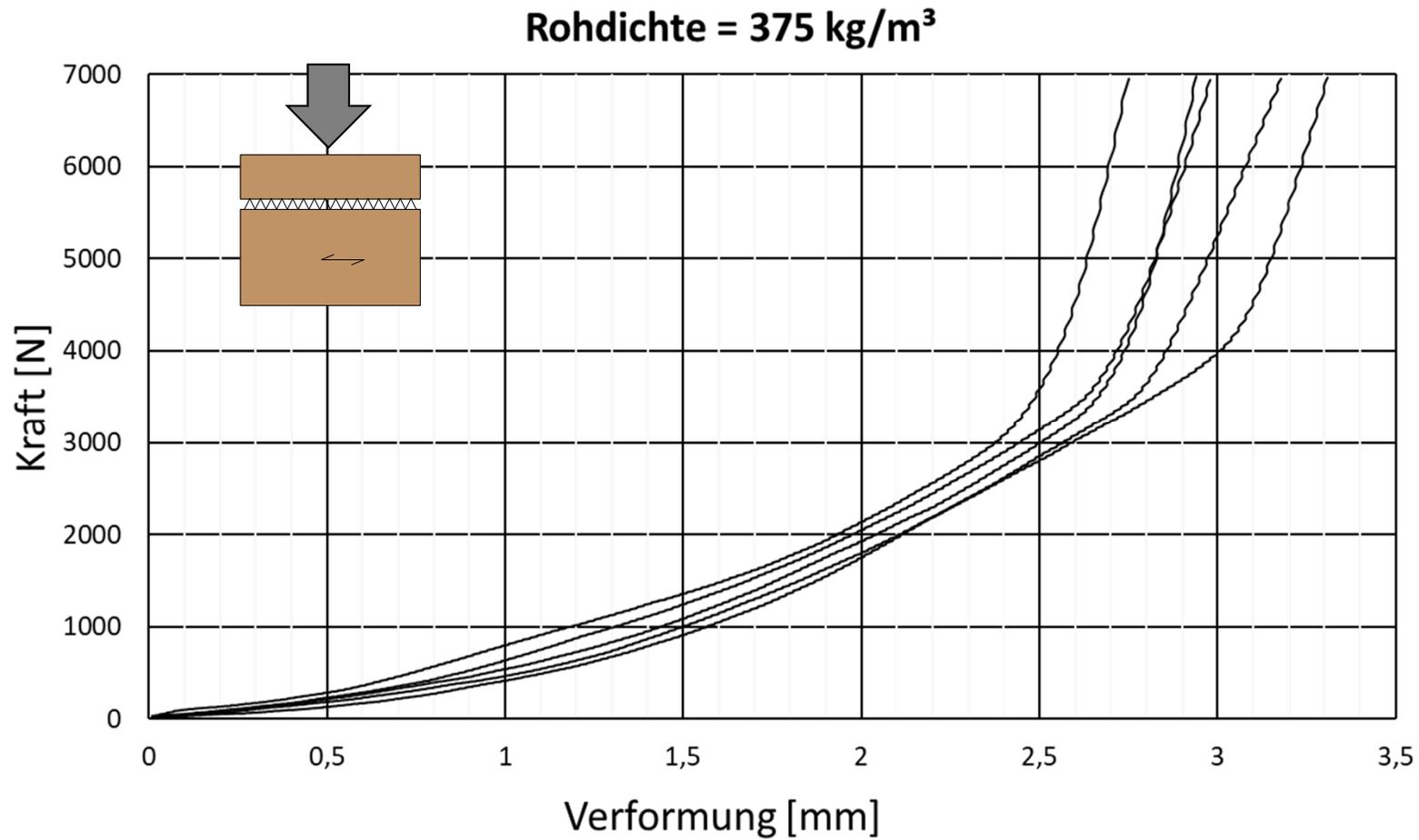
## SHARK METAL | EINFLUSS ROHDICHTE



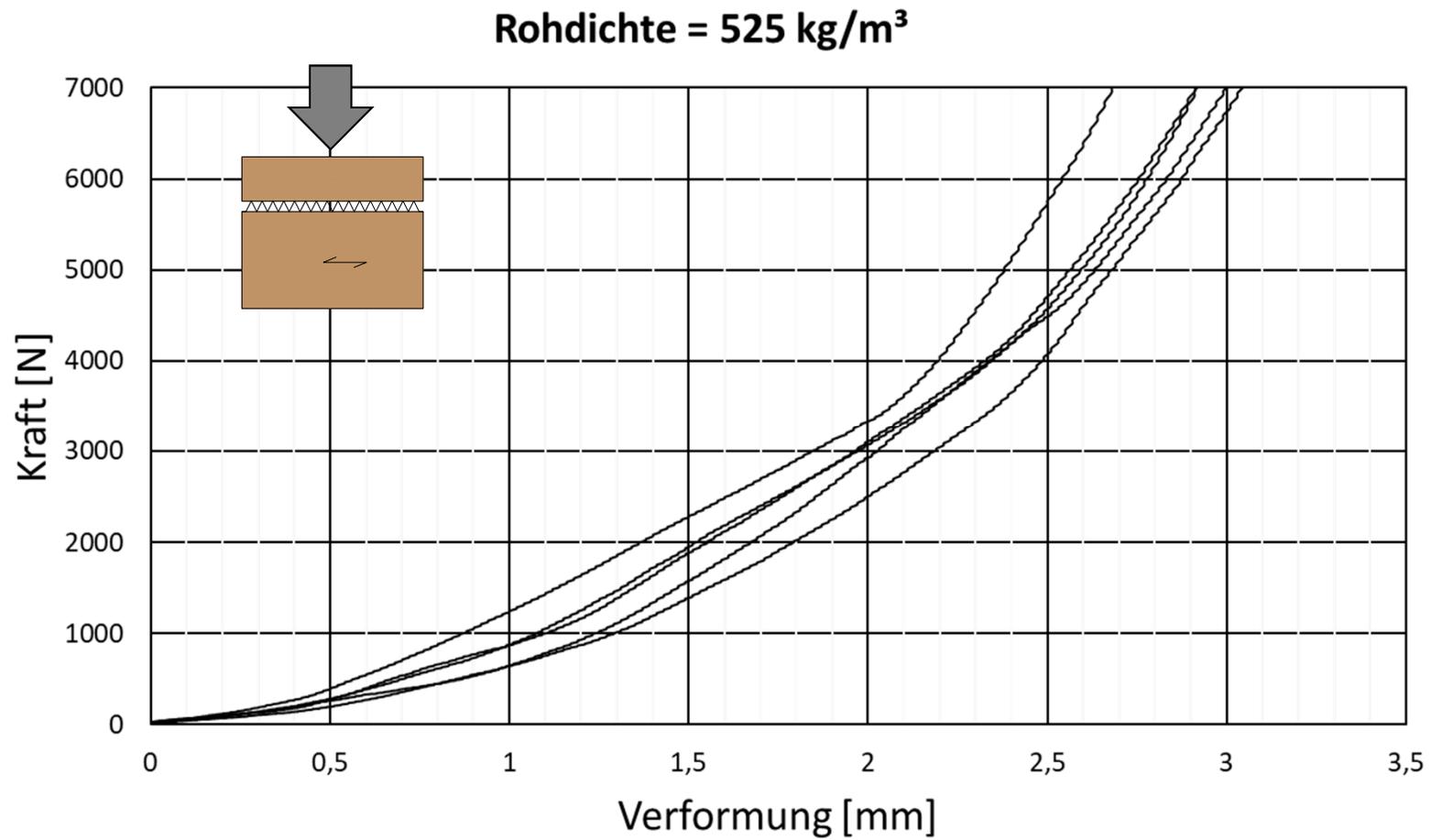
## SHARK METAL | EINFLUSS ROHDICHTE



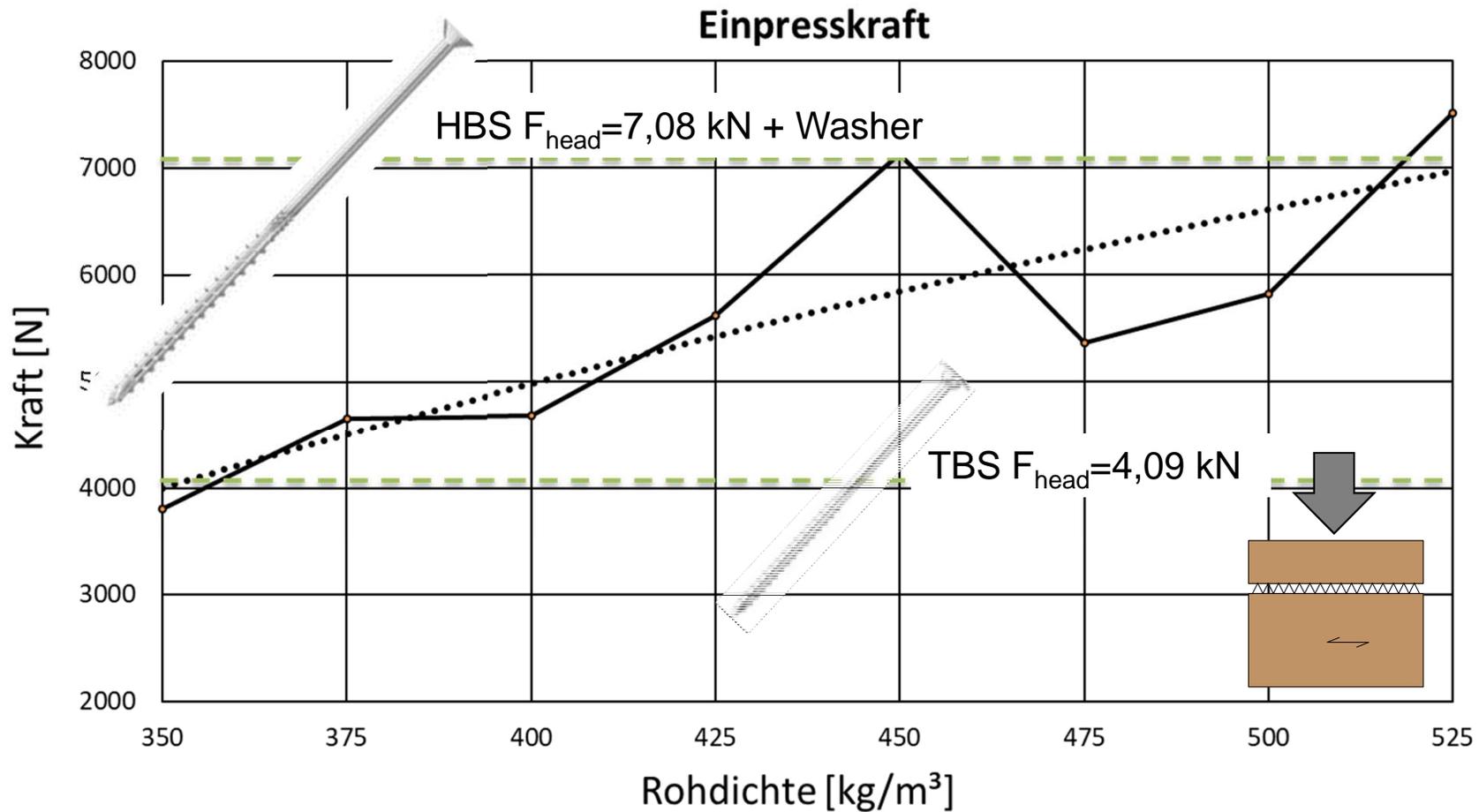
# SHARK METAL | EINFLUSS ROHDICHTE



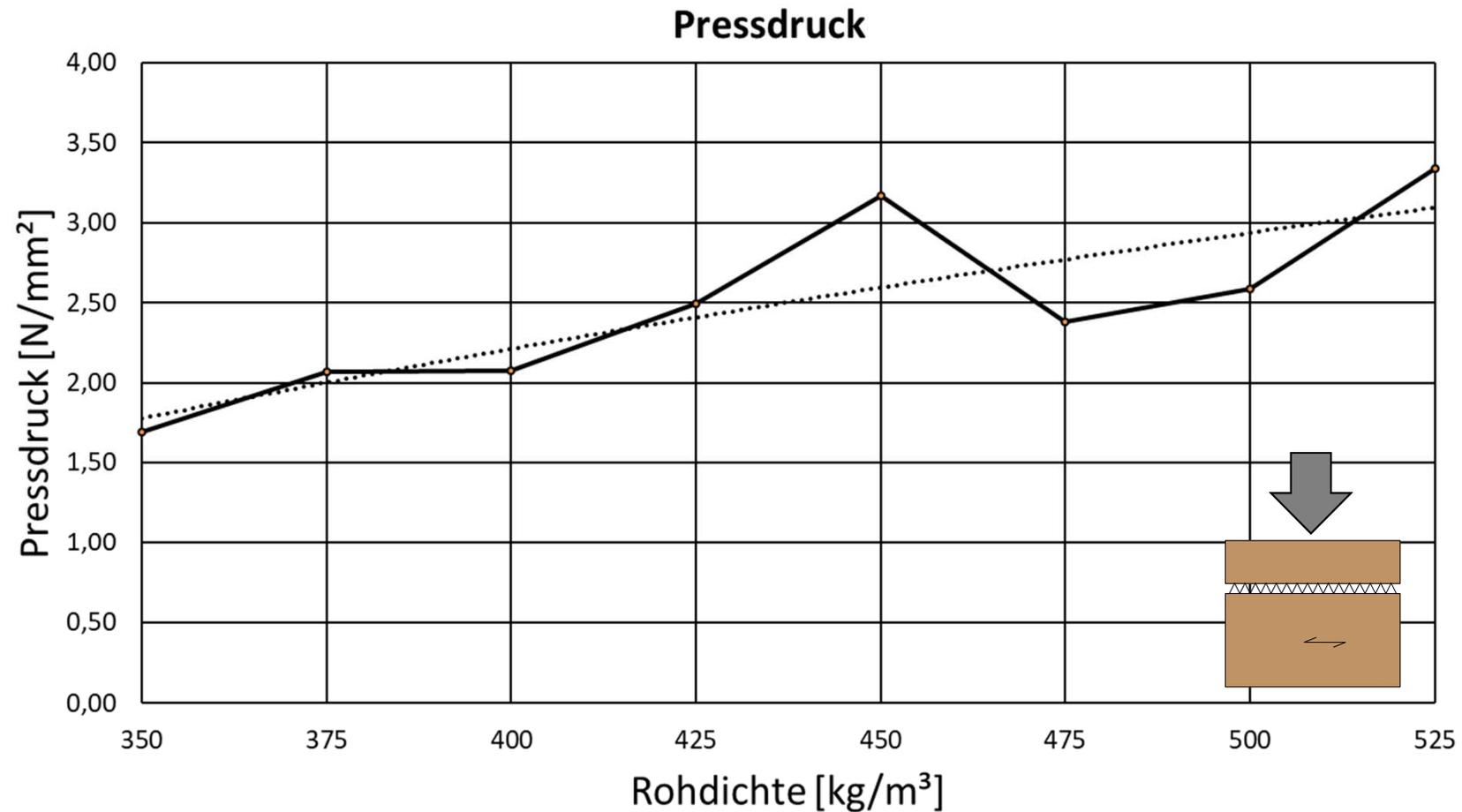
## SHARK METAL | EINFLUSS ROHDICHTE



## SHARK METAL | EINFLUSS ROHDICHTE



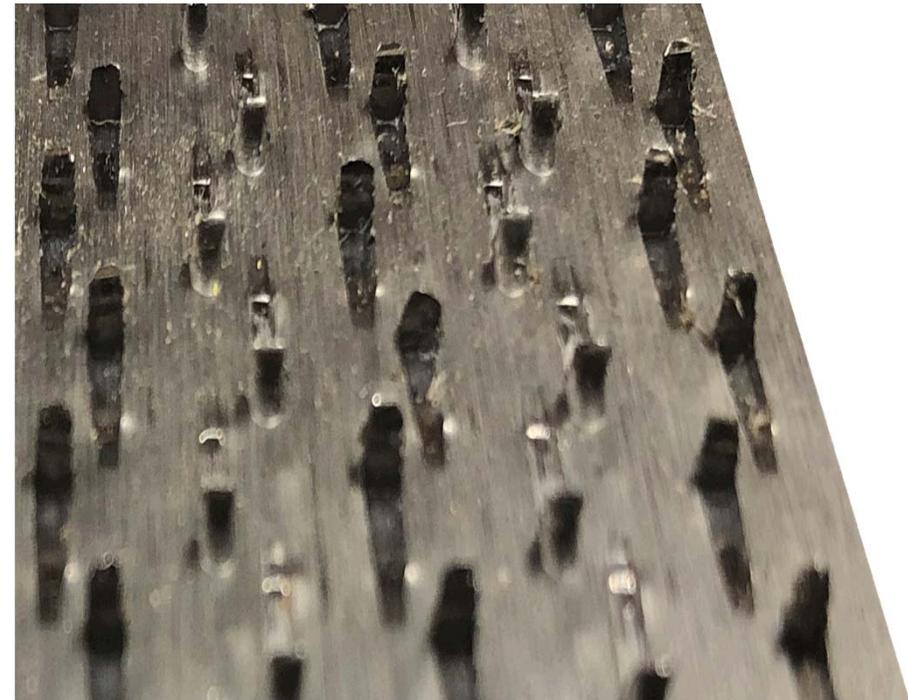
## SHARK METAL | ERFORDERLICHER PRESSDRUCK



## SHARK METAL | ANPASSUNG DER ZAHN-DICHTE



- 50 mm -

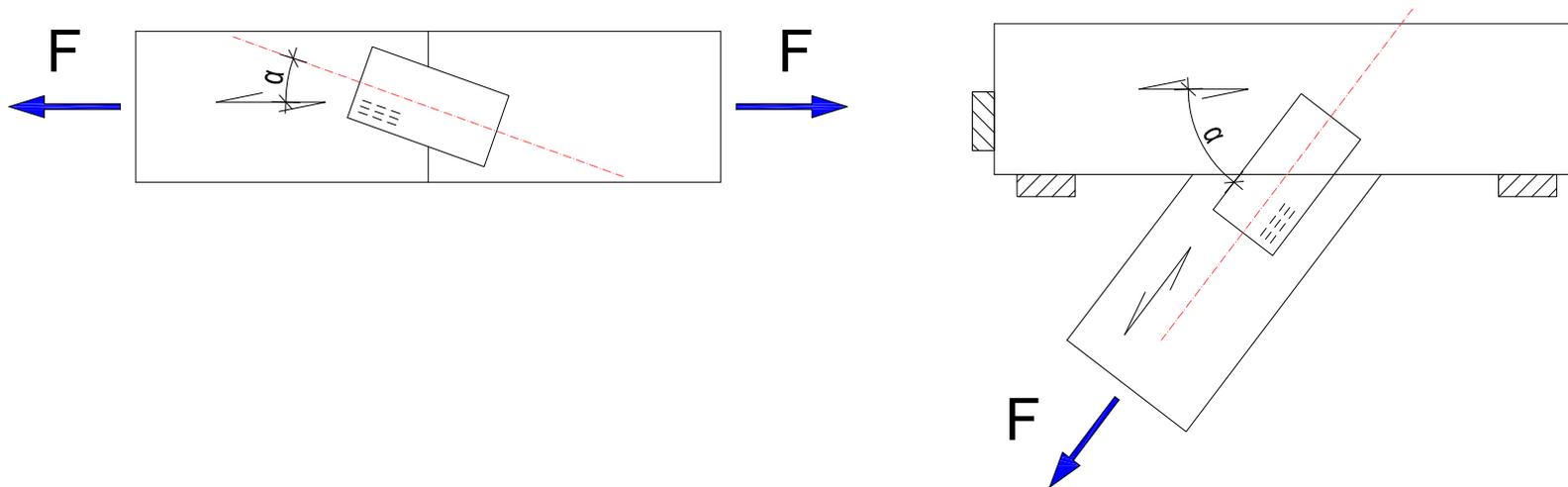


- 50 mm -

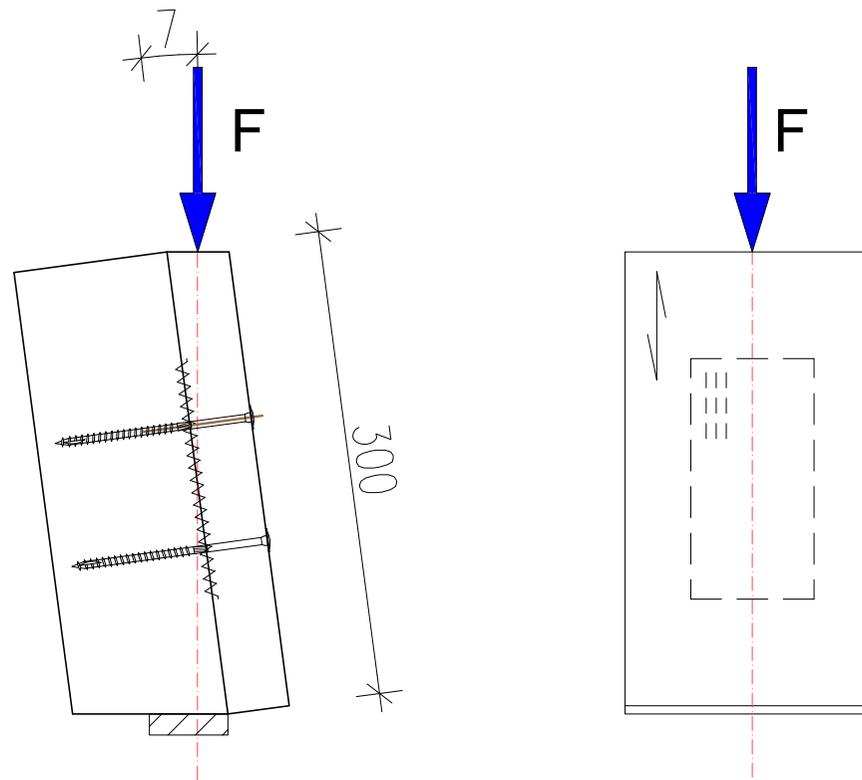
— High Density (HD)  
— Low Density (LD)

## SHARK METAL | PRÜFVERFAHREN

- EN 1075:2015

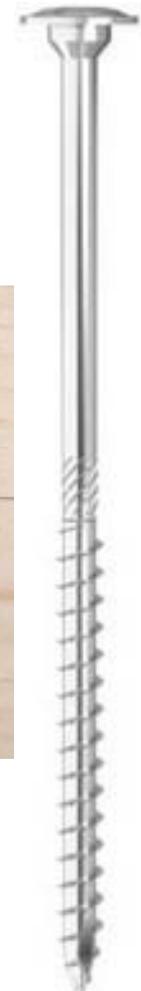
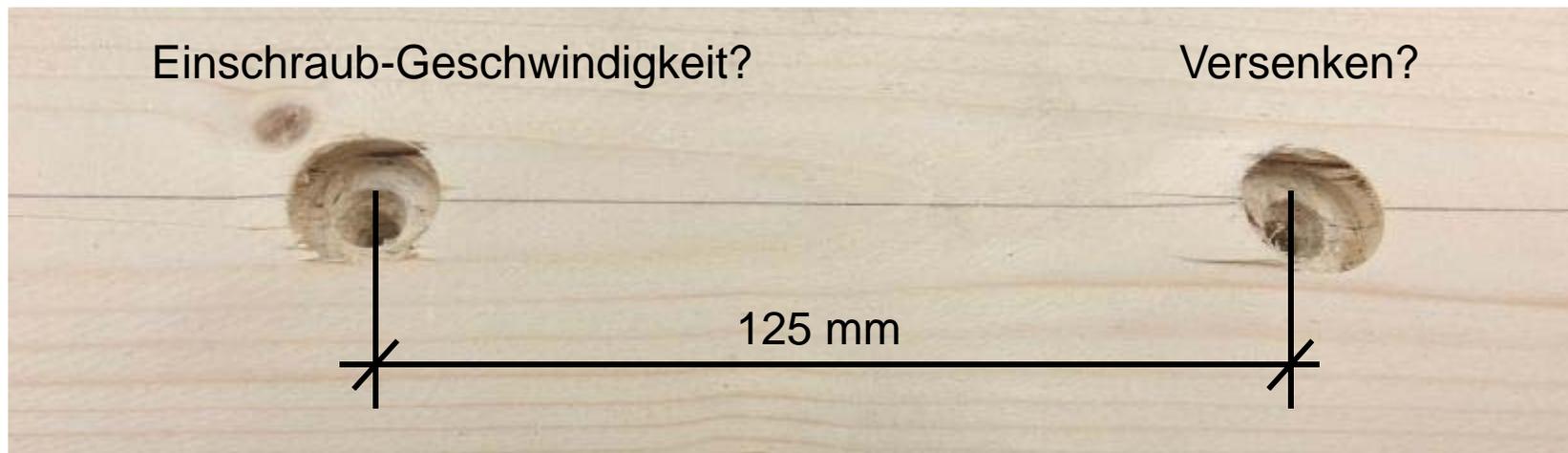


## SHARK METAL | PRÜFVERFAHREN



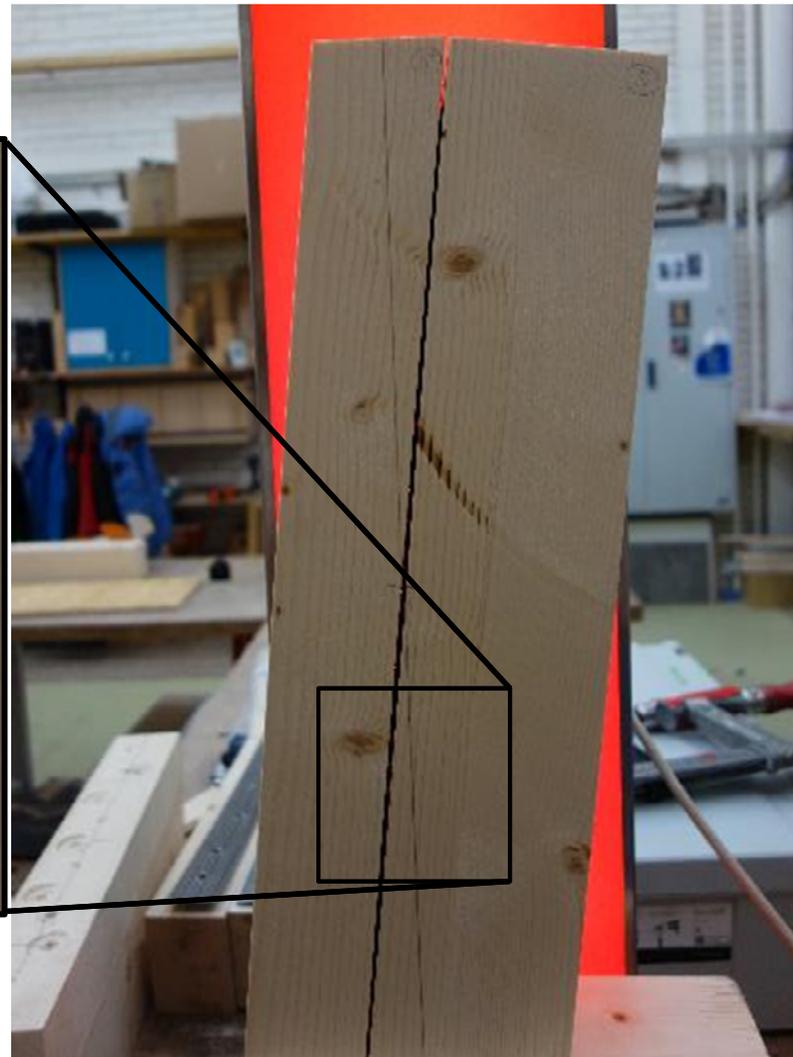
## SHARK METAL | ZUSAMMENBAU MIT SCHRAUBEN

- Mit TBS 8x160 mm,  $a_1 = 125$  mm;  $\rho = 450$  kg/m<sup>3</sup>



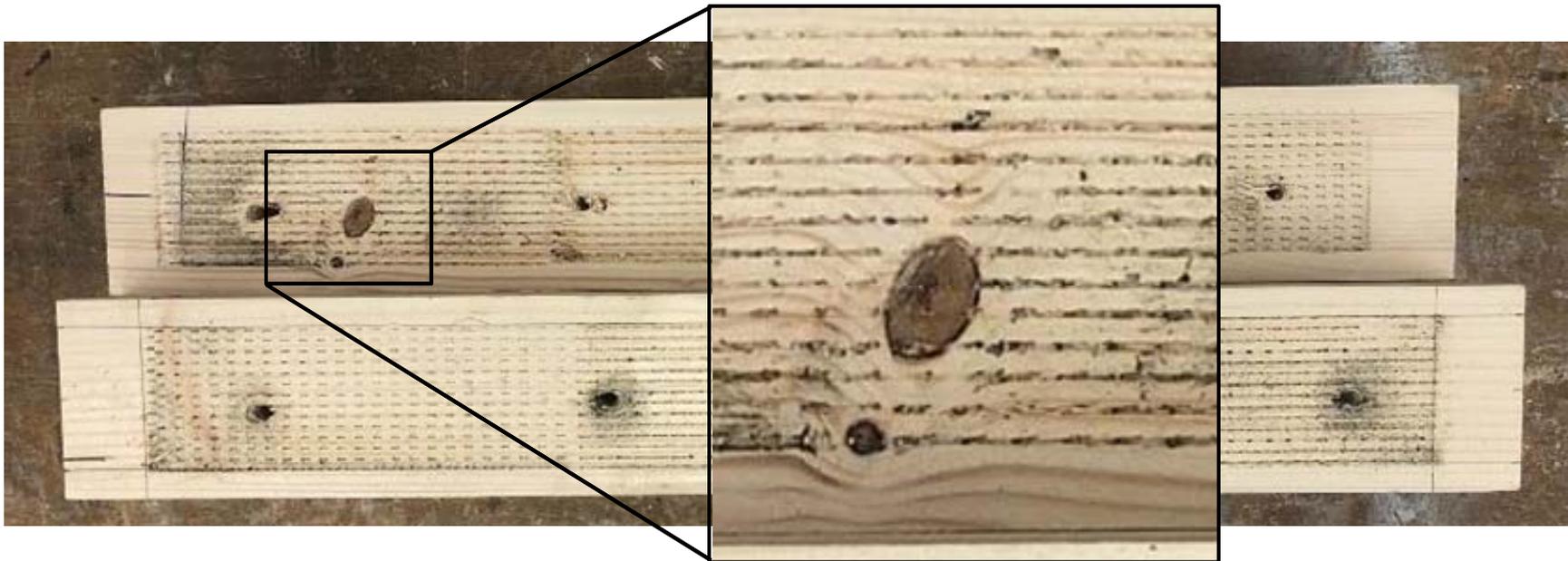
## SHARK METAL | VISUELLE KONTROLLE

- Einfluss der Astigkeiten ...



## SHARK METAL | EINFLUSS ASTIGKEITEN

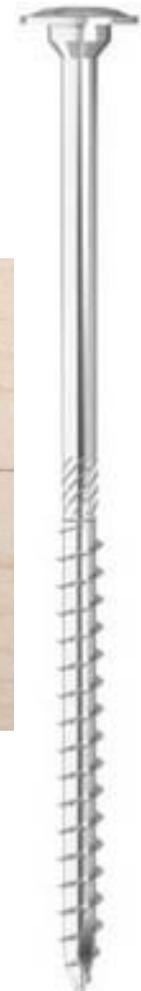
Detailansicht



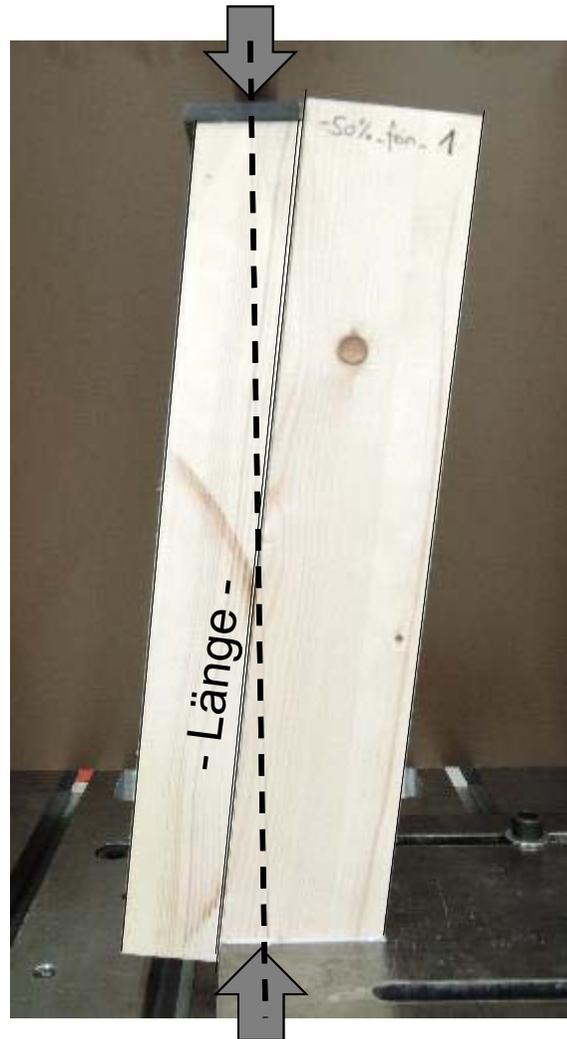
## SHARK METAL | ABSTÄNDE DER SCHRAUBEN



(gemäß EN 1995-1-1)

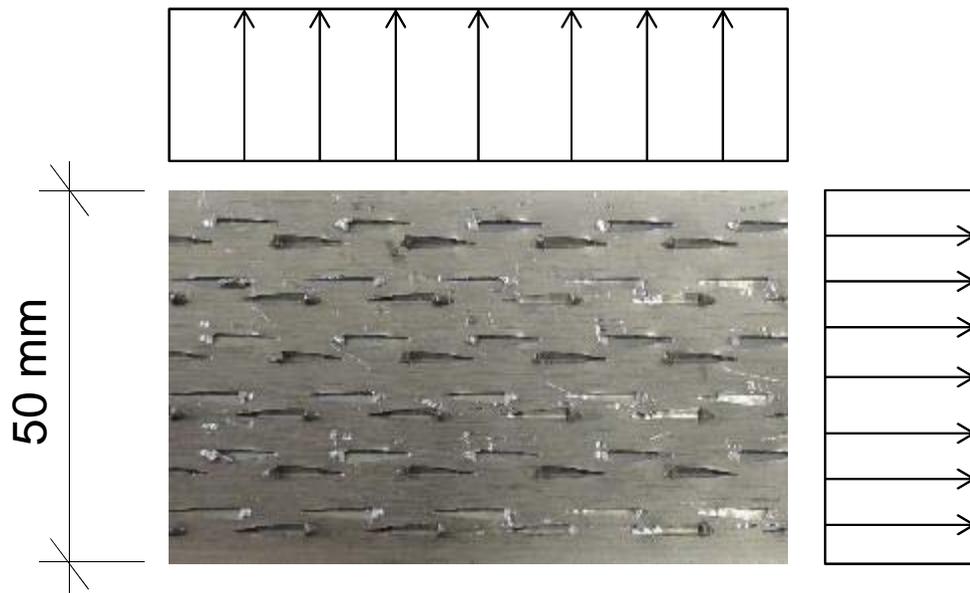


## SHARK METAL | EINFLUSS DER PRÜFLÄNGE



## SHARK METAL | WINKEL

$$f_{v,90,Rk} = f_{v,90,k}$$

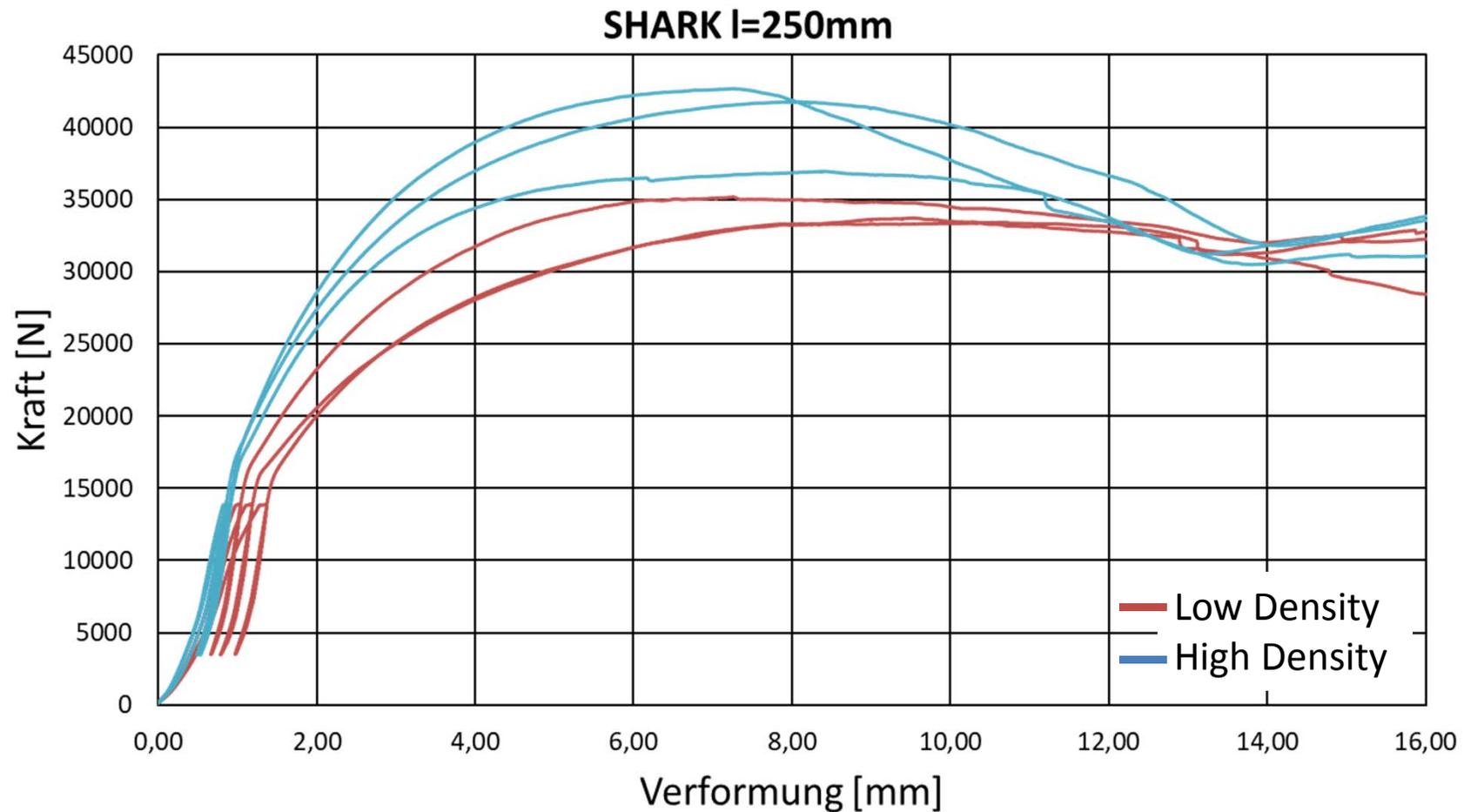


$$f_{v,0,Rk} = k_v \cdot f_{v,0,k}$$

## SHARK METAL | ERGEBNISSE



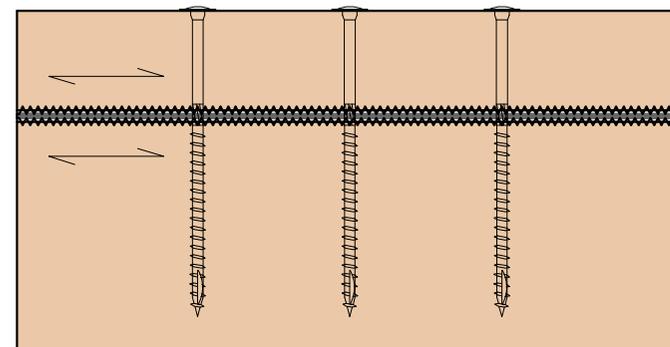
## SHARK METAL | SHARK 250x50mm



## SHARK METAL | ERGEBNISSE

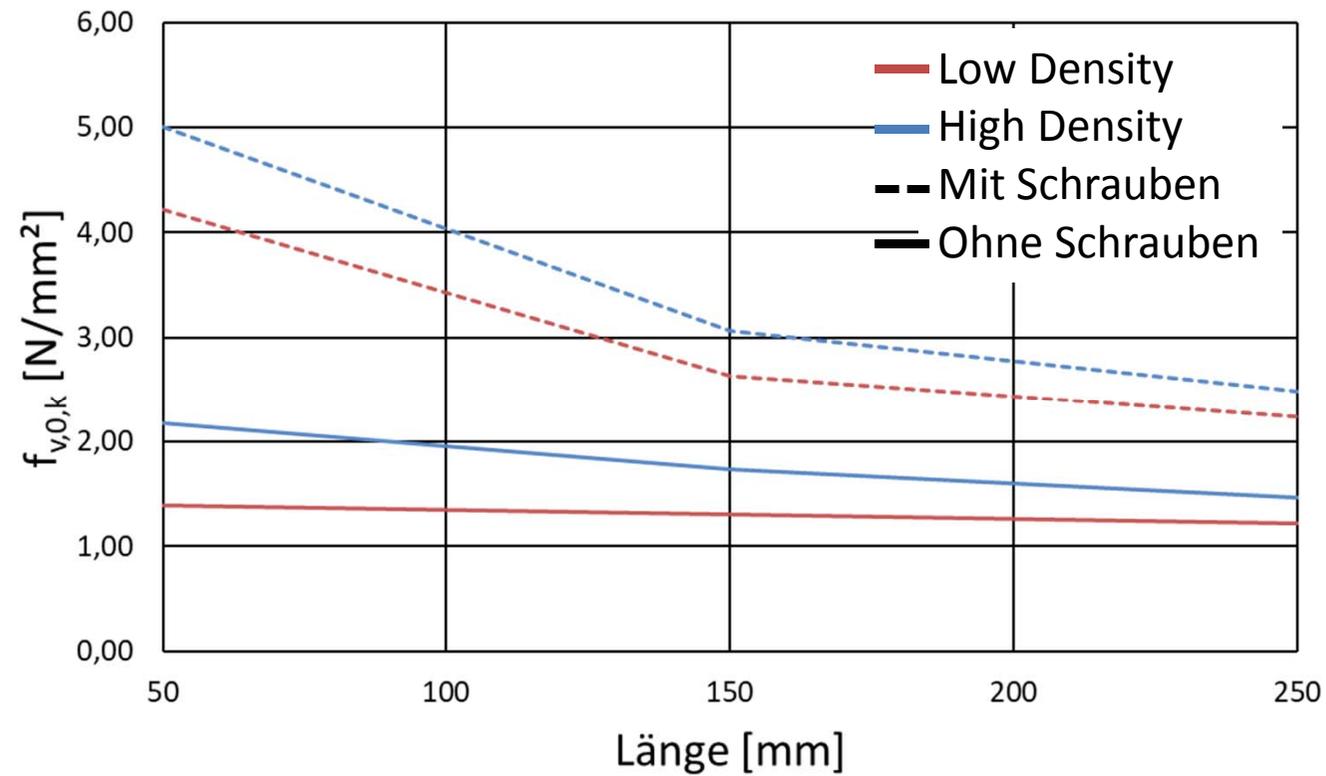
Länge [mm]	TBS [-]	Low Density (LD)		High Density (HD)	
		$F_{v,0,Rk,LD,tot}$ [kN]	$f_{v,0,k,LD,tot}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$F_{v,0,Rk,HD,tot}$ [kN]	$f_{v,0,k,HD,tot}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
50	2	10,55	4,22	12,52	5,01
150	3	19,74	2,63	22,96	3,06
250	4	28,03	2,24	31,11	2,49

Länge [mm]	LD	HD
	$f_{v,0,LD,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{v,0,HD,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
50	1,39	2,18
150	1,30	1,73
250	1,22	1,47



## SHARK METAL | ERGEBNISSE

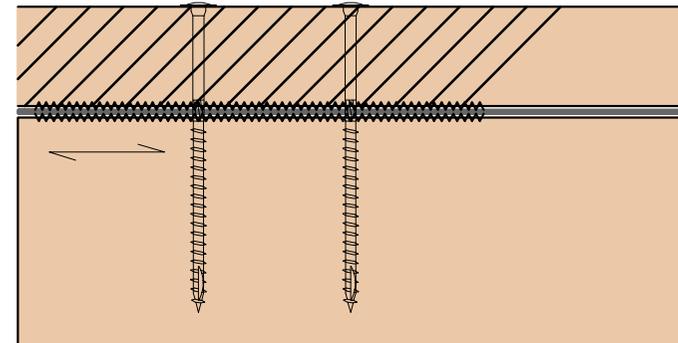
- Einfluss der Länge



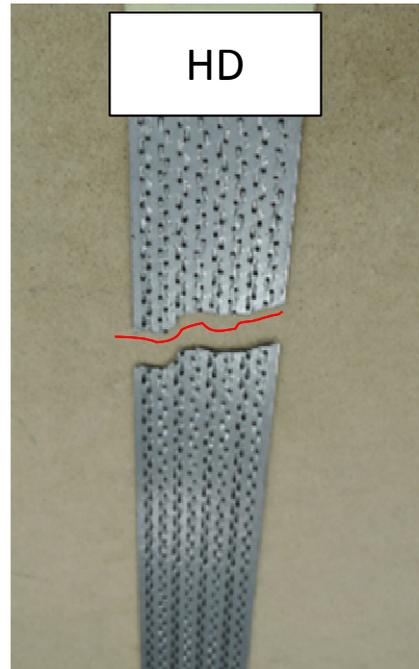
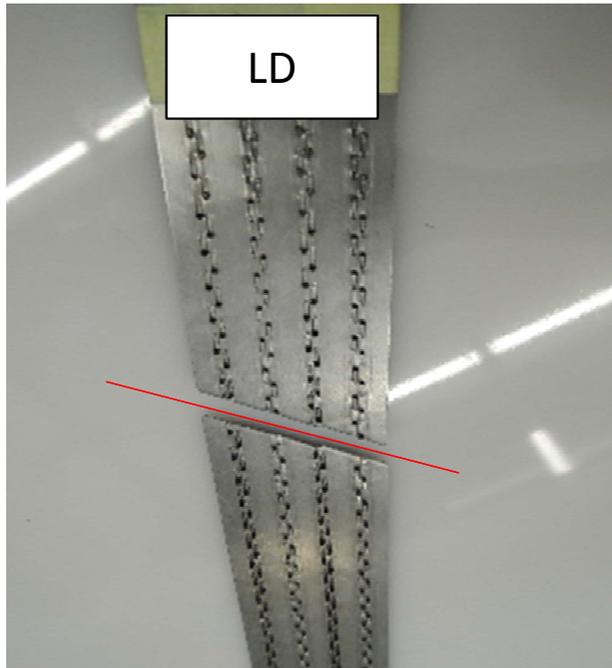
## SHARK METAL | ERGEBNISSE

Länge [mm]	TBS [-]	Low Density (LD)		High Density (HD)	
		$F_{v,90,Rk,LD,tot}$ [kN]	$f_{v,90,Rk,LD,tot}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$F_{v,90,Rk,HD,tot}$ [kN]	$f_{v,90,Rk,HD,tot}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
100	2	8,90	1,78	13,00	2,60

Länge [mm]	LD $f_{v,90,LD,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	HD $f_{v,90,HD,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
100	0,22	0,57



## SHARK METAL | ZUGVERSUCHE



SHARK	$F_{\text{tens,Rk}}$ [kN]	$f_{\text{tens,Rk}}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
LD	23,64	630
HD	21,76	580



## SHARK METAL | RECHENMODELL (VORSCHLAG)

SHARK METAL					
ID	$f_{v,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{v,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{0,ser}$ [N/mm <sup>3</sup> ]	$k_{90,ser}$ [N/mm <sup>3</sup> ]	$F_{tens,k}$ [kN]
LD	1,20	0,20	3,13	0,65	23
HD	1,45	0,55	6,47	0,90	21

Einbau mit TBS 8x160 Schrauben mit Abstand  $a_1=12 \cdot d$  mm  
Mindestabmessungen Querschnitte

mit

$$f_{v,0,s,k} = k_v \cdot f_{v,0,v,k} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{1,1} \quad f_{v,90,s,k} = f_{v,90,v,k} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{1,1}$$

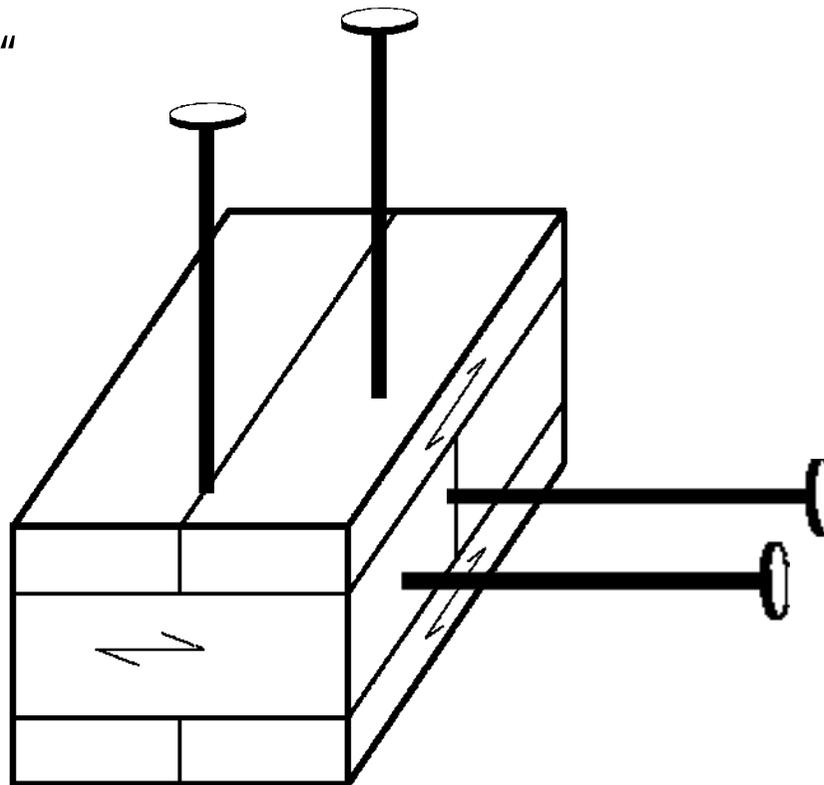
$$k_v = \max \begin{cases} 1,0 + (250 - l) \cdot C \\ 1,0 \end{cases} ; l_{min} = 50 \text{ mm}$$

## SHARK METAL | ANWENDUNG



## SHARK METAL | ANWENDUNG

„PLEASE MIND THE GAP“



## SHARK METAL | KENNWERTE FÜR CLT

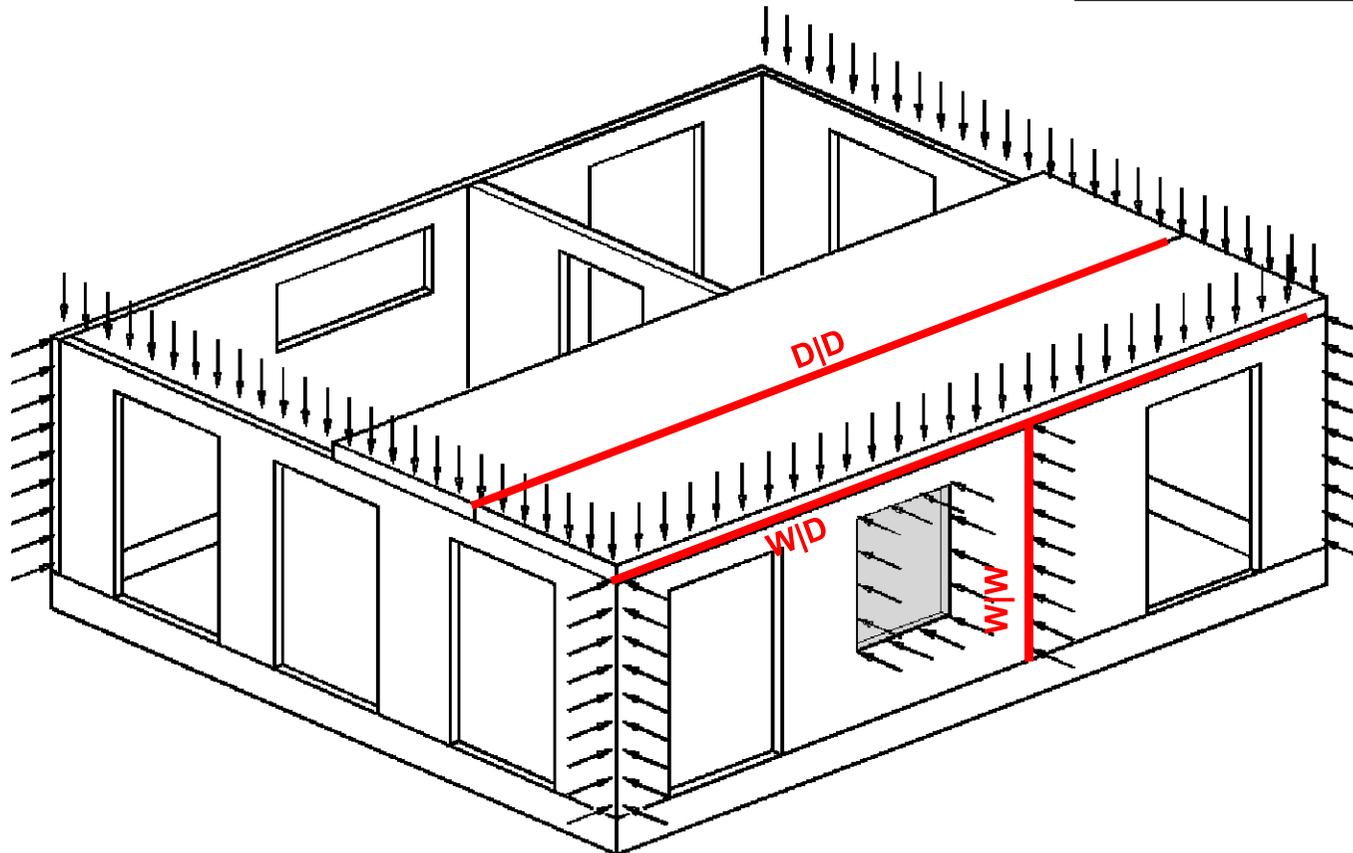
Schubversuche CLT 3s



## SHARK METAL | ANWENDUNG

STÖSSE:

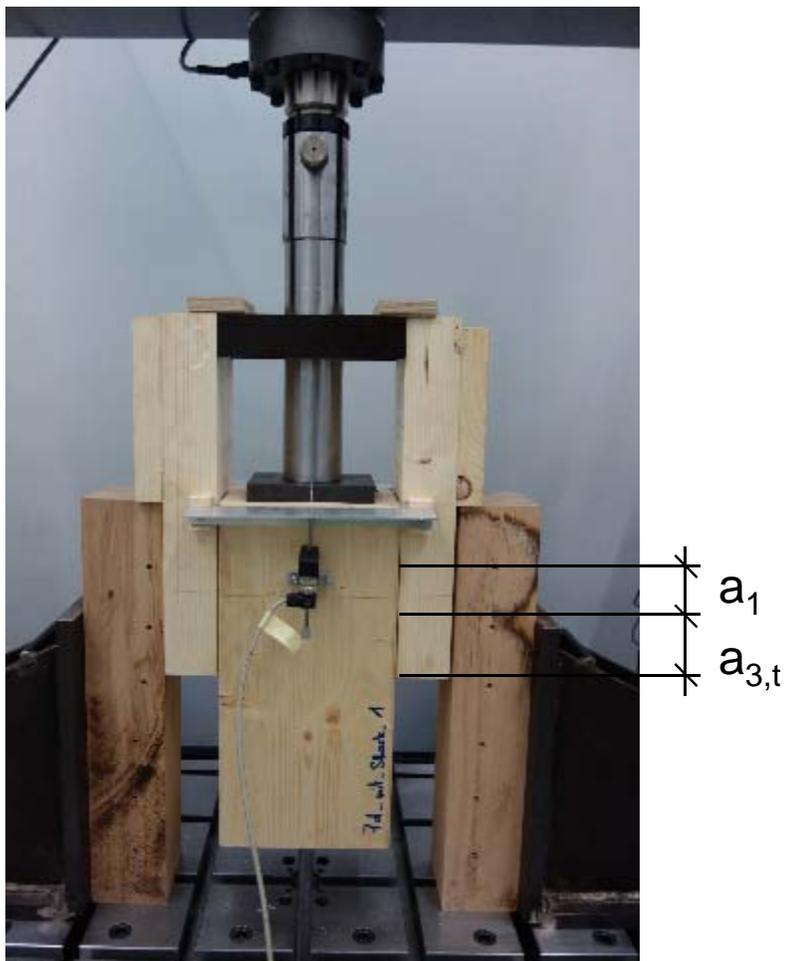
W W	Wand-Wand
D D	Decke-Decke
W D	Wand-Decke



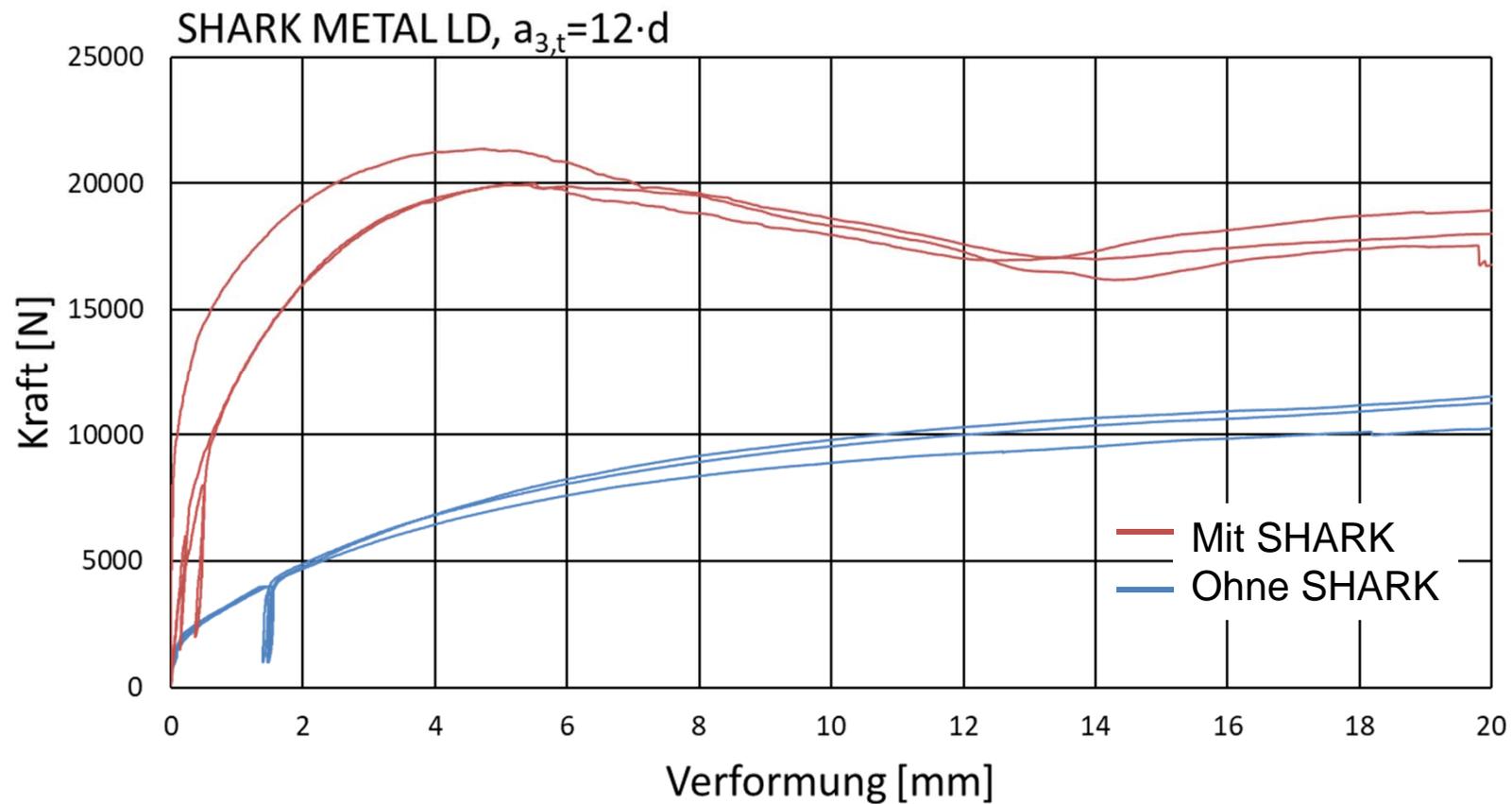
## SHARK METAL | RANDABSTÄNDE



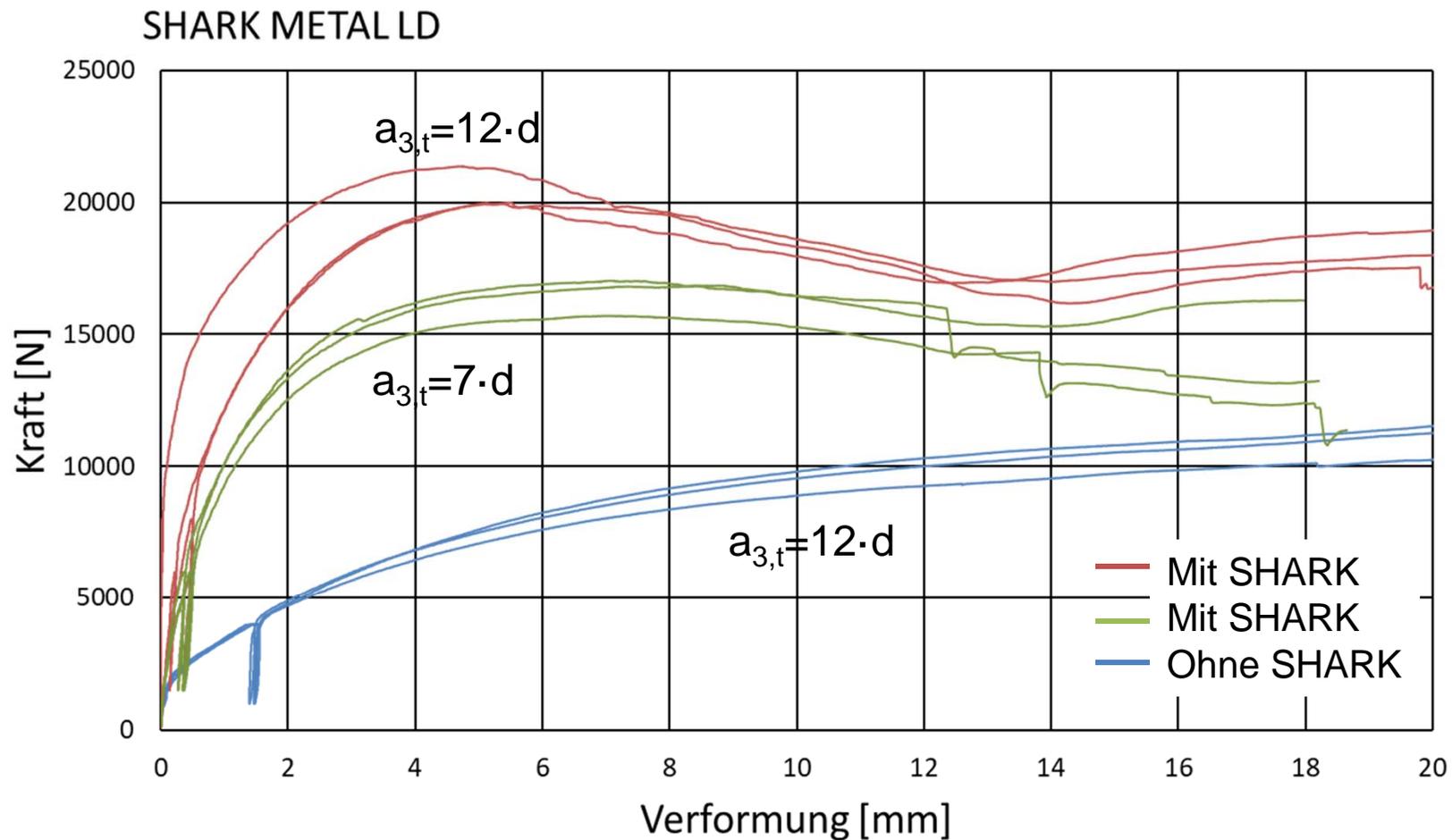
# SHARK METAL | RANDABSTÄNDE



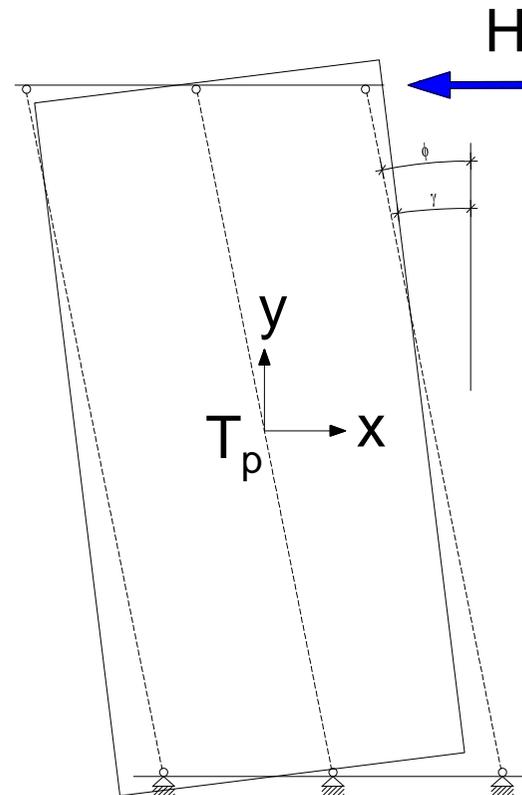
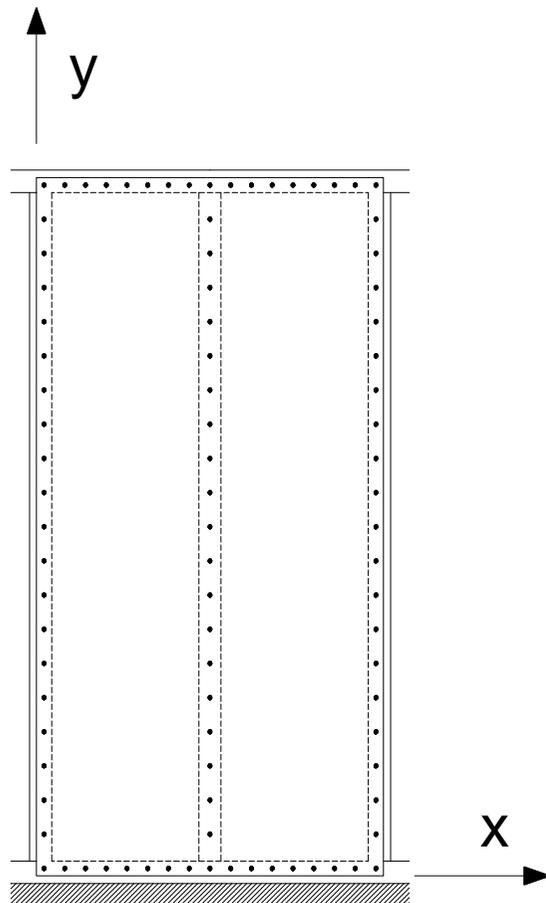
## SHARK METAL | RANDABSTÄNDE



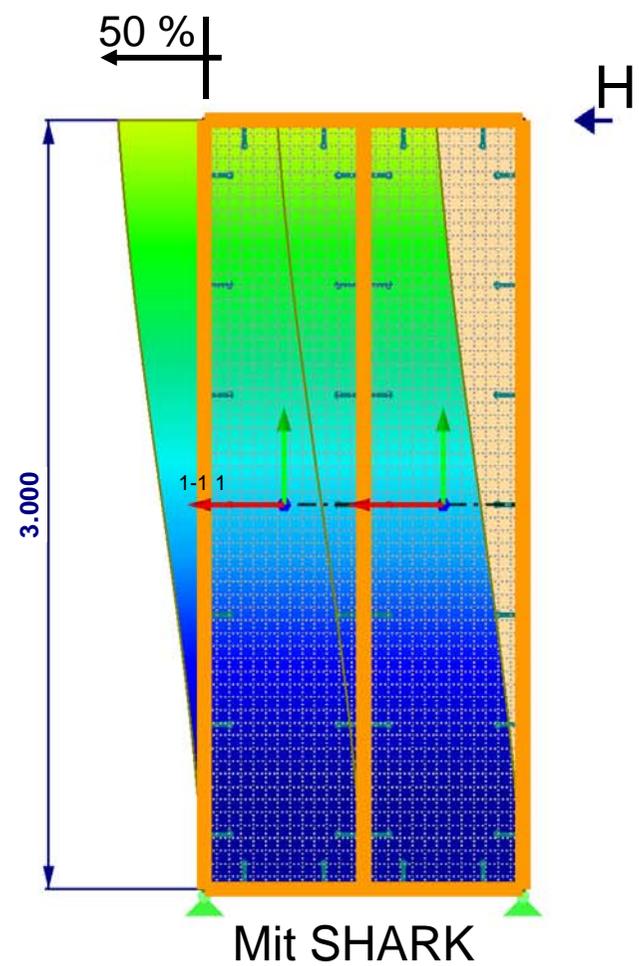
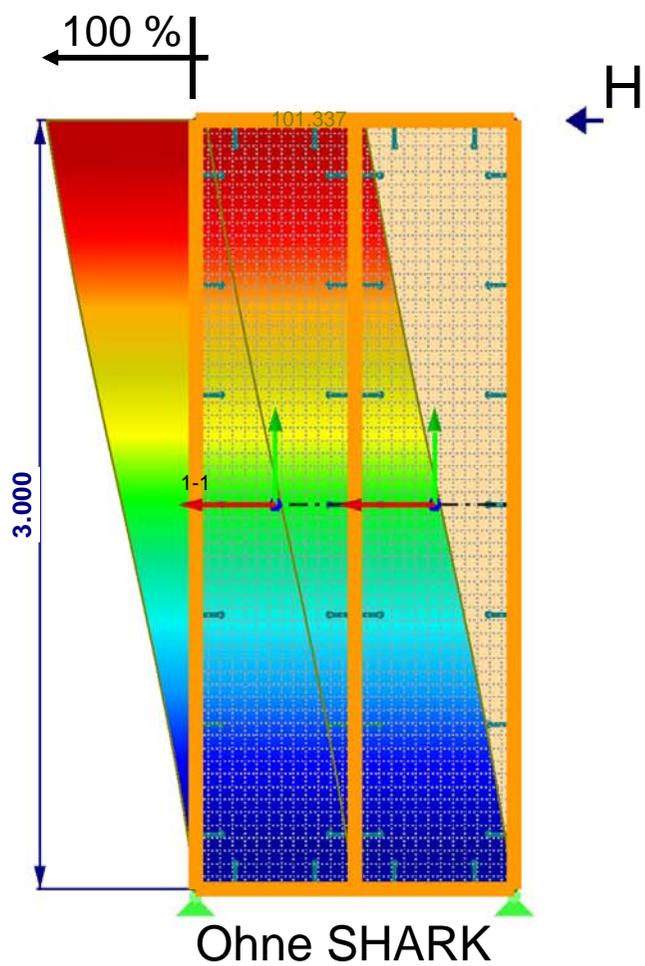
# SHARK METAL | RANDABSTÄNDE



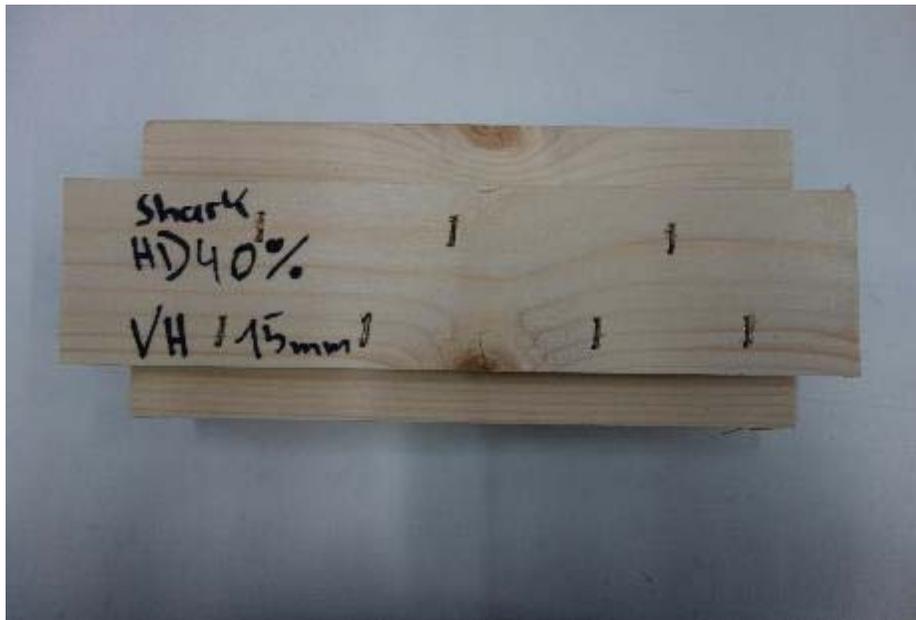
# SHARK METAL | TAFELBAUWEISE



# SHARK METAL | TAFELBAUWEISE



## SHARK METAL | EINPRESSDRUCK MIT KLAMMERN

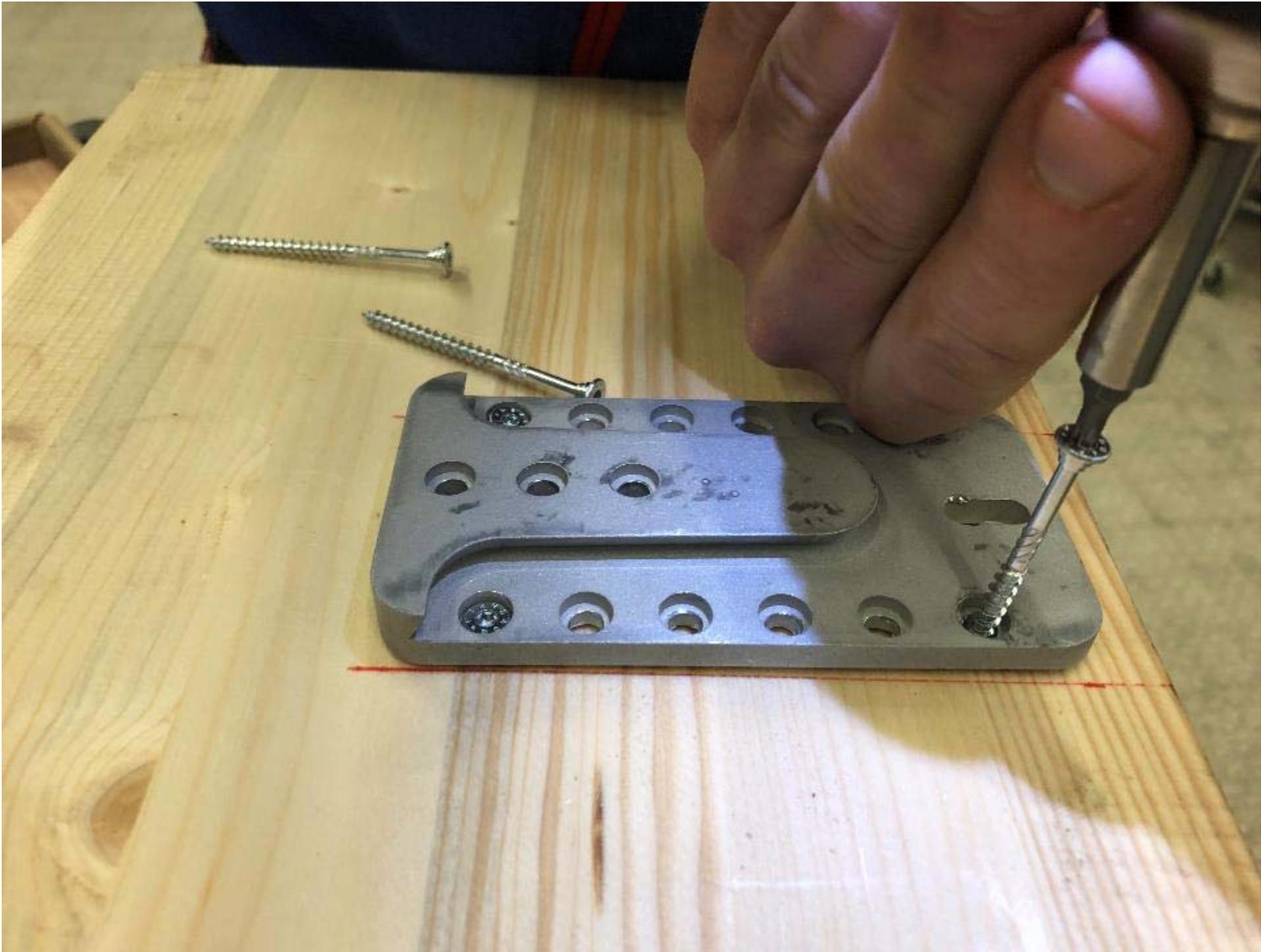


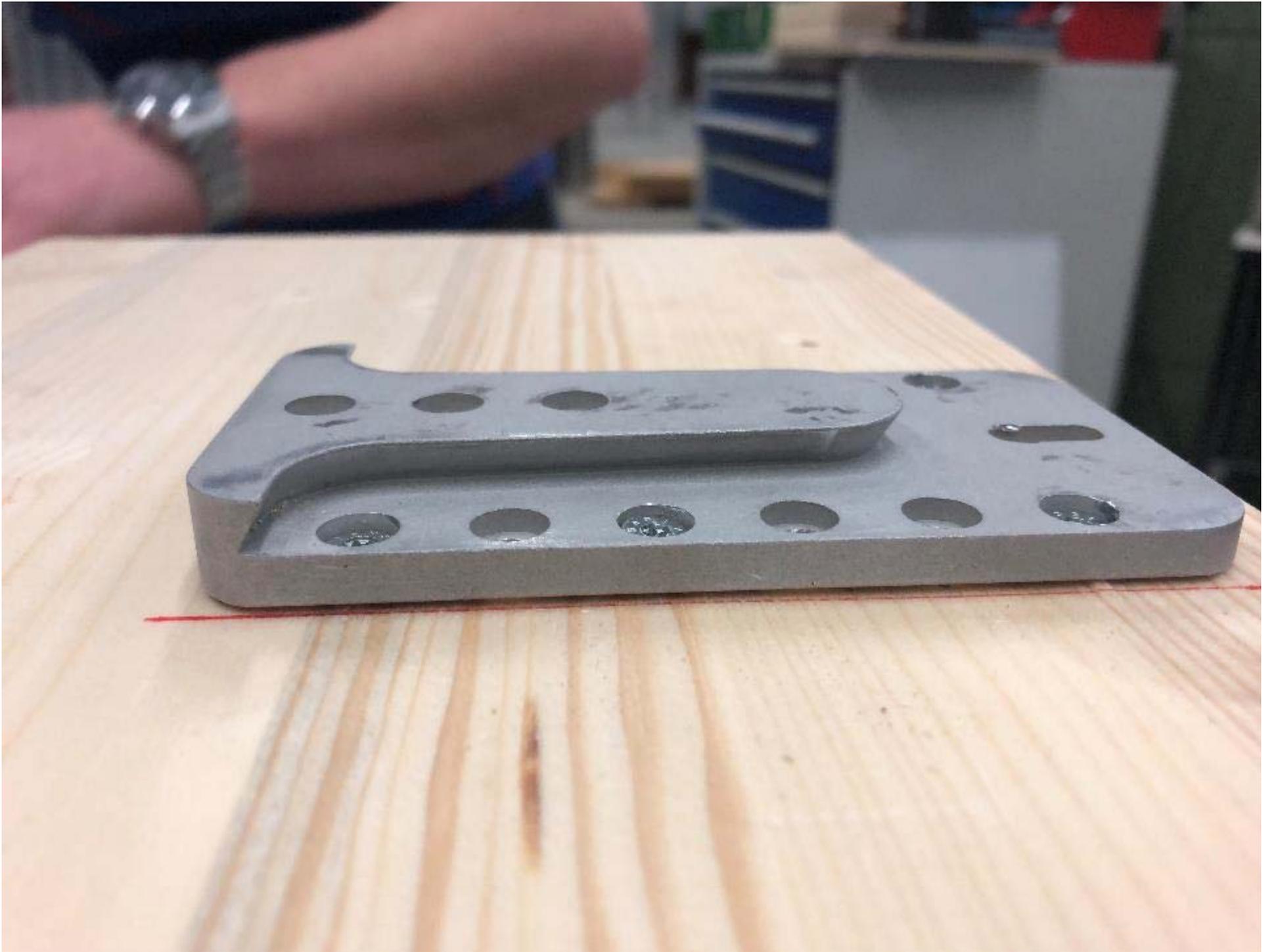
## SHARK METAL | OSB und SCHRAUBEN

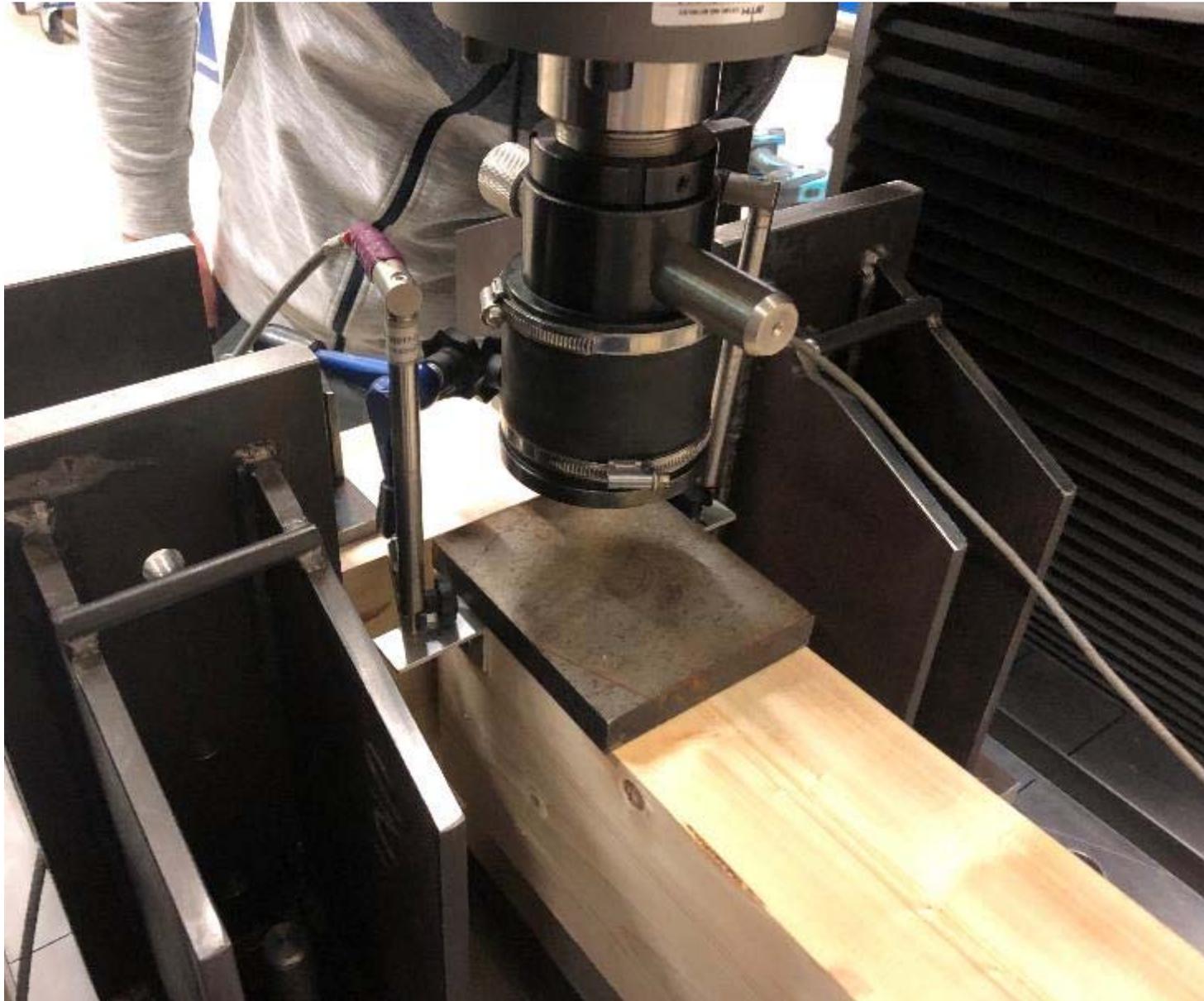


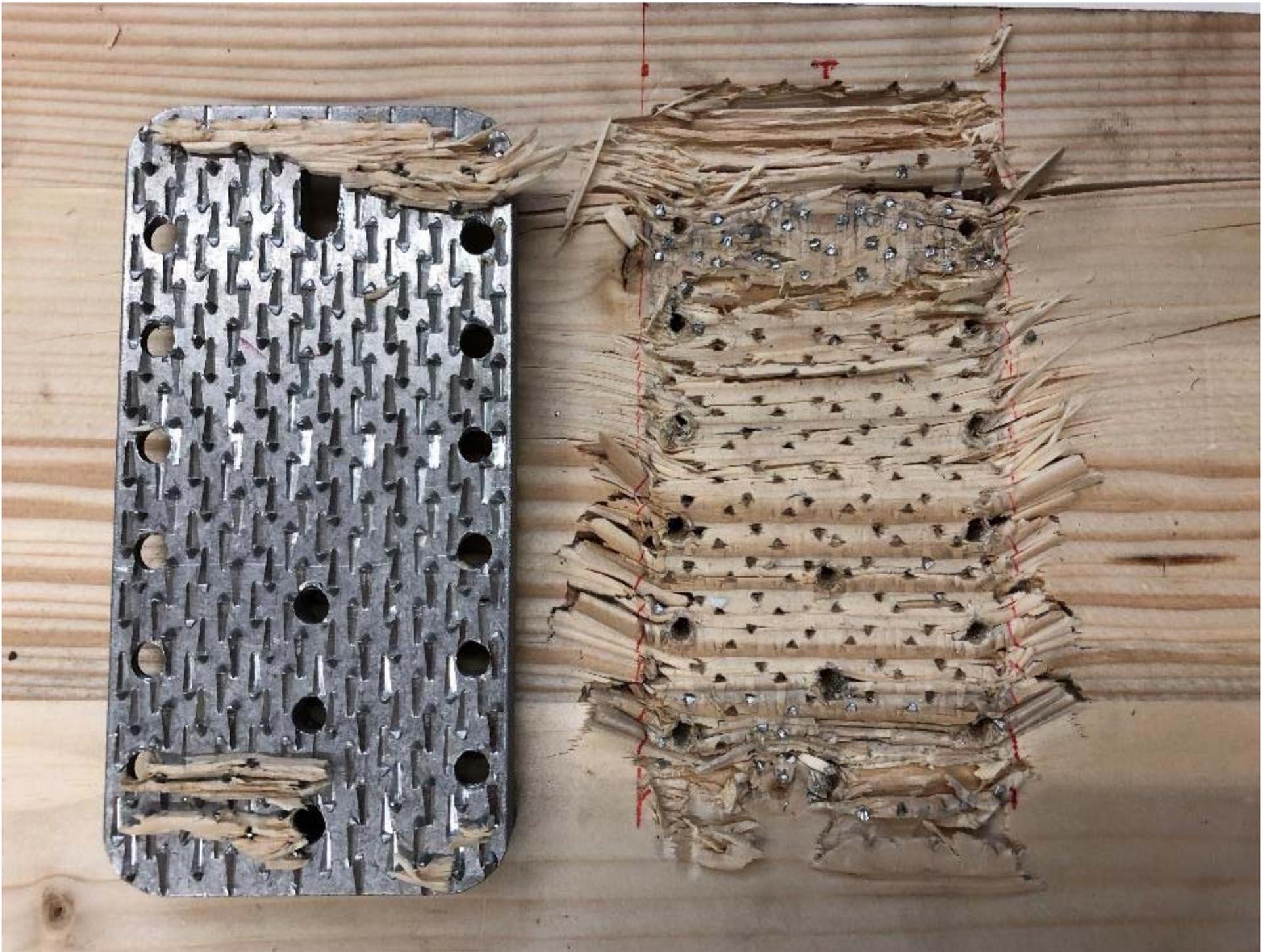
## SHARK METAL | ANWENDUNGSGEBIETE



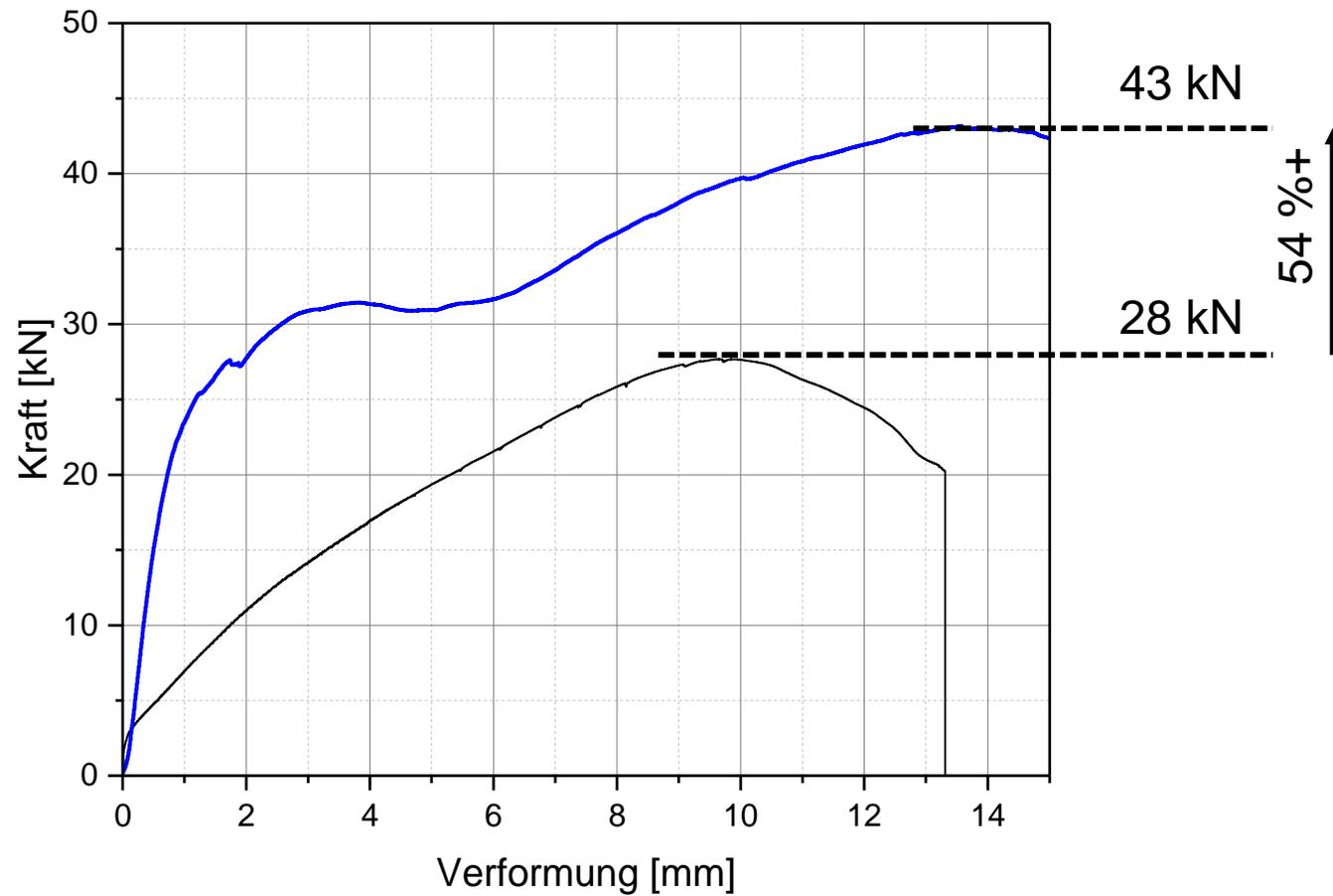








## SHARK METAL | ANWENDUNG HAUPT-NEBENTRÄGER



  
**rothoblaas**

  
**NUCAP®**

## ARBEITSGRUPPE

---

Roland Maderebner



Luca Sestigiani



Julian Meyer



Peter Lang



Maximilian Bestler



Ernesto Callegari

