

**Anhang zu:**

**Untersuchungen  
zur Verbesserung  
der Methode  
zum fachgerechten  
Schließen von  
Bohrkernentnahmestellen**

von

Hartmut Johannes Beckedahl  
Stefan Koppers  
Tim Schrödter

Bergische Universität Wuppertal  
Lehr- und Forschungsgebiet Straßenentwurf und Straßenbau

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Straßenbau Heft S 142 – Anhang**

**bast**

Auftragnehmer:



**BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL**

Bergische Universität Wuppertal  
Lehr- und Forschungsgebiet Straßenentwurf und Straßenbau  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. J. Beckedahl

**FE 07.0279/2014/ERB**

**Untersuchungen zur Verbesserung der Methode zum fachgerechten  
Verschließen von Bohrkernentnahmestellen**

**Anhang**

16.11.2018

Auftraggeber:



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

Bundesministerium für  
Verkehr und digitale  
Infrastruktur



Bundesanstalt für  
Straßenwesen

## **Autoren und Mitwirkende:**

**Bergische Universität Wuppertal**

**Lehr- und Forschungsgebiet Straßenentwurf und Straßenbau**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hartmut Johannes Beckedahl

Dipl.-Ing. Stefan Koppers

M. Sc. Tim Schrödter

**Bergisches Straßenbaulabor**

---

## Inhalt

Anhang A	– Übersicht Verschlussvarianten .....	5
Anhang B	– Prüfergebnisse Dauerhaftigkeit .....	7
Anhang C	– Fotodokumentation duraBAST .....	15
Anhang D	– Ergebnisse Querebenheits Messungen .....	26
Anhang E	– Ergebnisse FWD Messungen .....	31
Anhang F	– Mindestdatensatz.....	60
Anhang G	– Fotodokumentation in situ .....	63



## Anhang A – Übersicht Verschlussvarianten

Varianten-Bez.	Deckschicht-material	Unterkon-struktion	Bau-weise	Skizze
A	Heißmischgut		Asphalt	<p>Asphaltbauweise</p> <p>HMG</p> <p>Beton</p>
B	Beton		Beton	<p>Betonbauweise</p> <p>Beton</p> <p>Beton</p>
C	Heißmischgut MA 5 S	Zementgebundene Gesteinskörnung	Asphalt	<p>Asphaltbauweise</p> <p>HMG</p> <p>Beton</p>
D	Reaktives Kaltmischgut KMG-R 0/4	Zementgebundene Gesteinskörnung	Asphalt	<p>Asphaltbauweise</p> <p>reaktives KMG</p> <p>Beton</p>
E	Kaltmischgut KMG-E 0/8	Zementgebundene Gesteinskörnung	Asphalt	<p>Asphaltbauweise</p> <p>KMG</p> <p>Beton</p>
F	Kaltmischgut KMG-E 0/8	Kaltmischgut KMG-E 0/11	Asphalt	<p>Asphaltbauweise</p> <p>KMG 0/8</p> <p>KMG 0/11</p> <p>Beton</p>
G	Kaltmischgut KMG-E 0/8	Gesteinskörnung 8/11	Asphalt	<p>Asphaltbauweise</p> <p>KMG</p> <p>8/11</p> <p>Beton</p>

Varianten-Bez.	Deckschichtmaterial	Unterkonstruktion	Bauweise	Skizze
H	Kaltemischgut KMG-E 0/8	Gesteinskörnung 5/11	Asphalt	
I	Reaktives Kaltemischgut KMG-R 0/4	Gesteinskörnung 8/11	Asphalt	
J	Reaktives Kaltemischgut KMG-R 0/4	Gesteinskörnung 5/11	Asphalt	
K	Heißmischgut MA 5 S	Gesteinskörnung 8/11	Asphalt	
L	Heißmischgut MA 5 S	Gesteinskörnung 5/11	Asphalt	
M	Bitumenstopfen	Gesteinskörnung 8/11	Asphalt	
N	Vorgefertigter Reparaturbohrkern	Gesteinskörnung 5/11	Asphalt	

Tab. A-1: Übersicht der geprüften Verschlussvarianten

## Anhang B – Prüfergebnisse Dauerhaftigkeit

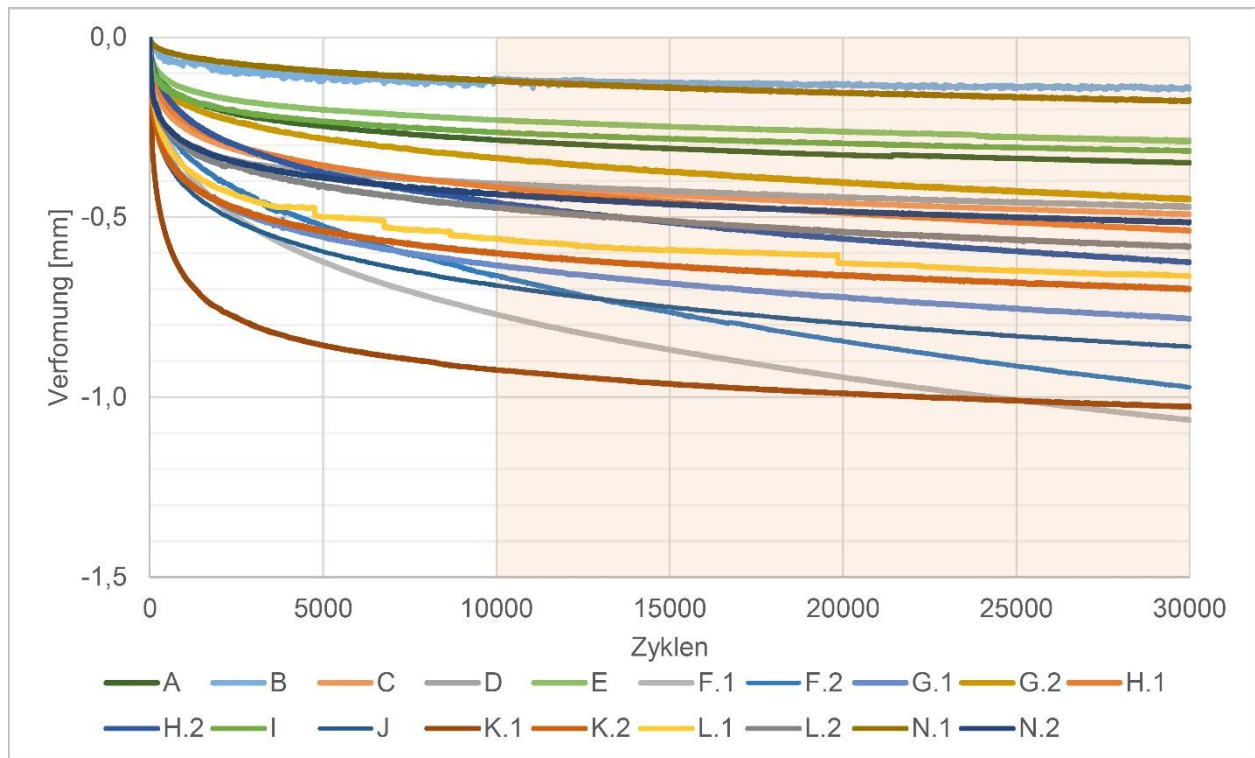


Bild B-1: Übersicht aller Kriechkurven der geprüften Verschlussvarianten

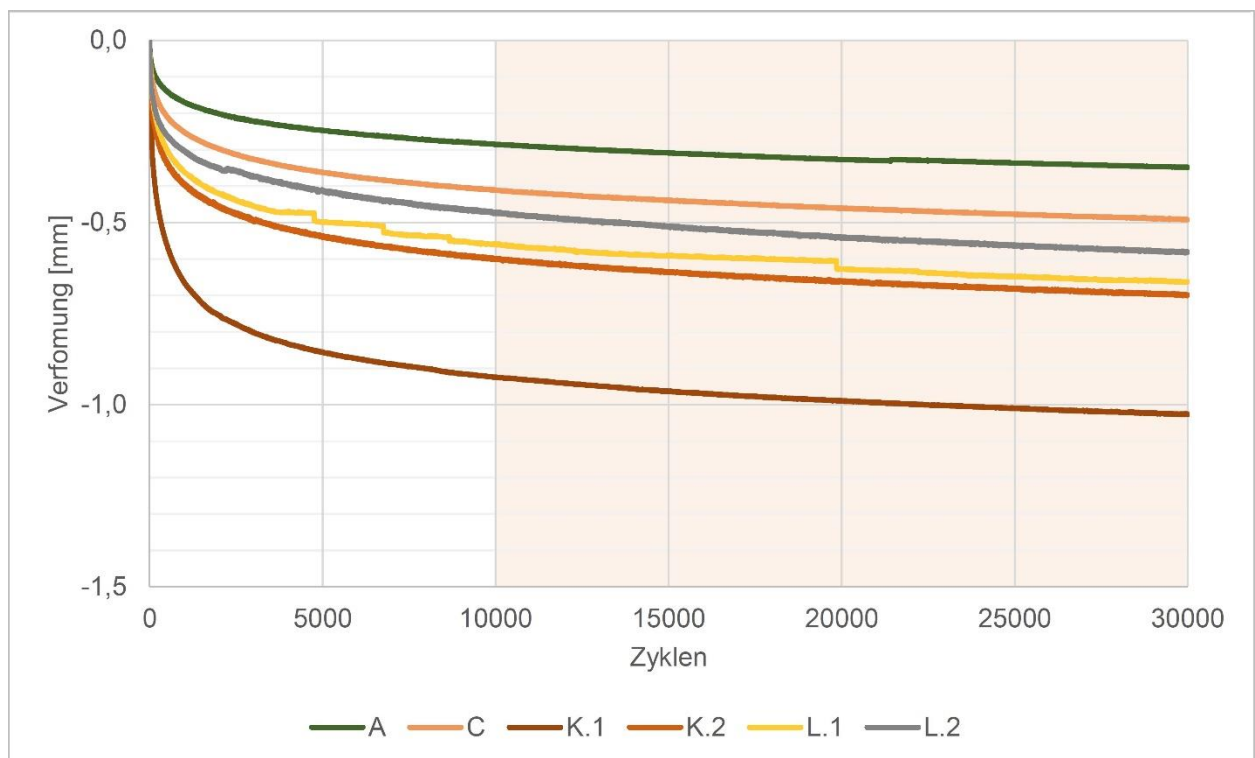


Bild B-2: Übersicht aller Kriechkurven von Varianten mit Heißmischgut (HMG) als Deckschichtersatz



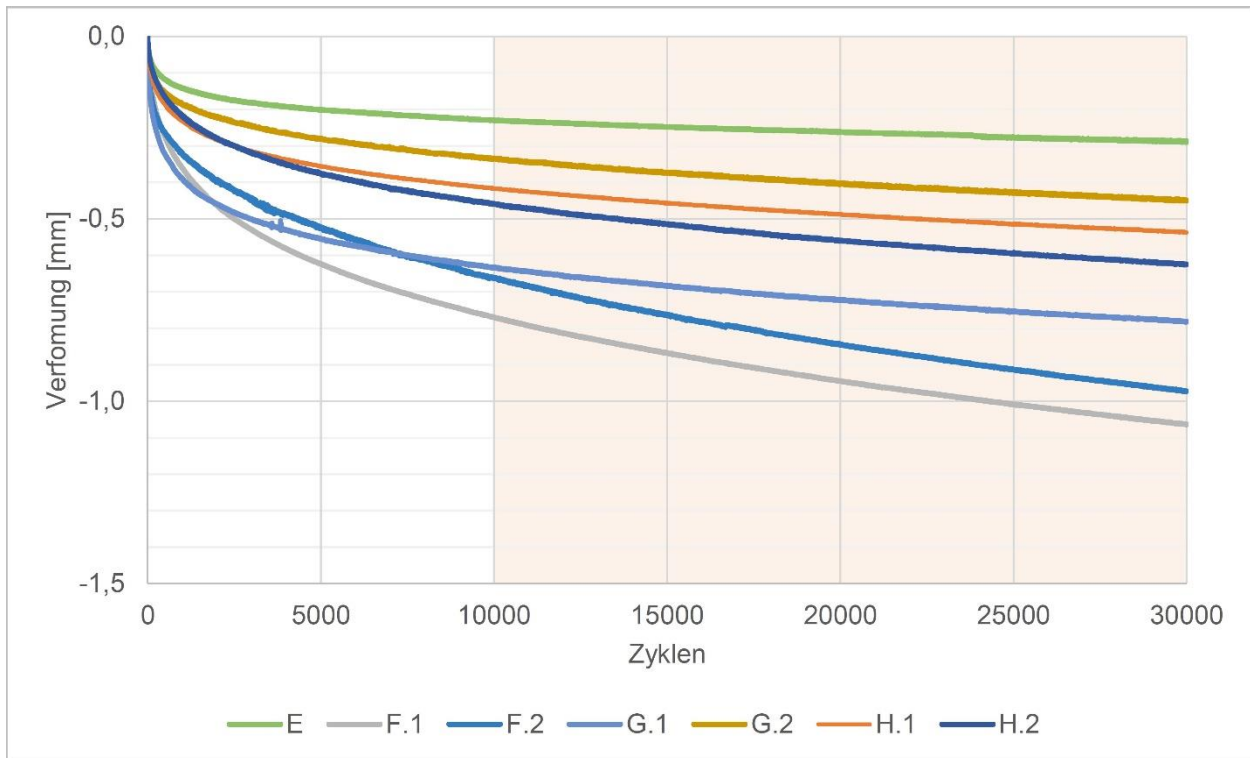


Bild B-3: Übersicht aller Kriechkurven von Varianten mit Kaltmischgut KMG-E als Deckschichtersatz

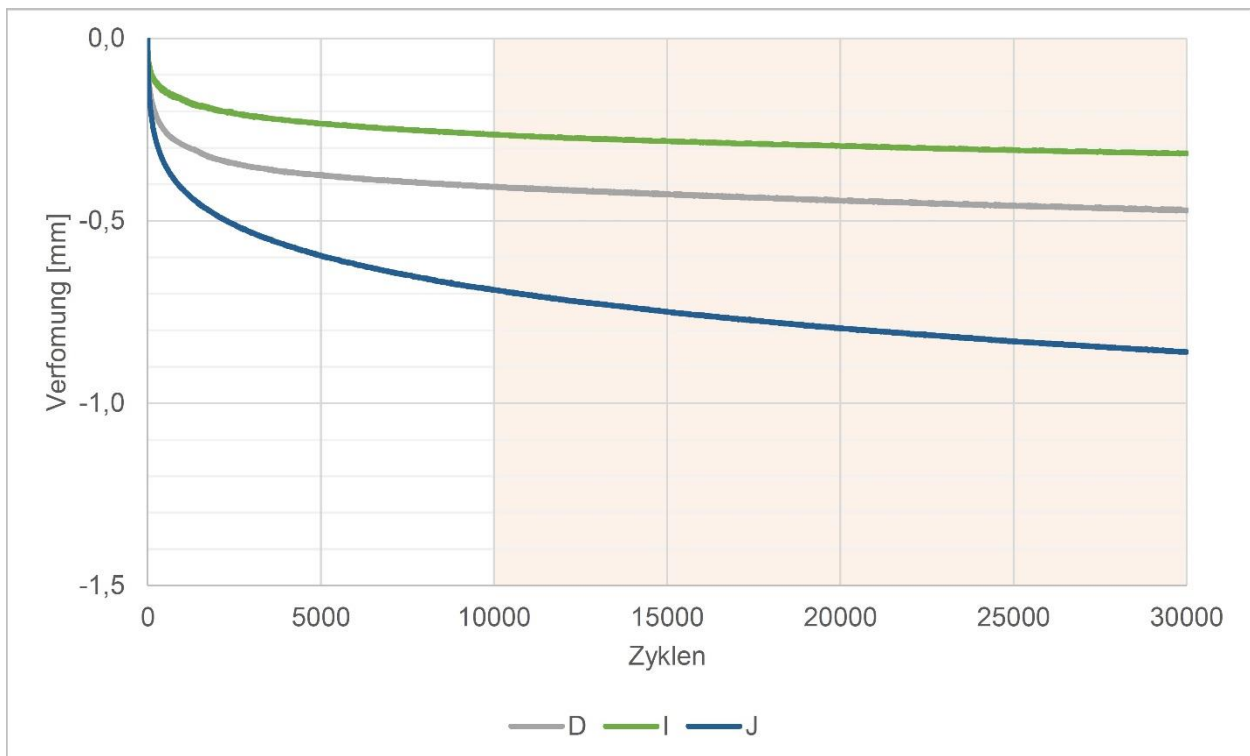


Bild B-4: Übersicht aller Kriechkurven von Varianten mit reaktivem Kaltmischgut als Deckschichtersatz

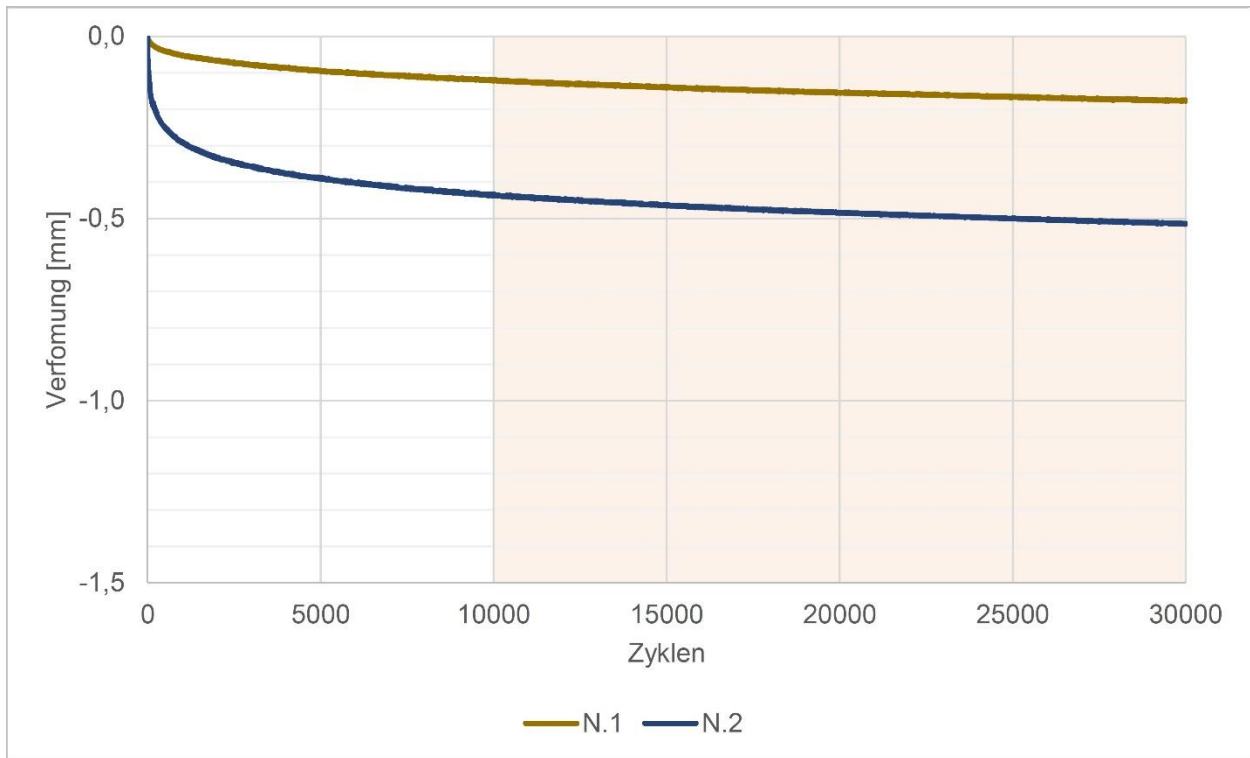


Bild B-5: Übersicht aller Kriechkurven von Varianten mit Reparaturbohrkern als Deckschichtersatz

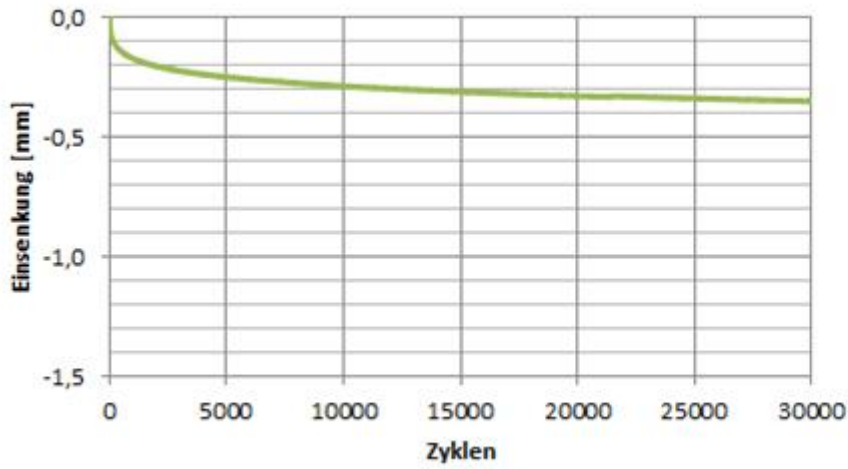


Bild B-6: Kriechkurvenverlauf der Variante A mit Oberflächenbild nach der Prüfung

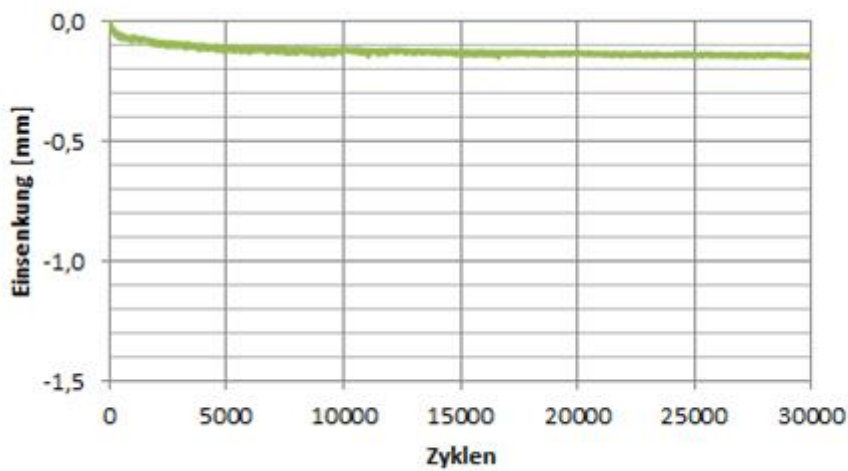


Bild B-7: Kriechkurvenverlauf der Variante B mit Oberflächenbild nach der Prüfung

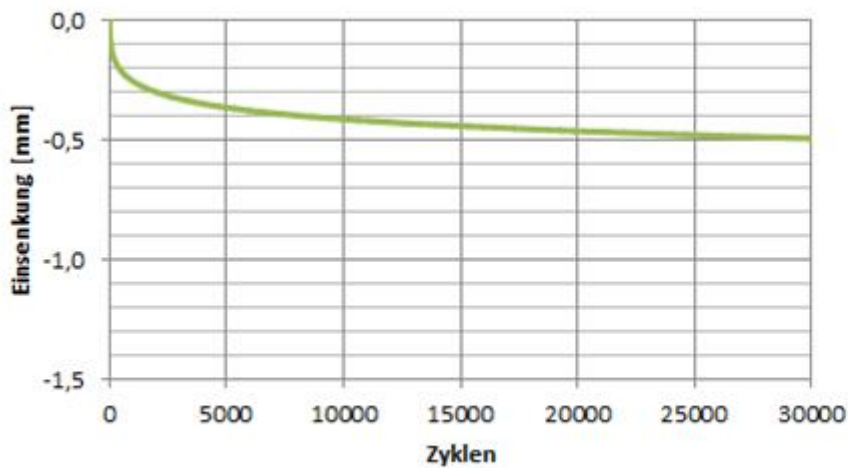


Bild B-8: Kriechkurvenverlauf der Variante C mit Oberflächenbild nach der Prüfung

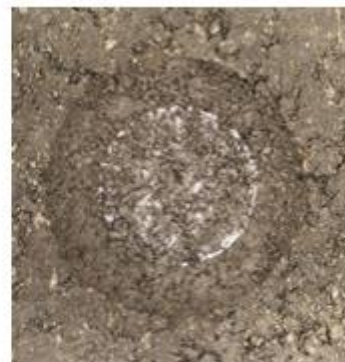
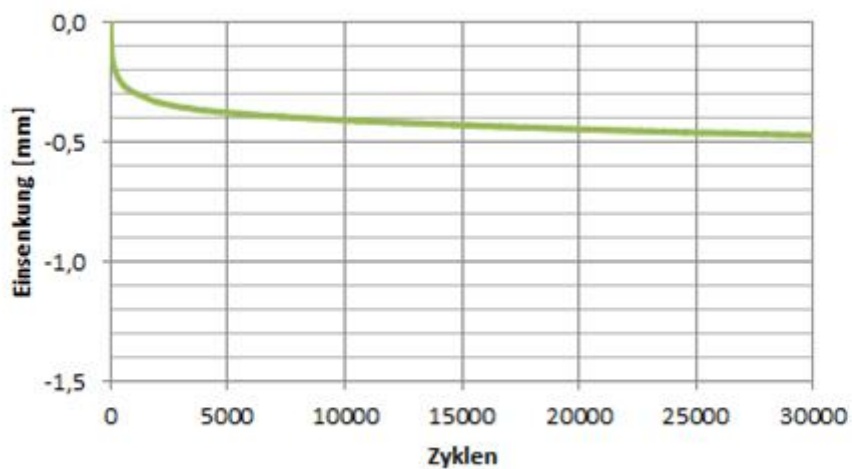


Bild B-9: Kriechkurvenverlauf der Variante D mit Oberflächenbild nach der Prüfung

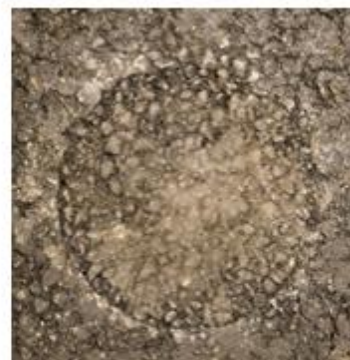
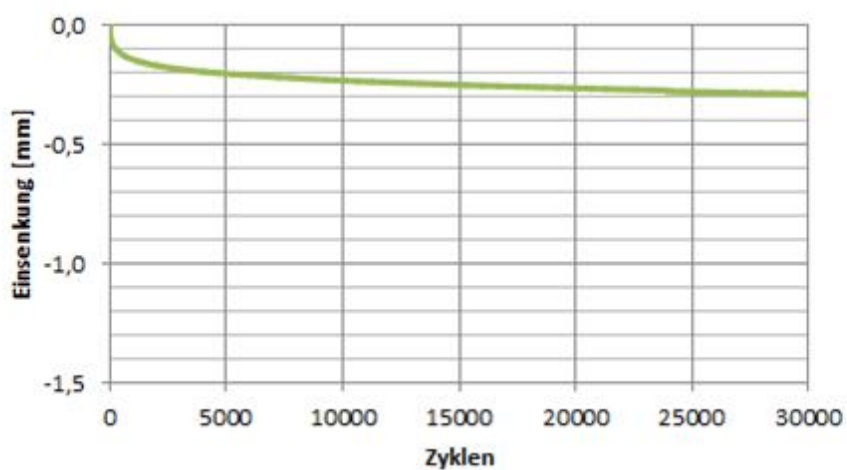


Bild B-10: Kriechkurvenverlauf der Variante E mit Oberflächenbild nach der Prüfung

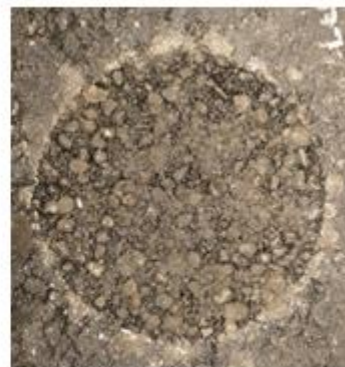
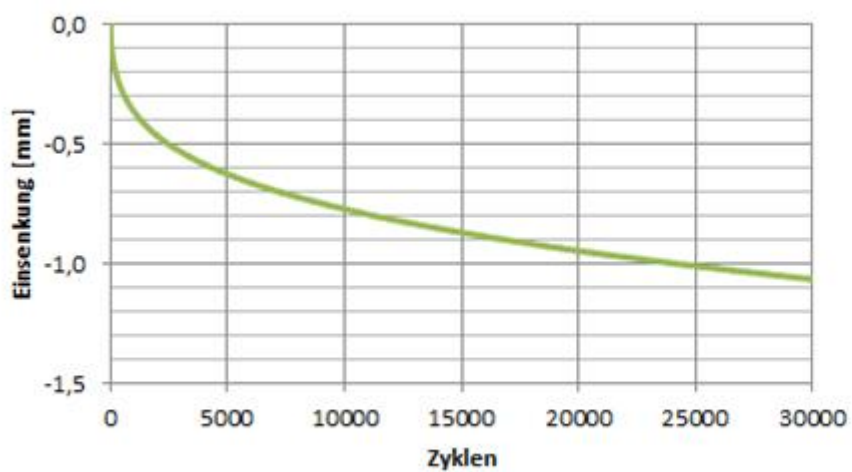


Bild B-11: Kriechkurvenverlauf der Variante F mit Oberflächenbild nach der Prüfung

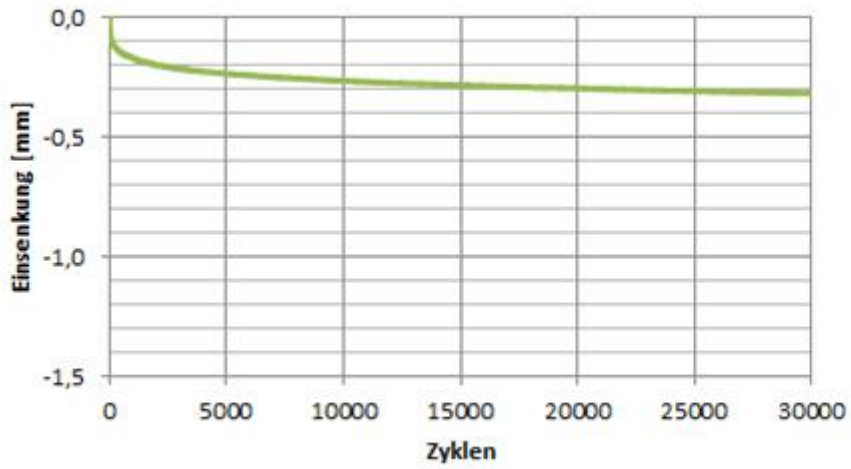


Bild B-12: Kriechkurvenverlauf der Variante I mit Oberflächenbild nach der Prüfung

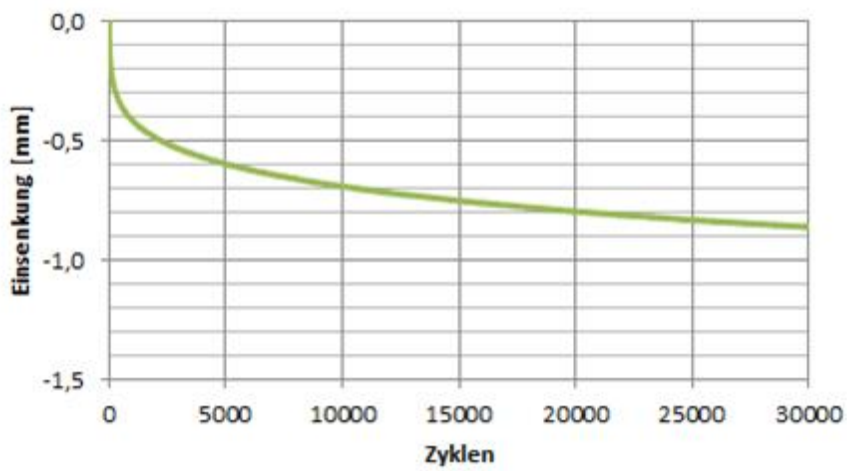


Bild B-13: Kriechkurvenverlauf der Variante J mit Oberflächenbild nach der Prüfung

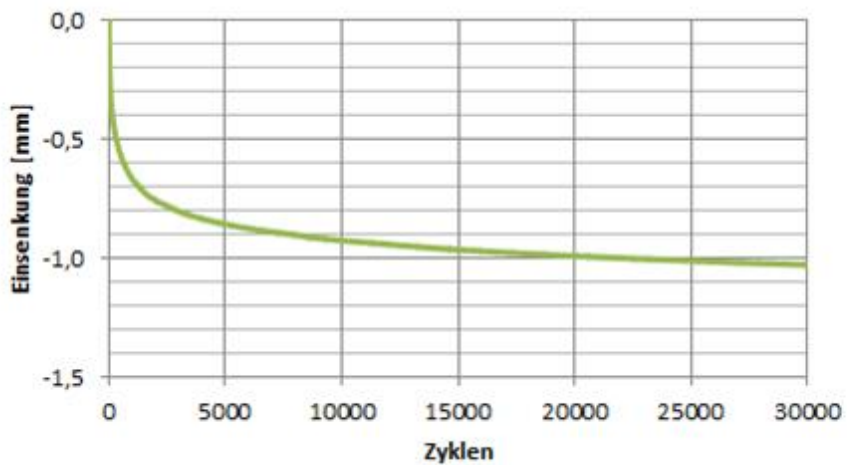


Bild B-14: Kriechkurvenverlauf der Variante K mit Oberflächenbild nach der Prüfung

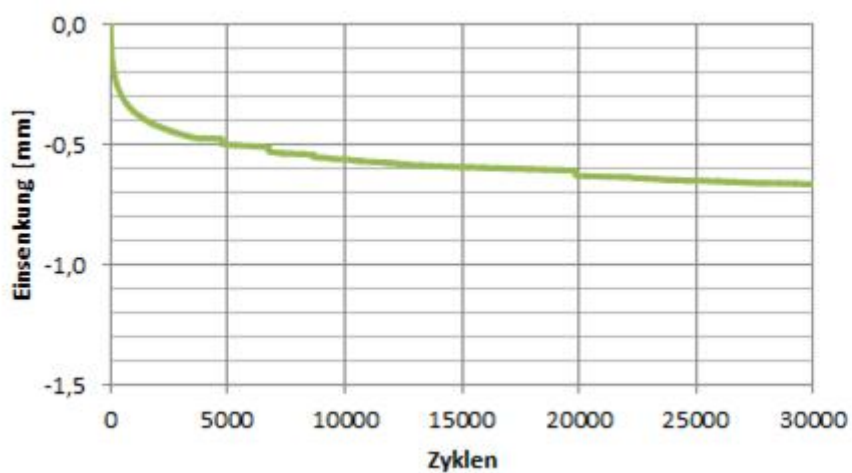


Bild B-15: Kriechkurvenverlauf der Variante L mit Oberflächenbild nach der Prüfung

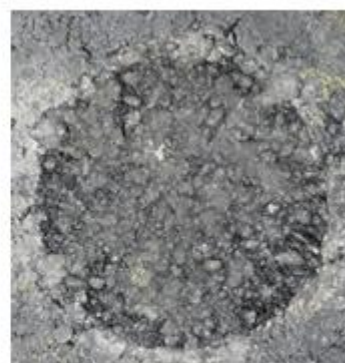
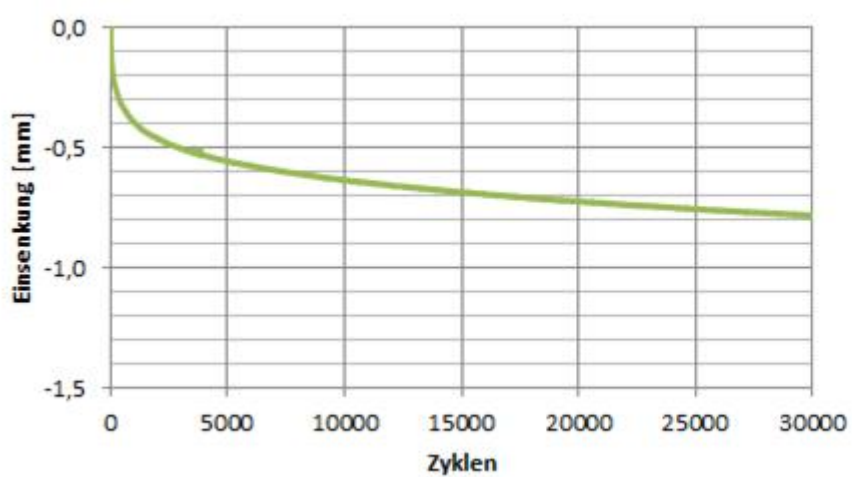


Bild B-16: Kriechkurvenverlauf der Variante G mit Oberflächenbild nach der Prüfung

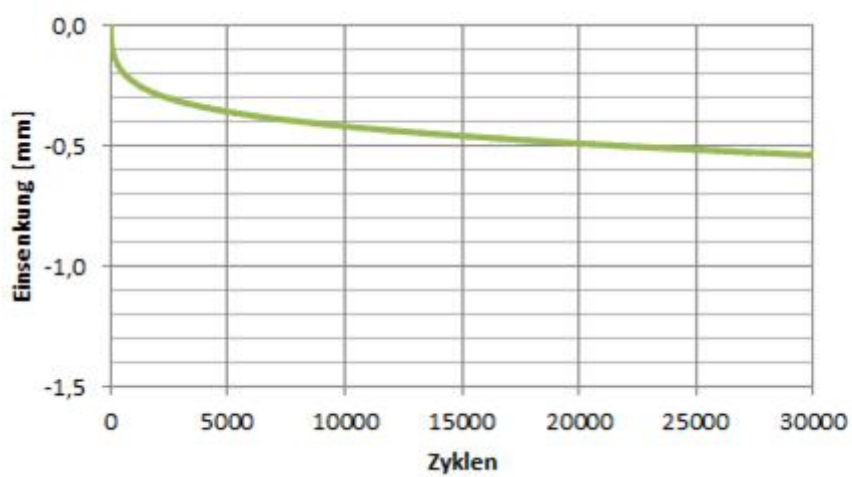


Bild B-17: Kriechkurvenverlauf der Variante H mit Oberflächenbild nach der Prüfung

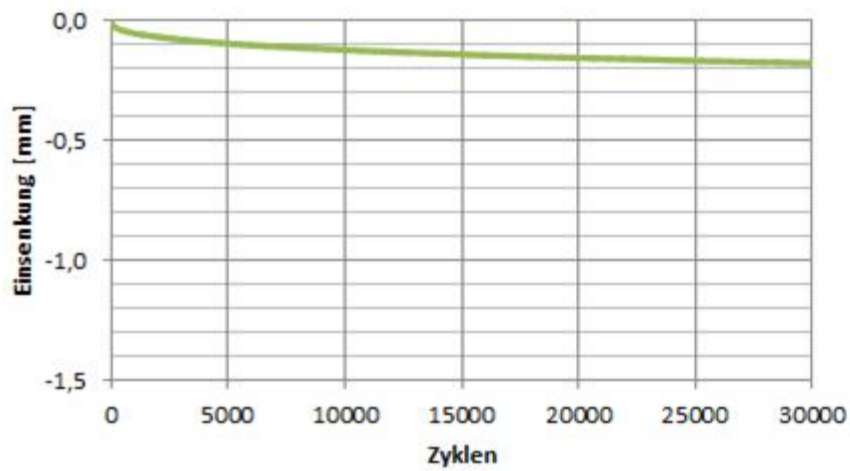


Bild B-18: Kriechkurvenverlauf der Variante N.1 mit Oberflächenbild nach der Prüfung

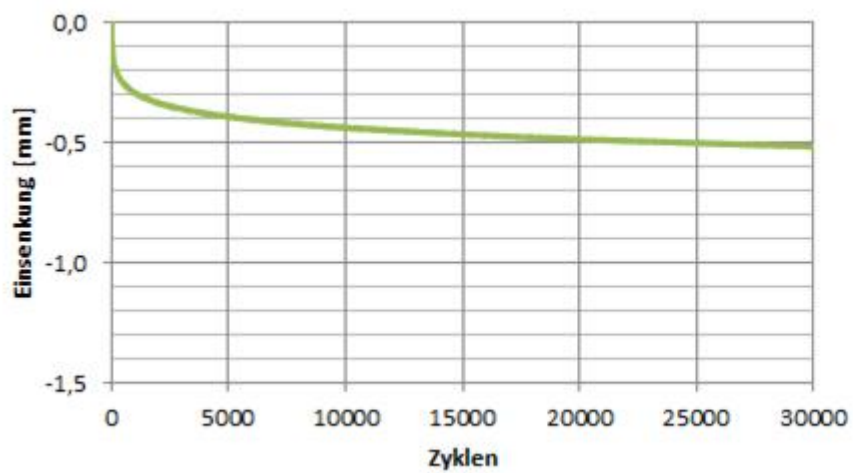


Bild B-19: Kriechkurvenverlauf der Variante N.2 mit Oberflächenbild nach der Prüfung

## Anhang C – Fotodokumentation duraBAST

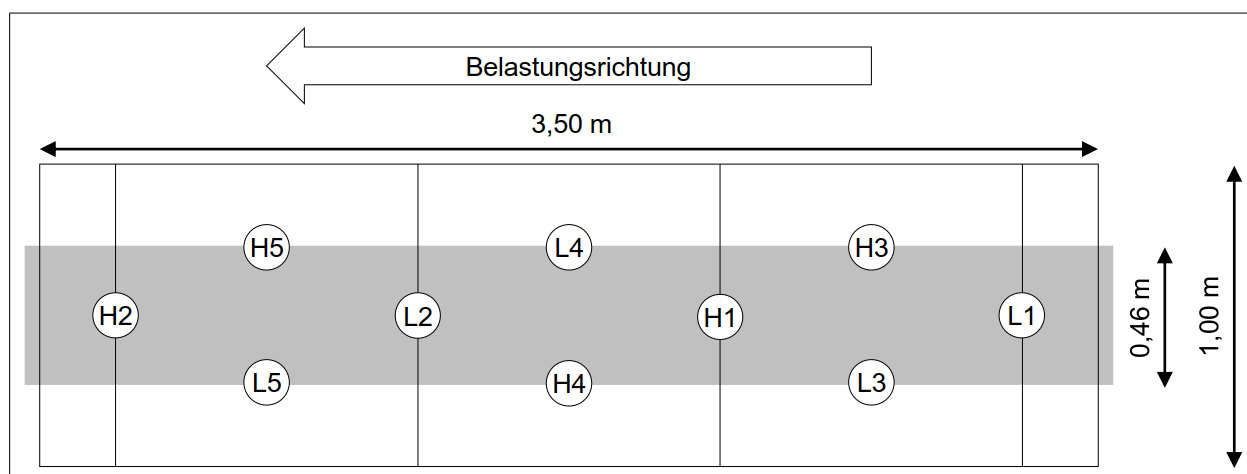


Bild C-1: Versuchsfeld duraBAST mit Bezeichnungen der Bohrkernverschlüsse



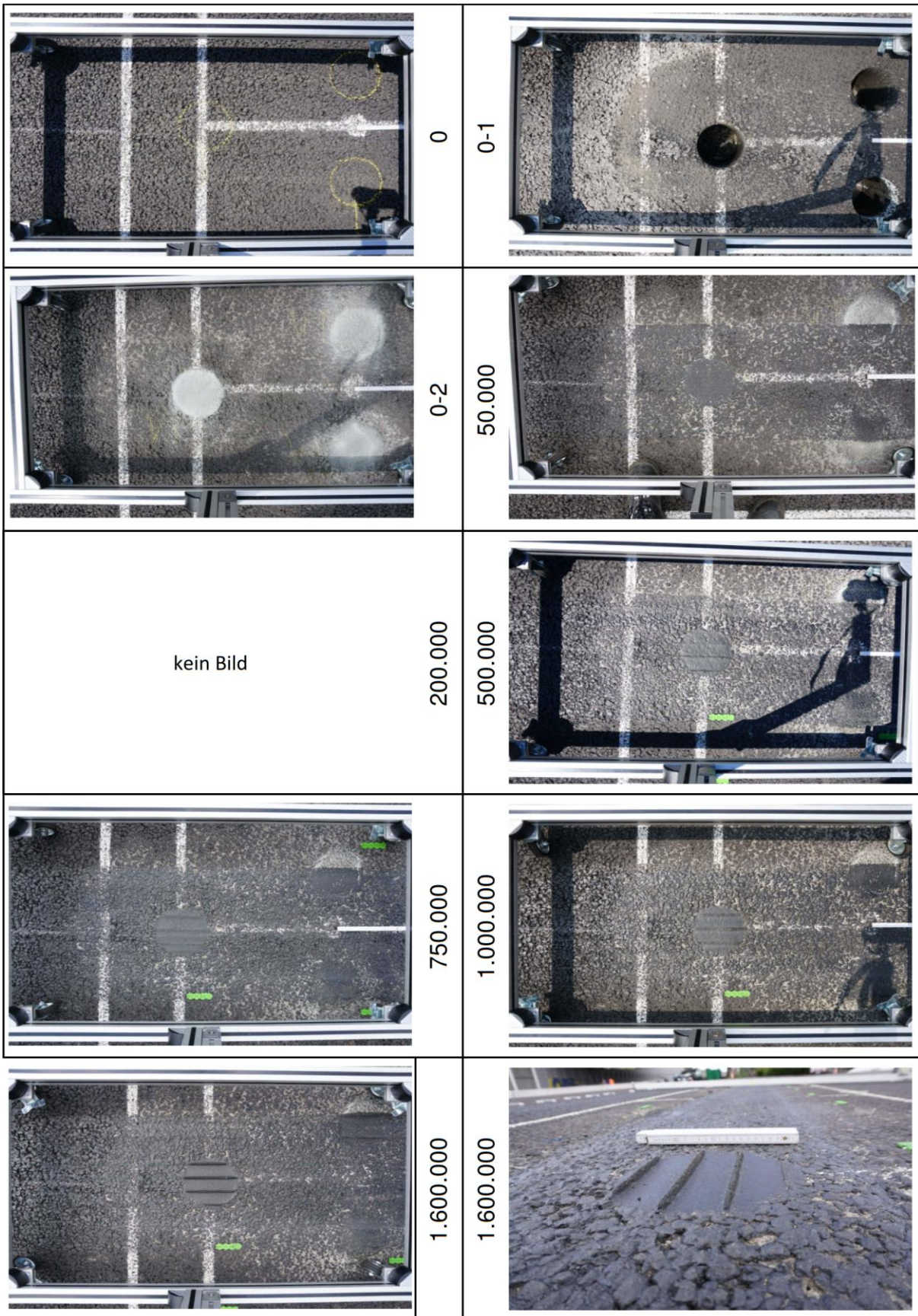


Bild C-2: Bohrkernverschluss L1 © BAST

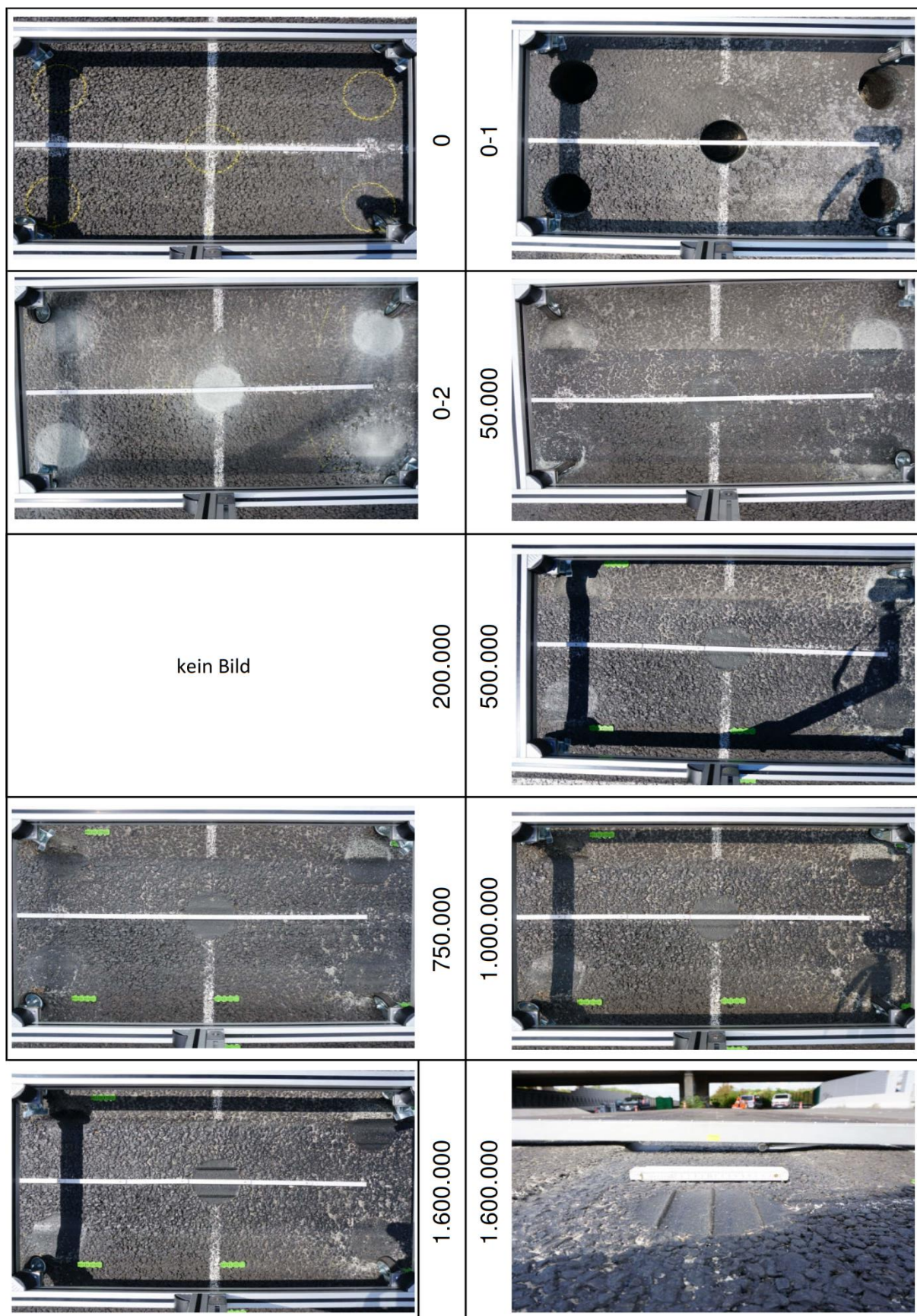


Bild C-3: Bohrkernverschluss L2 © BASt

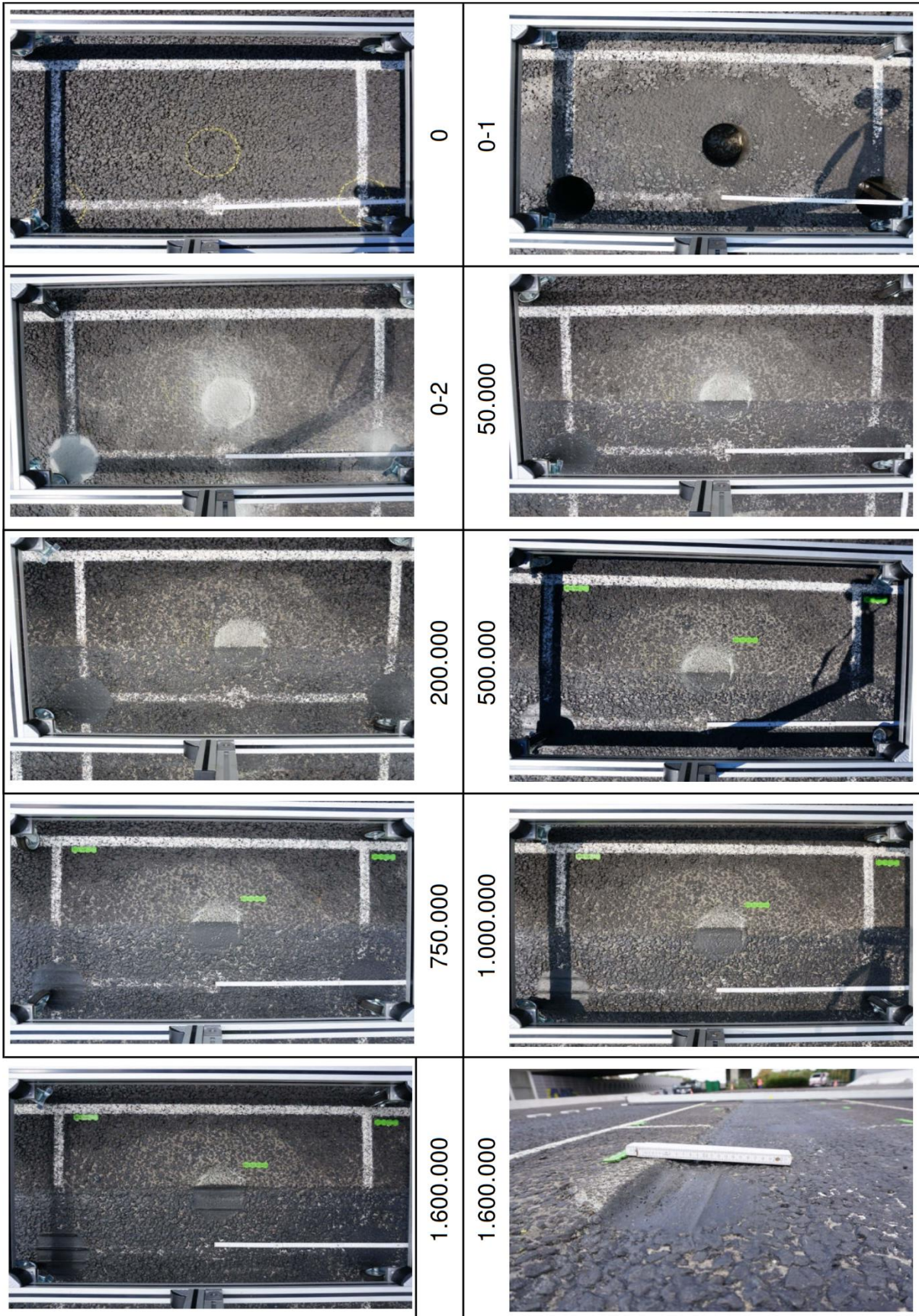


Bild C-4: Bohrkernverschluss L3 © BAST

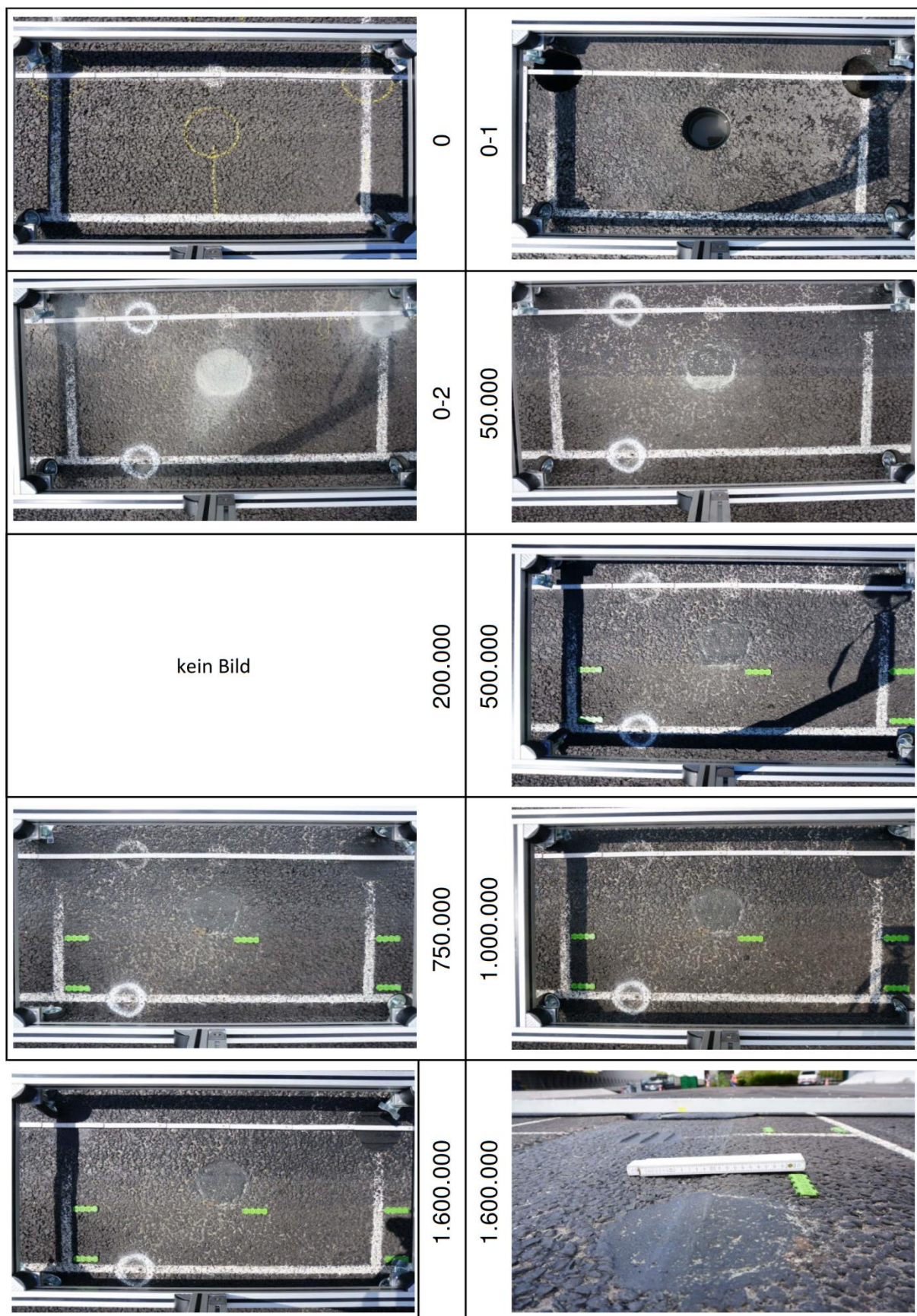


Bild C-5: Bohrkernverschluss L4 © BAST

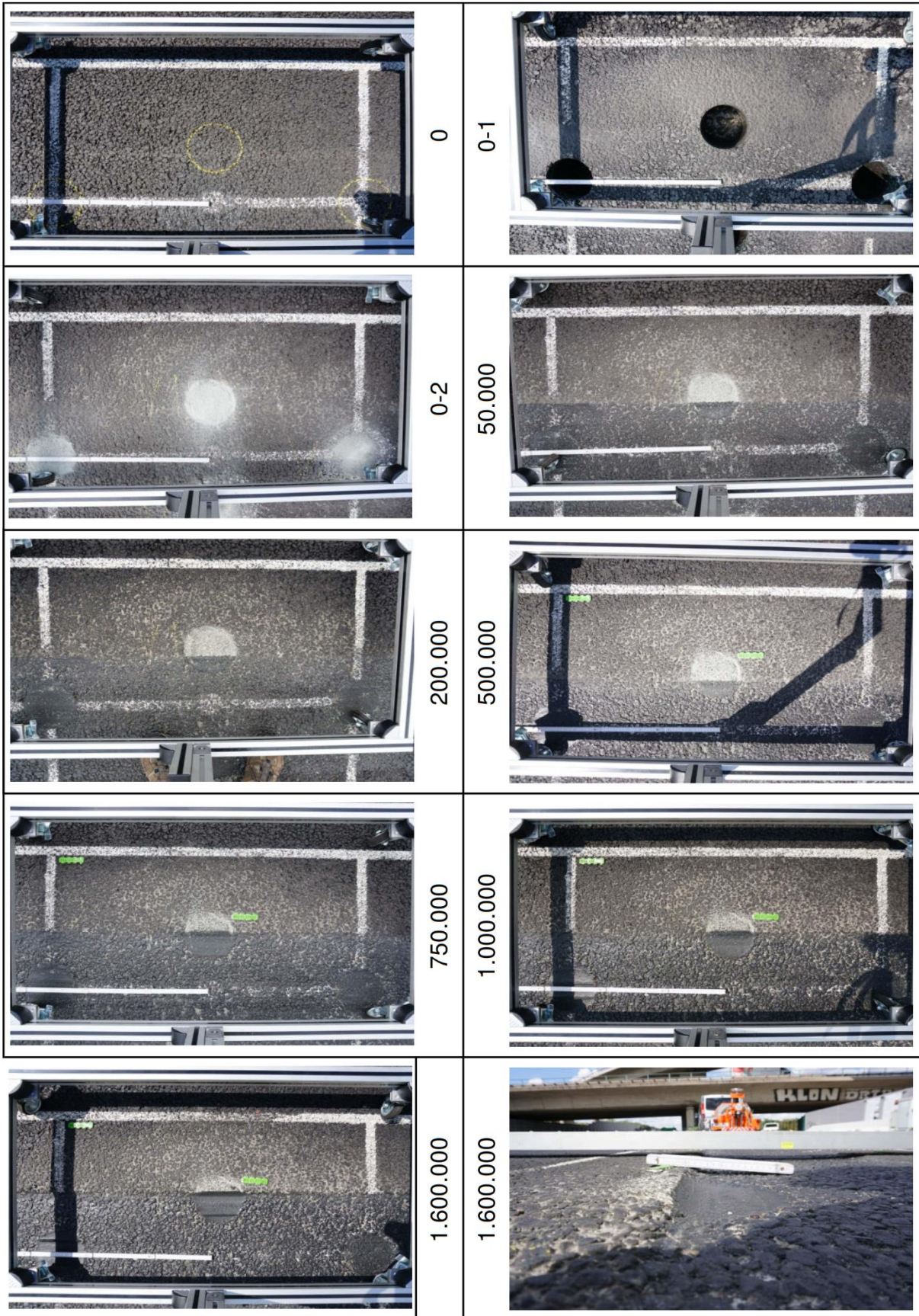


Bild C-6: Bohrkernverschluss L5 © BAST

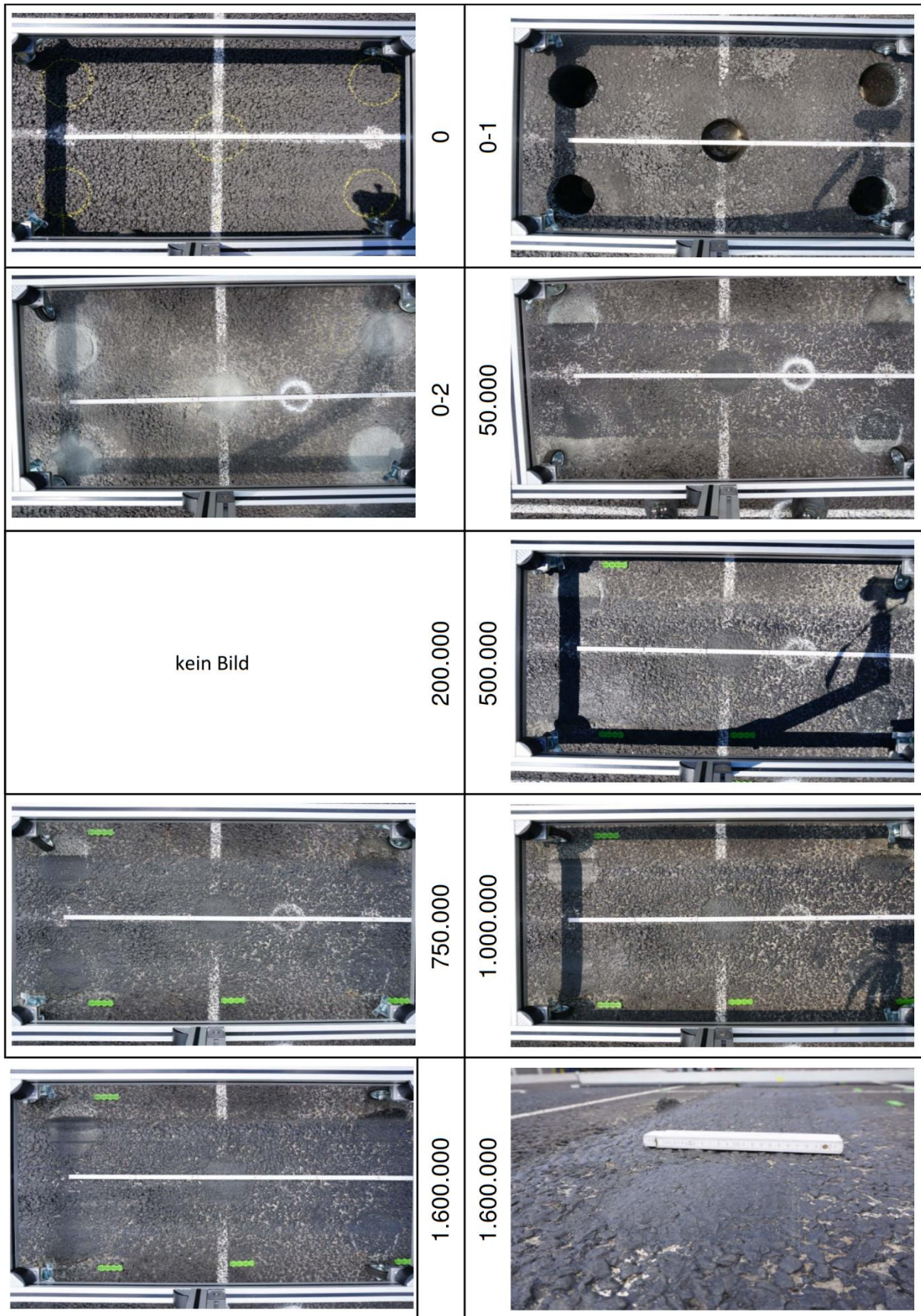


Bild C-7: Bohrkernverschluss H1 © BAST

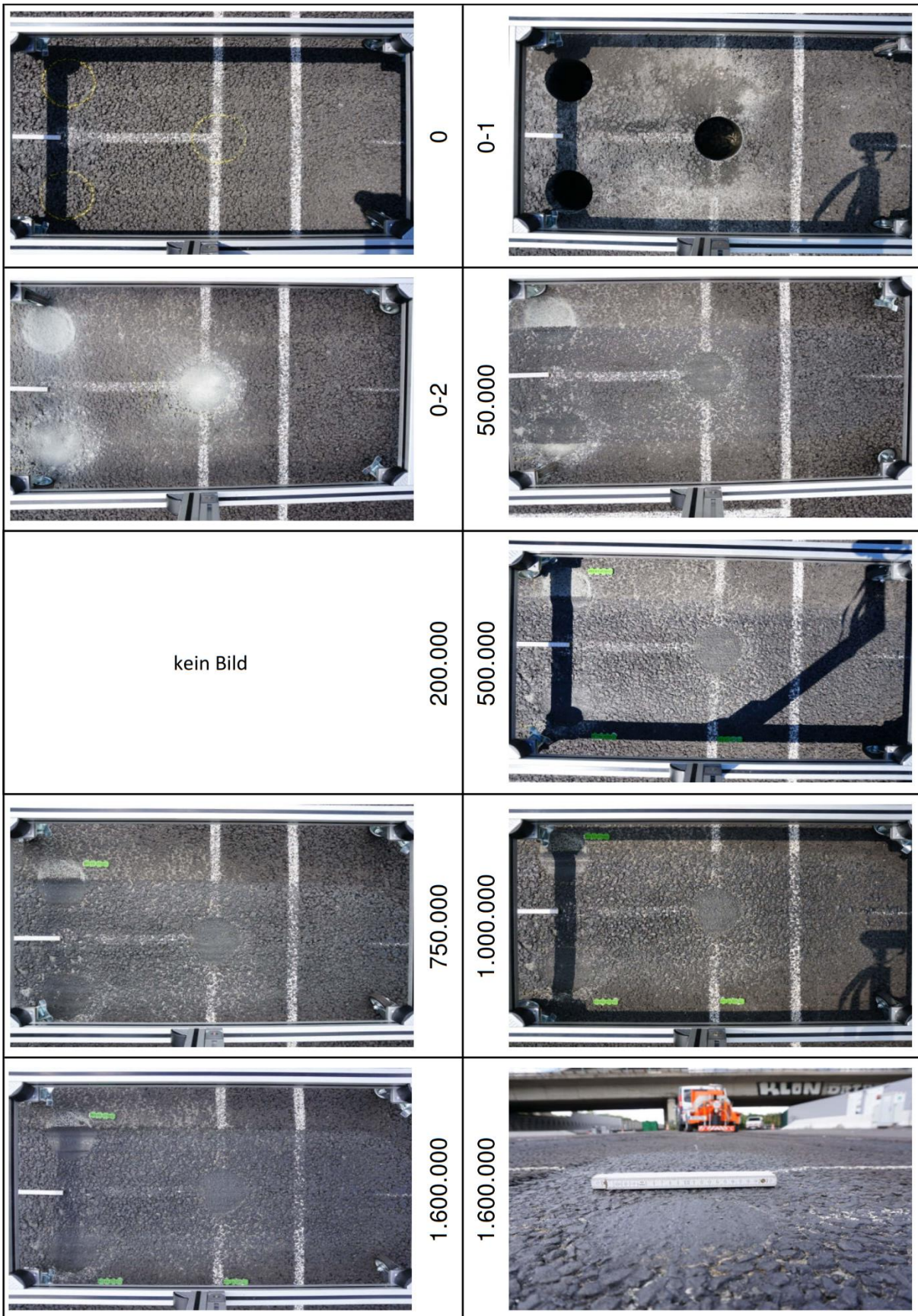


Bild C-8: Bohrkernverschluss H2 © BASf

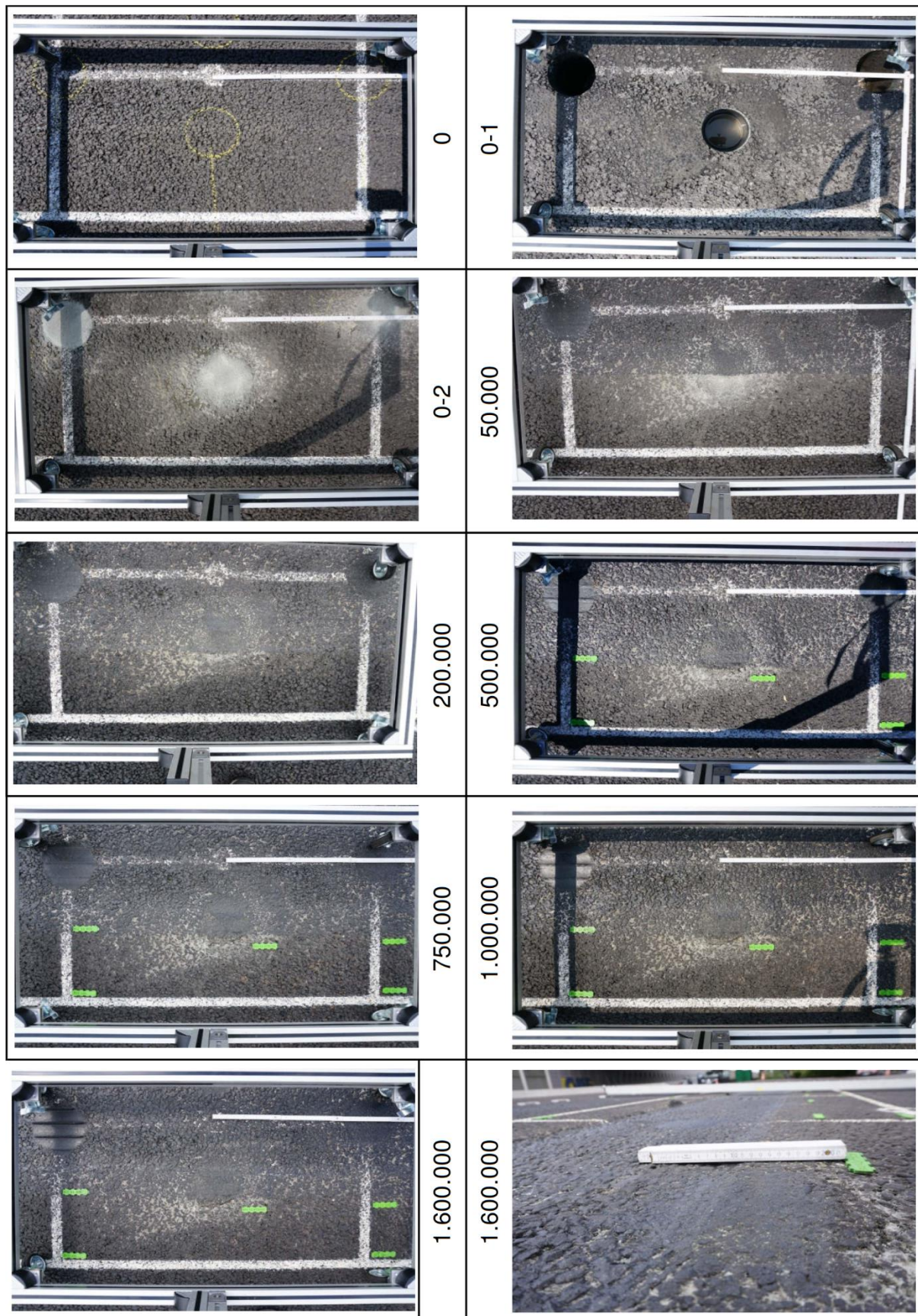


Bild C-9: Bohrkernverschluss H3 © BAST



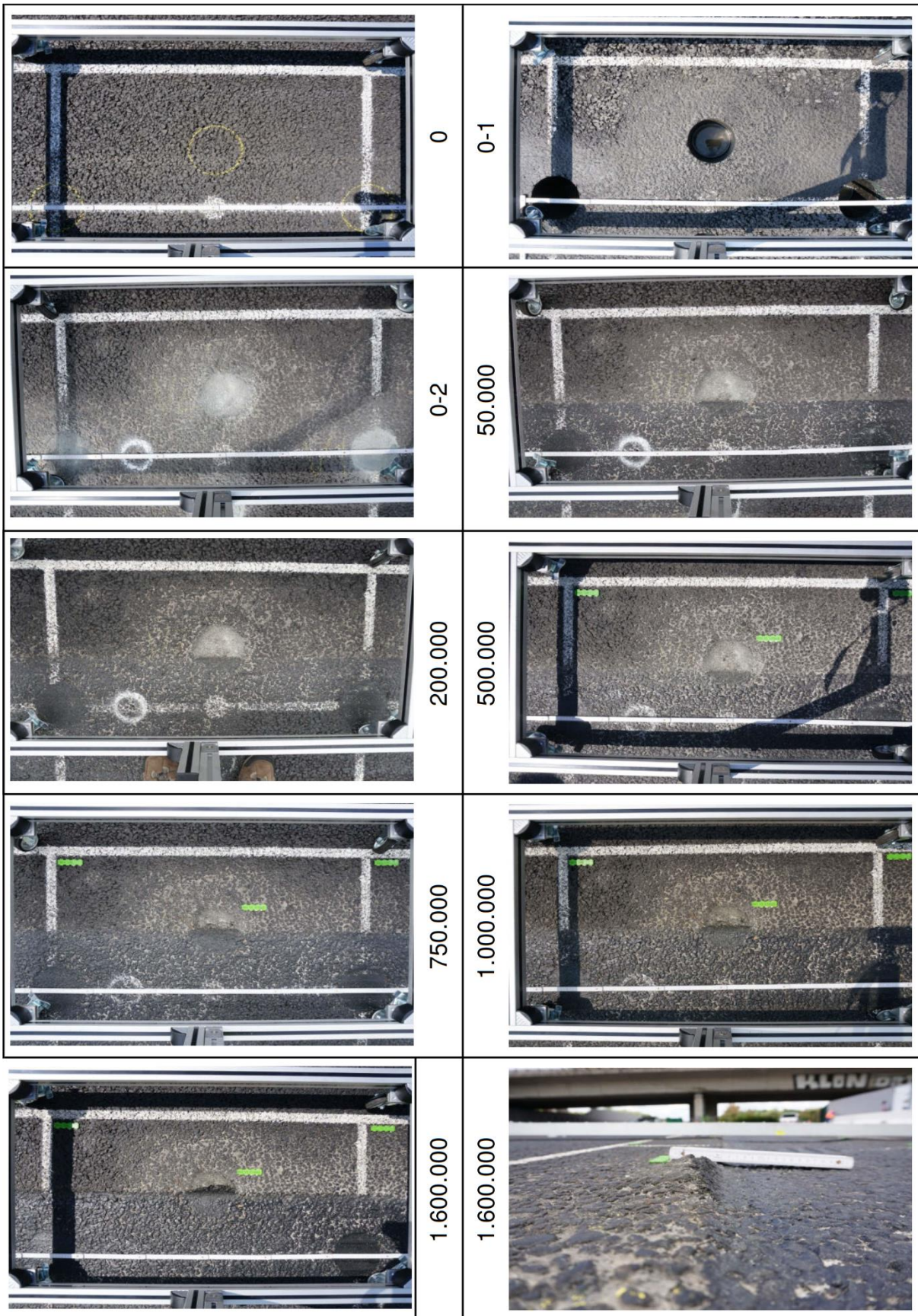


Bild C-10: Bohrkernverschluss H4 © BAST

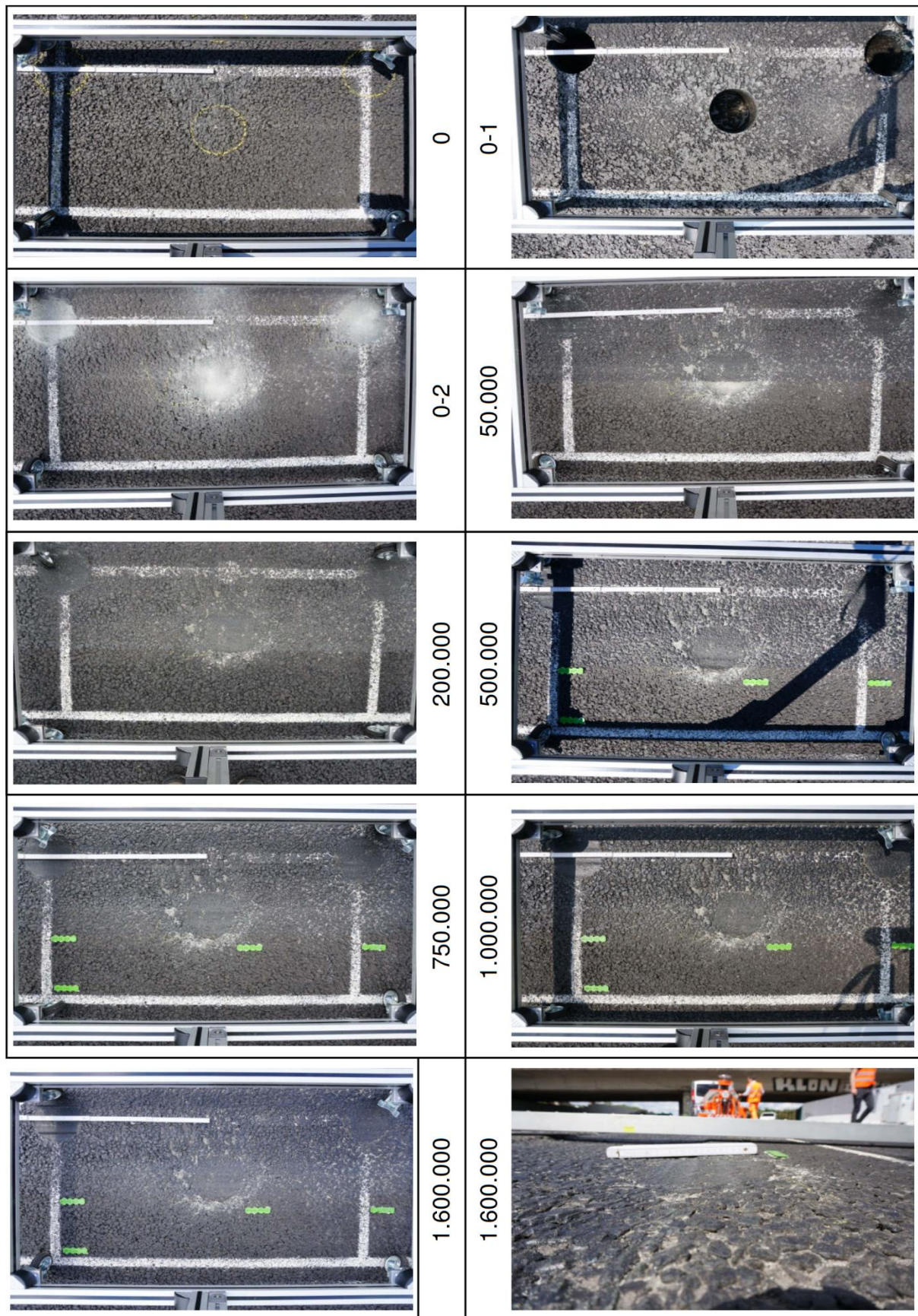


Bild C-11: Bohrkernverschluss H5 © BASt

## Anhang D – Ergebnisse Querebenheits Messungen

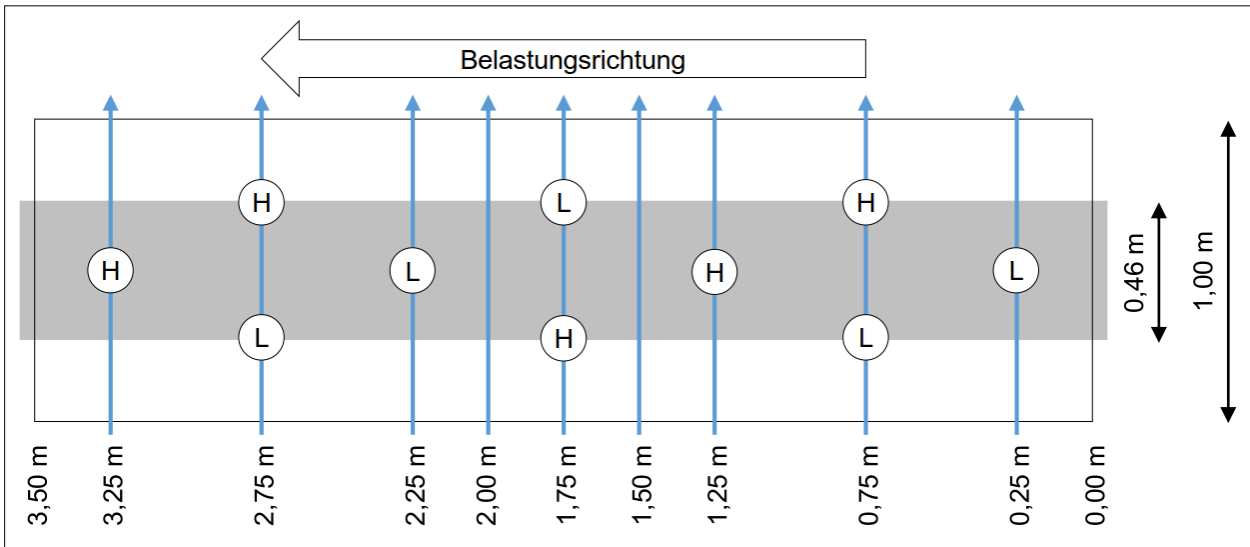


Bild D-1: Versuchsfeld duraBAST mit Positionen der Querebenheits Messungen

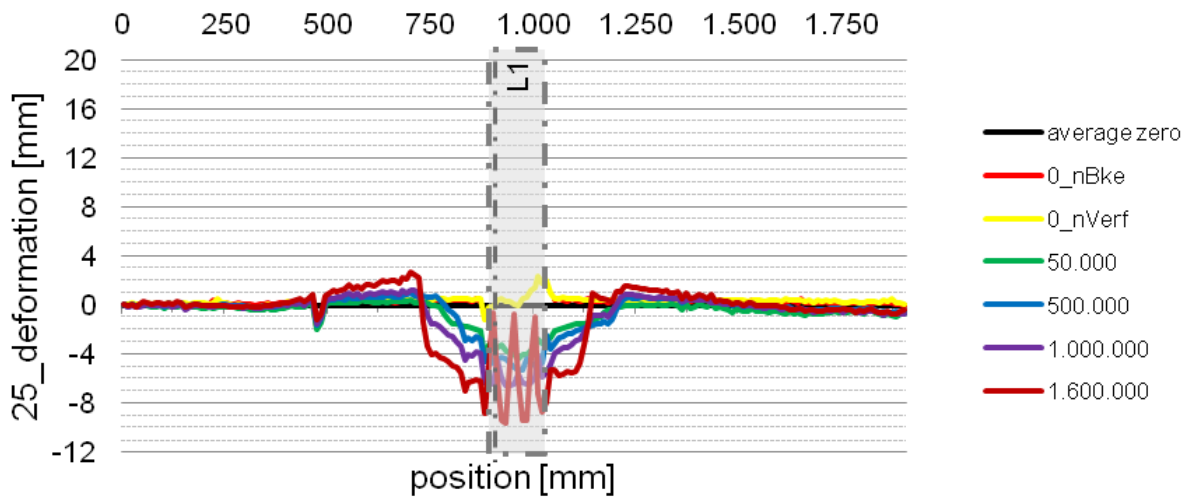


Bild D-2: Position 0,25 m © BAST

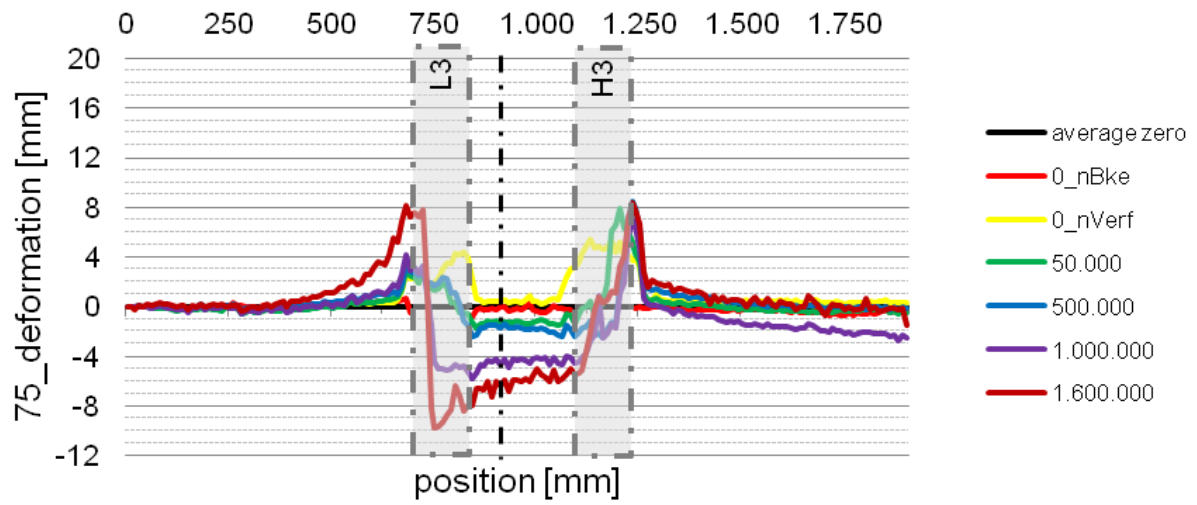


Bild D-3: Position 0,75 m © BAST

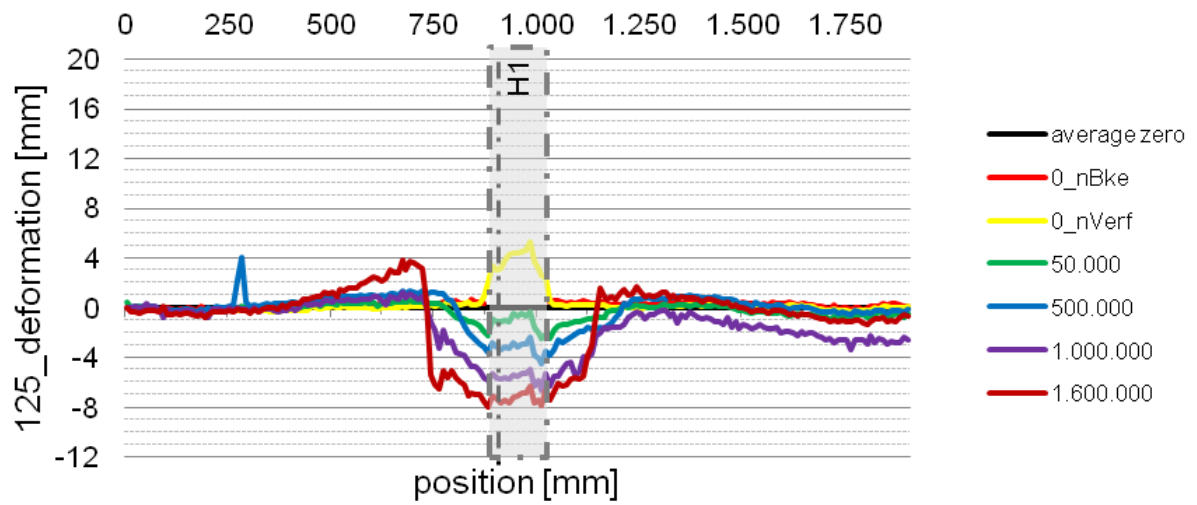


Bild D-4: Position 1,25 m © BAST

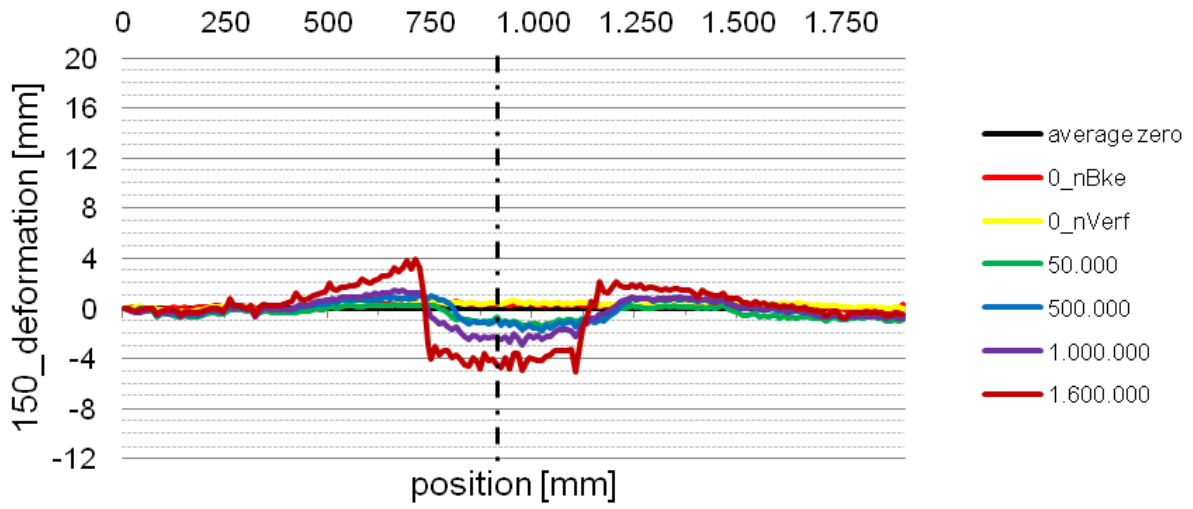


Bild D-5: Position 1,50 m © BAST

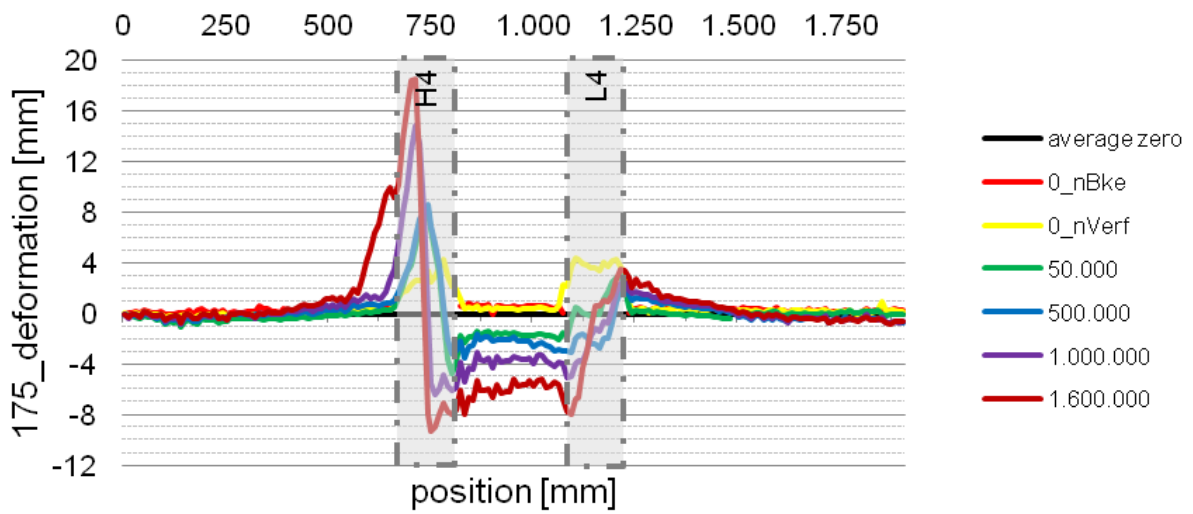


Bild D-6: Position 1,75 m © BAST

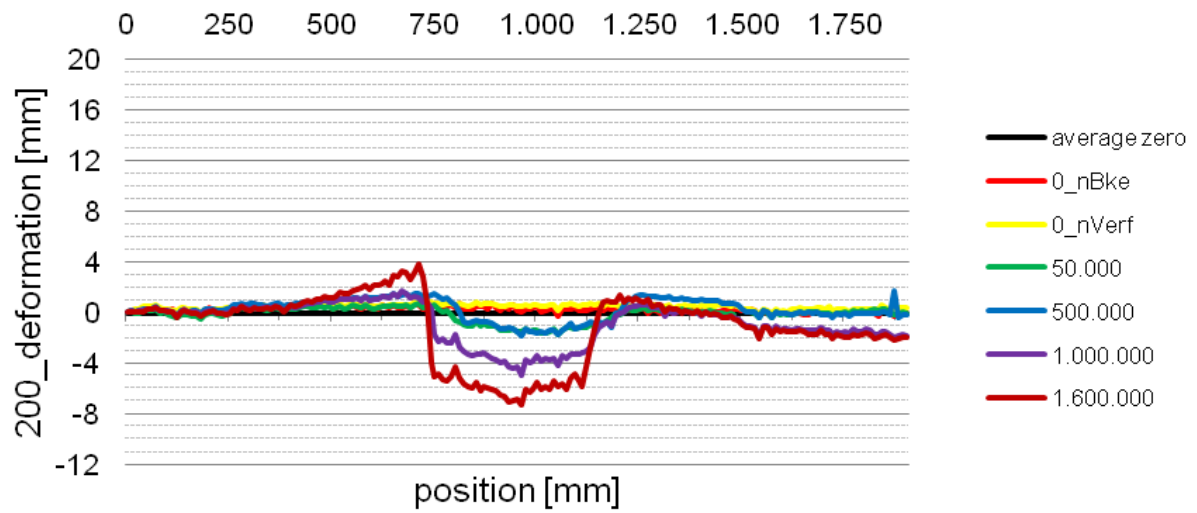


Bild D-7: Position 2,00 m © BAST

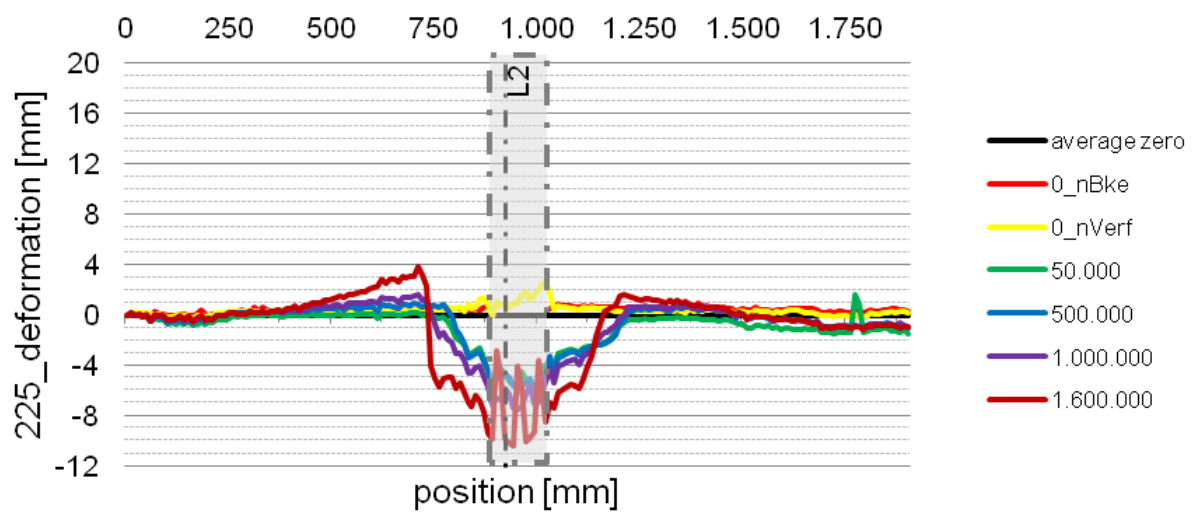


Bild D-8: Position 2,25 m © BAST

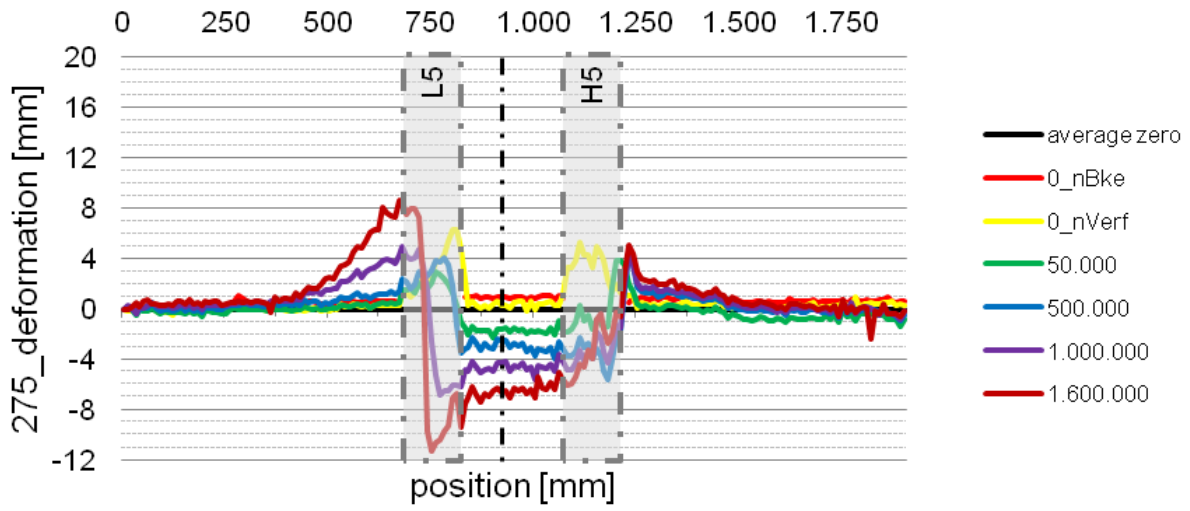


Bild D-9: Position 2,75 m © BAST

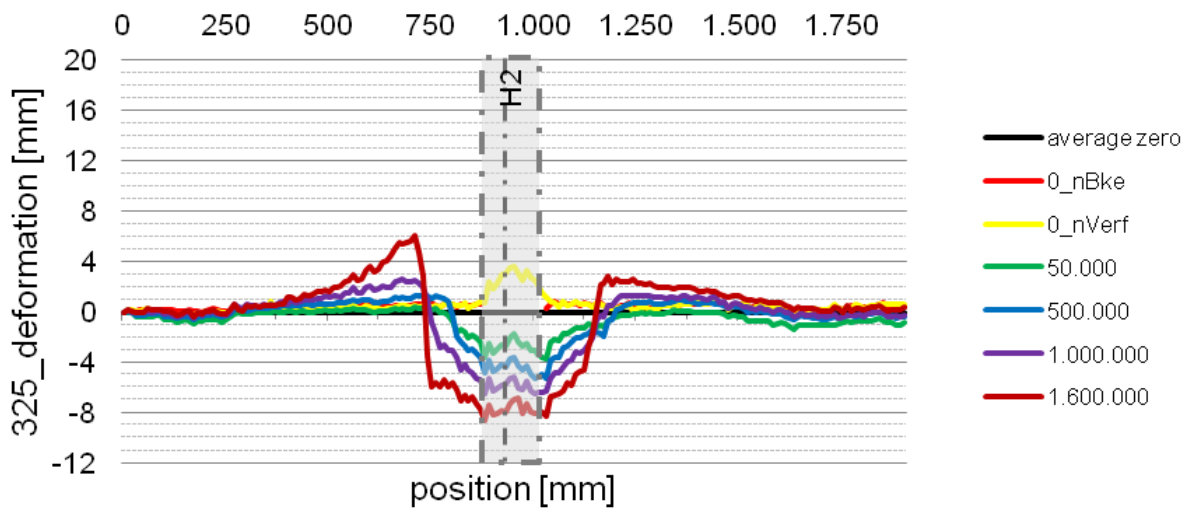


Bild D-10: Position 3,25 m © BAST

## Anhang E – Ergebnisse FWD Messungen

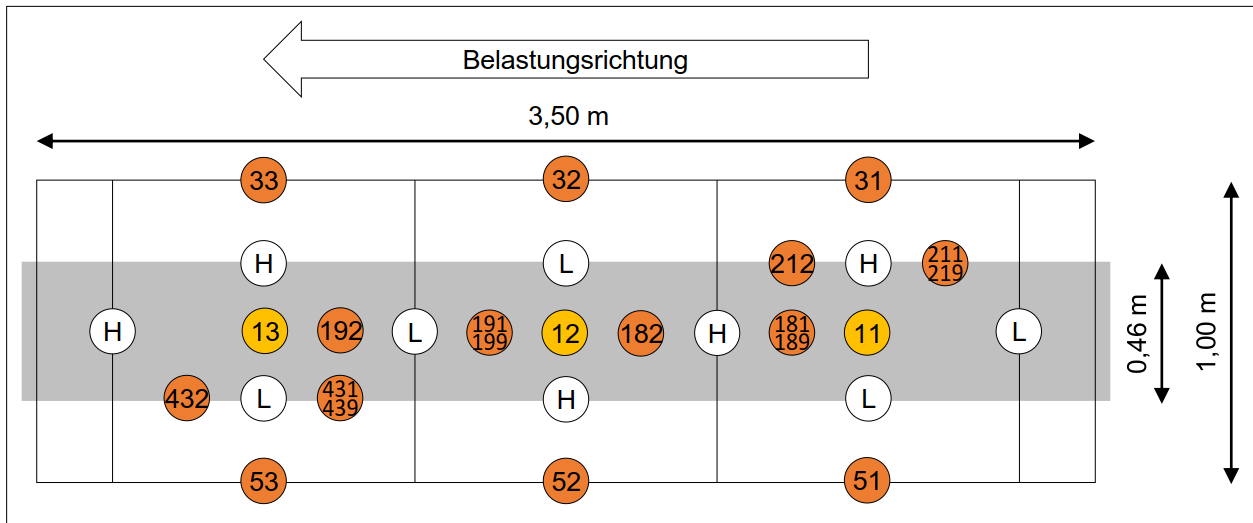


Bild E-1: Versuchsfeld duraBAST mit Messpunkten der FWD Messungen

Überrollungen MLS30	Messreihe	FWD (klein)	FWD (groß)	Querebeneheit	Oberflächenbilder
vor Bohrkernentnahme (vBK)	MR1	(✓)	✓	✓	✓
nach Bohrkernentnahme (nBK)	MR2	(✓)	✓	✓	✓
nach Verschluss (nVS)	MR3	(✓)	✓	✓	✓
25.000	MR4	✓	-	-	-
50.000	MR5	(✓)	✓	✓	✓
100.000	MR6	✓	-	-	-
200.000	MR7	✓	-	-	✓
500.000	MR8	(✓)	✓	✓	✓
750.000	MR9	✓	-	-	-
1.000.000	MR10	(✓)	✓	✓	✓
1.600.000	MR11	(✓)	✓	✓	✓

(✓) = Bestandteil der großen FWD Messung

Tab. E-1: Zeitpunkte der Querebeneheits- und FWD-Messungen sowie der Aufnahme von Oberflächenbildern



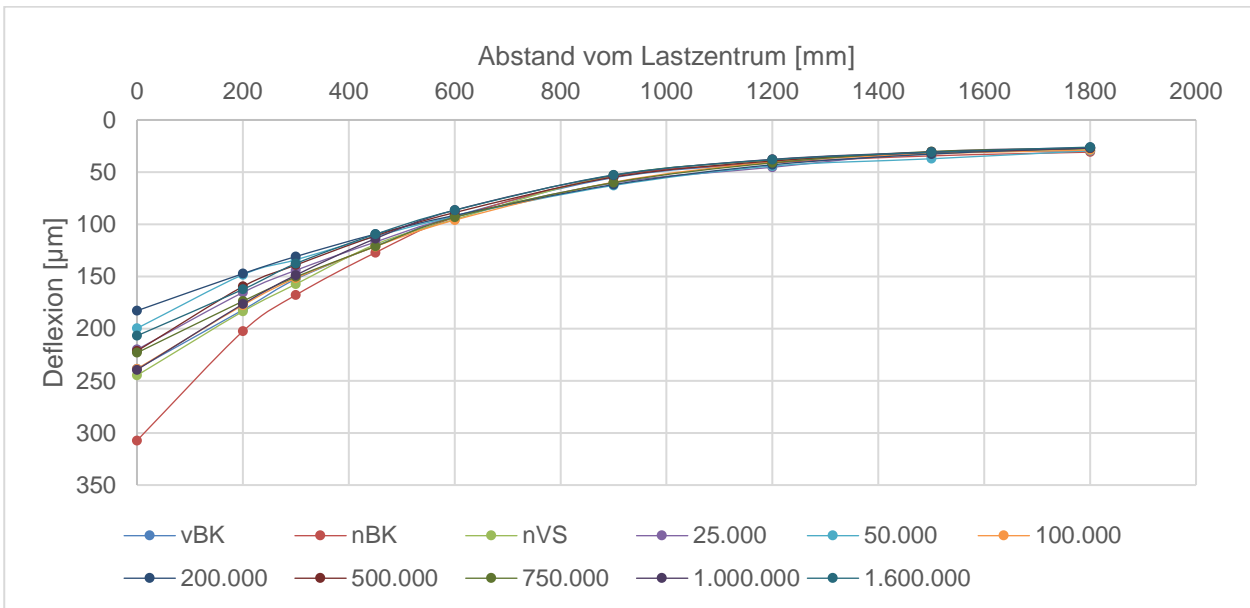


Bild E-2: Deflexionsmulden an Messpunkt 7 (Referenzpunkt außerhalb des Versuchsfelds)

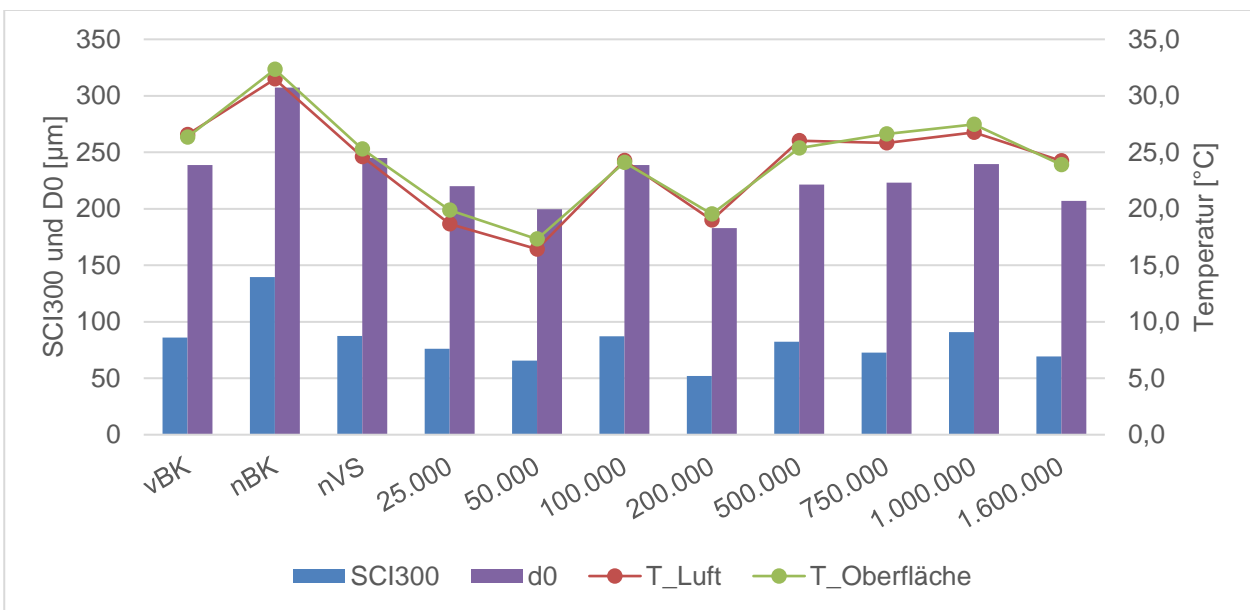


Bild E-3: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen Messpunkt 7 (Referenzpunkt außerhalb des Versuchsfelds)

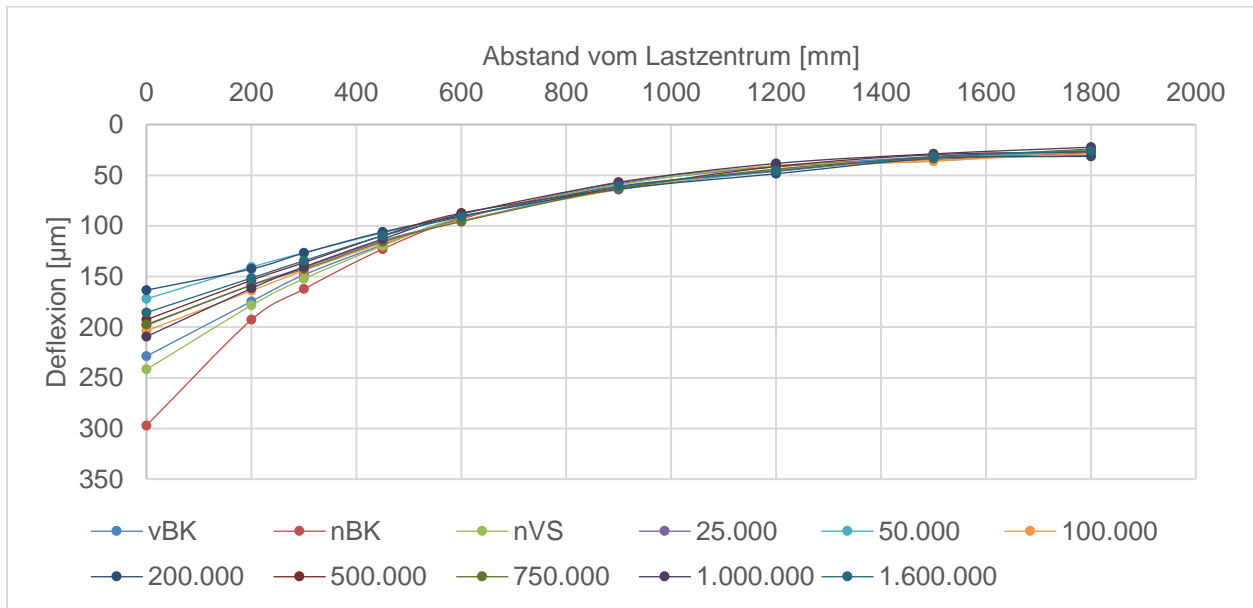
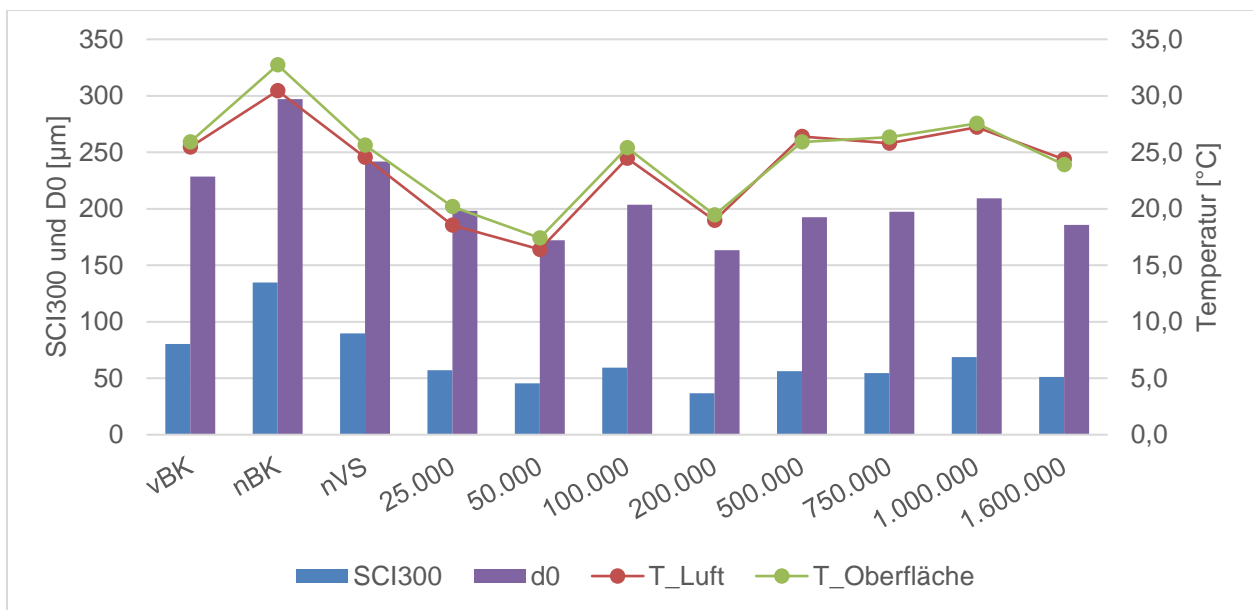


Bild E-4: Deflexionsmulden an Messpunkt 8 (Referenzpunkt außerhalb des Versuchsfelds)

Bild E-5: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen Messpunkt 8 (Referenzpunkt außerhalb des Versuchsfelds)

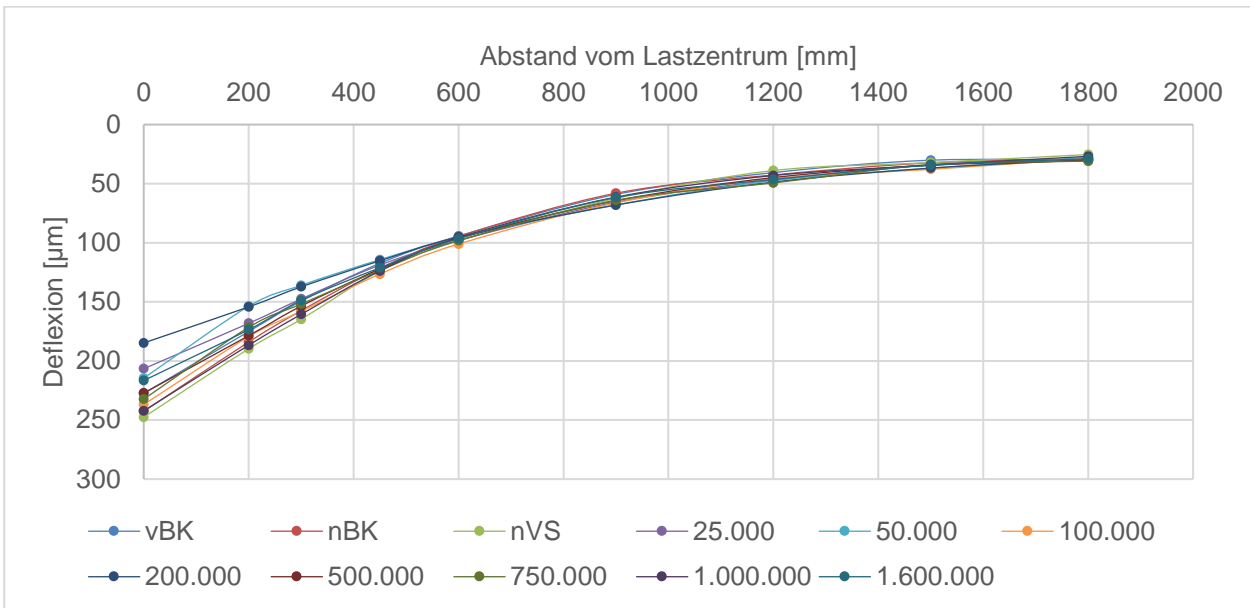


Bild E-6: Deflexionsmulden an Messpunkt 9 (Referenzpunkt außerhalb des Versuchsfelds)

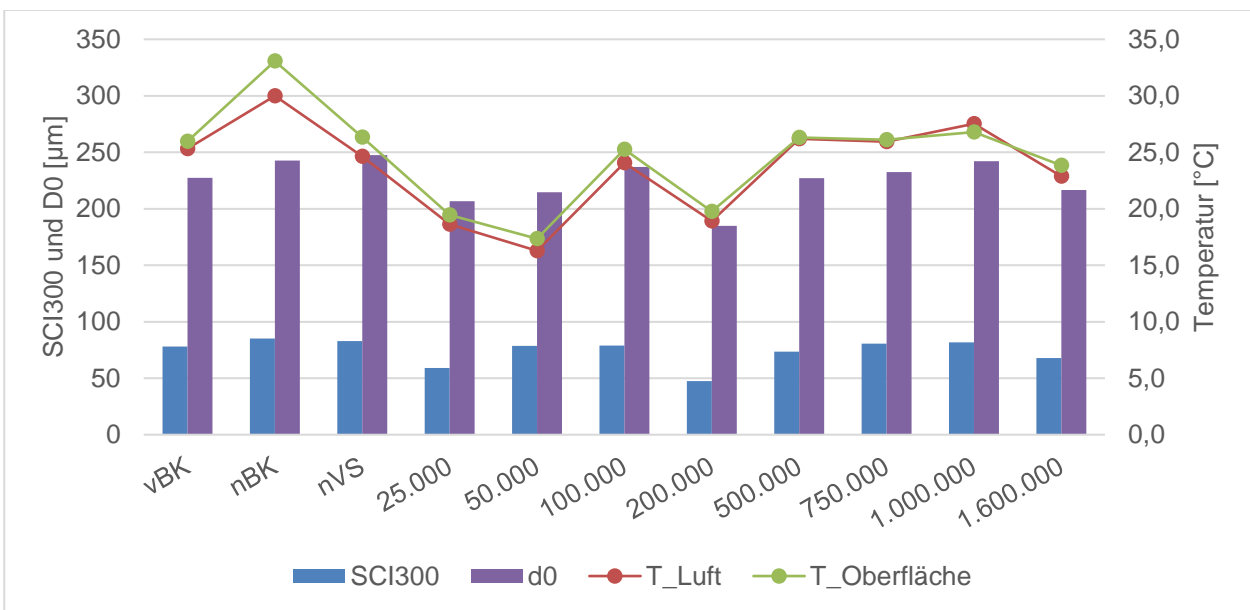


Bild E-7: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen Messpunkt 9 (Referenzpunkt außerhalb des Versuchsfelds)

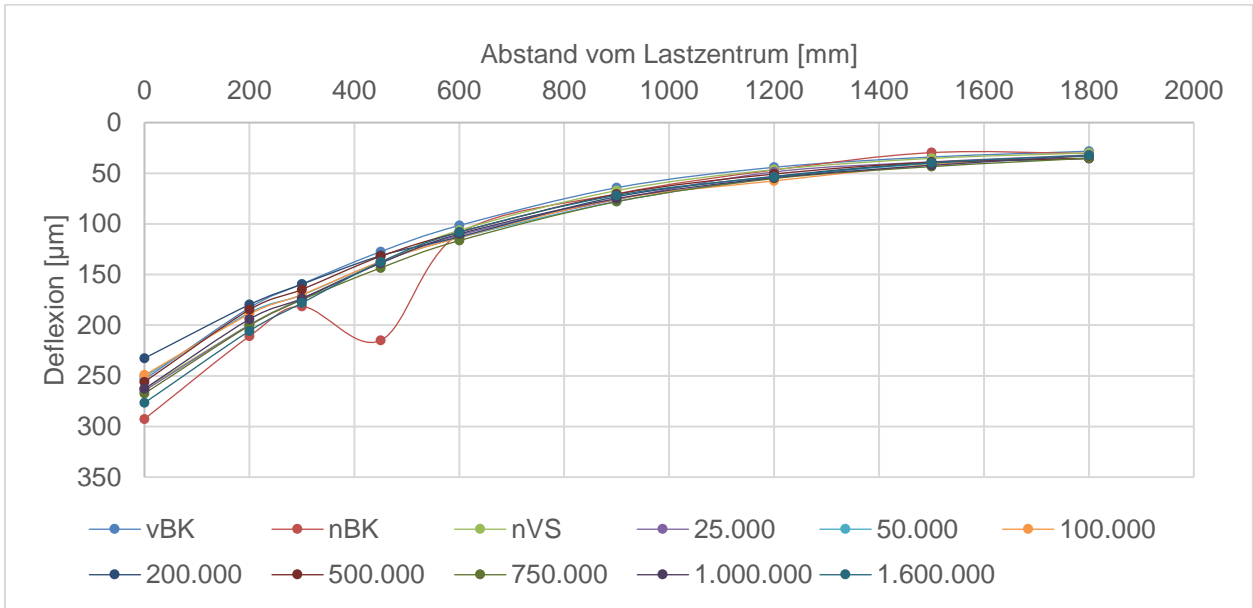


Bild E-8: Deflexionsmulden an Messpunkt 11

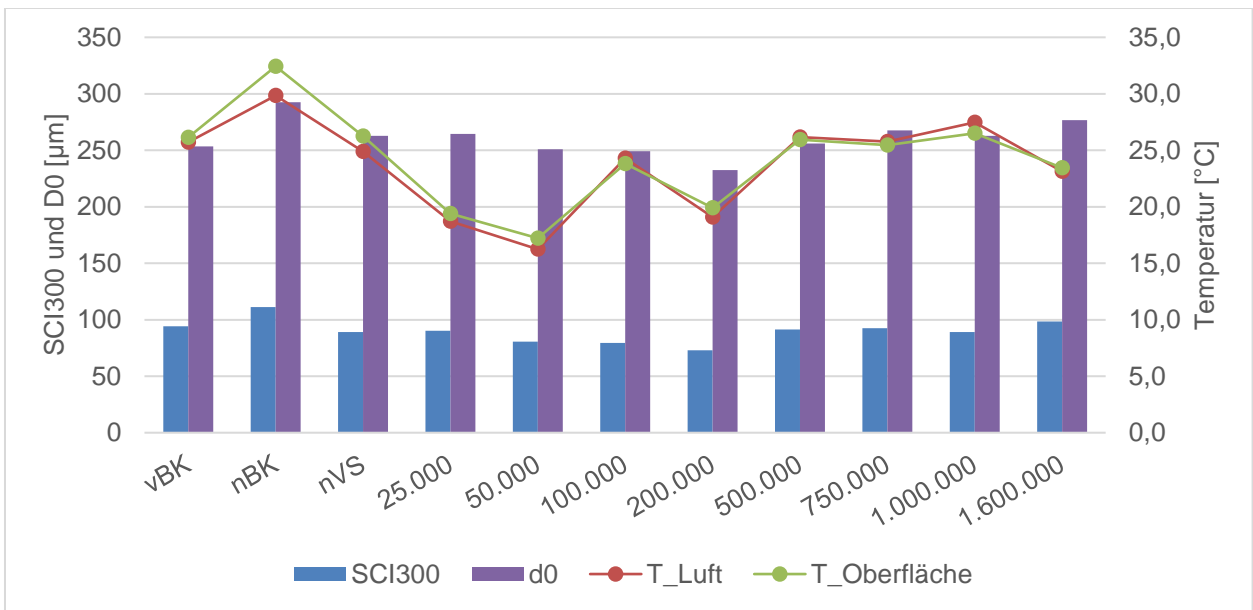


Bild E-9: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 11

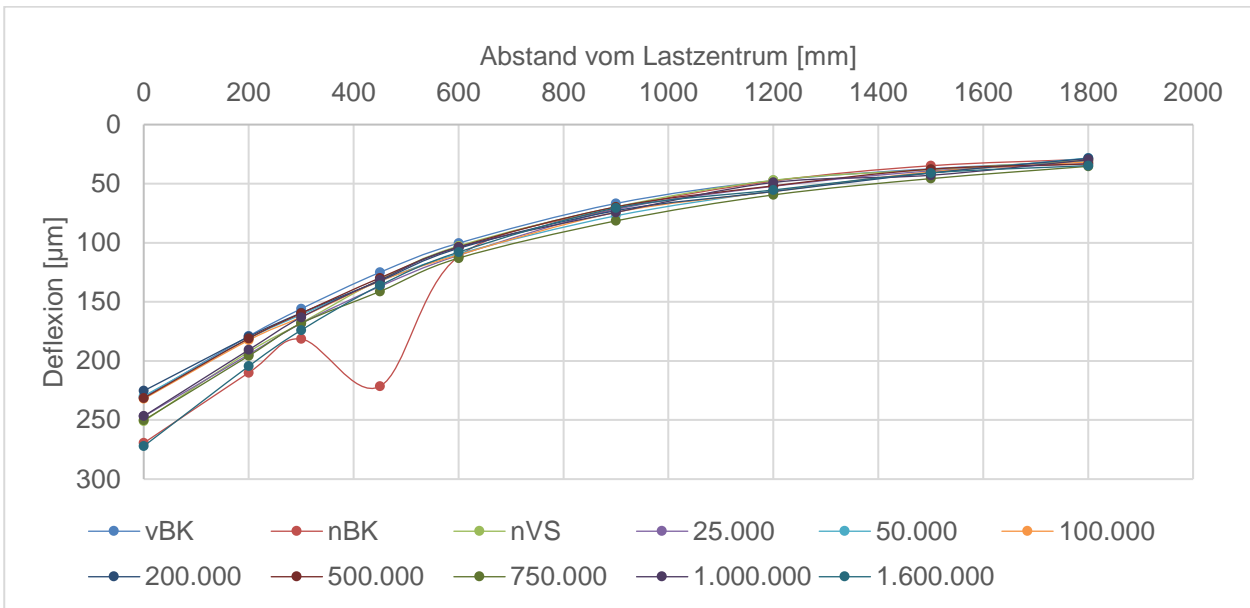


Bild E-10: Deflexionsmulden an Messpunkt 12

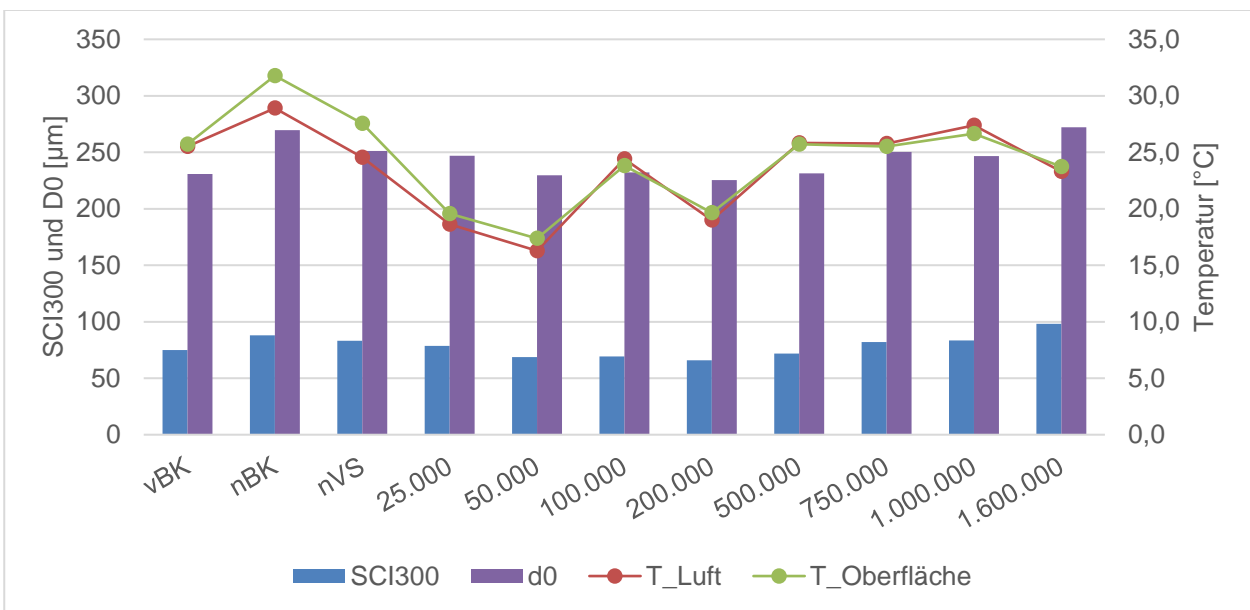


Bild E-11: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 12

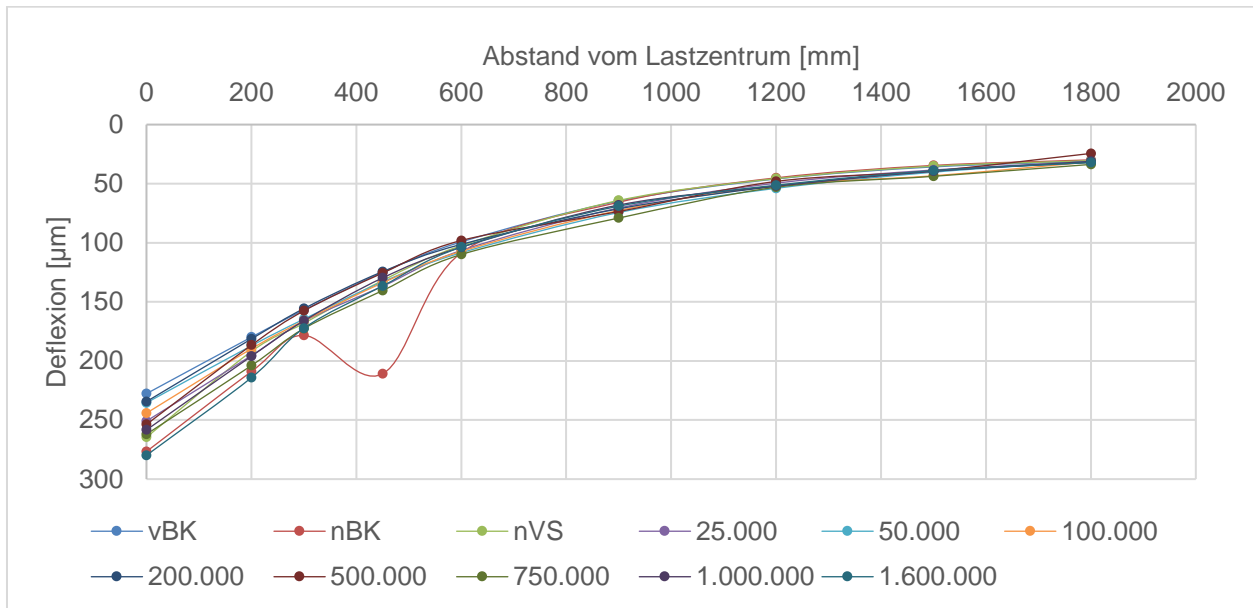
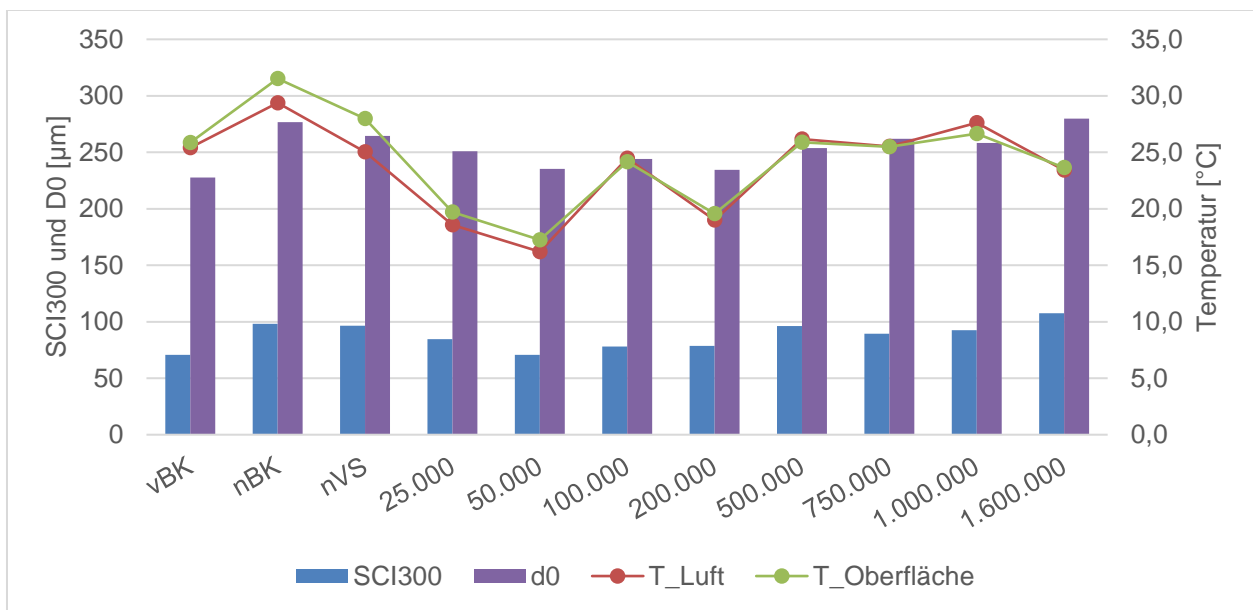


Bild E-12: Deflexionsmulden an Messpunkt 13

Bild E-13: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 13

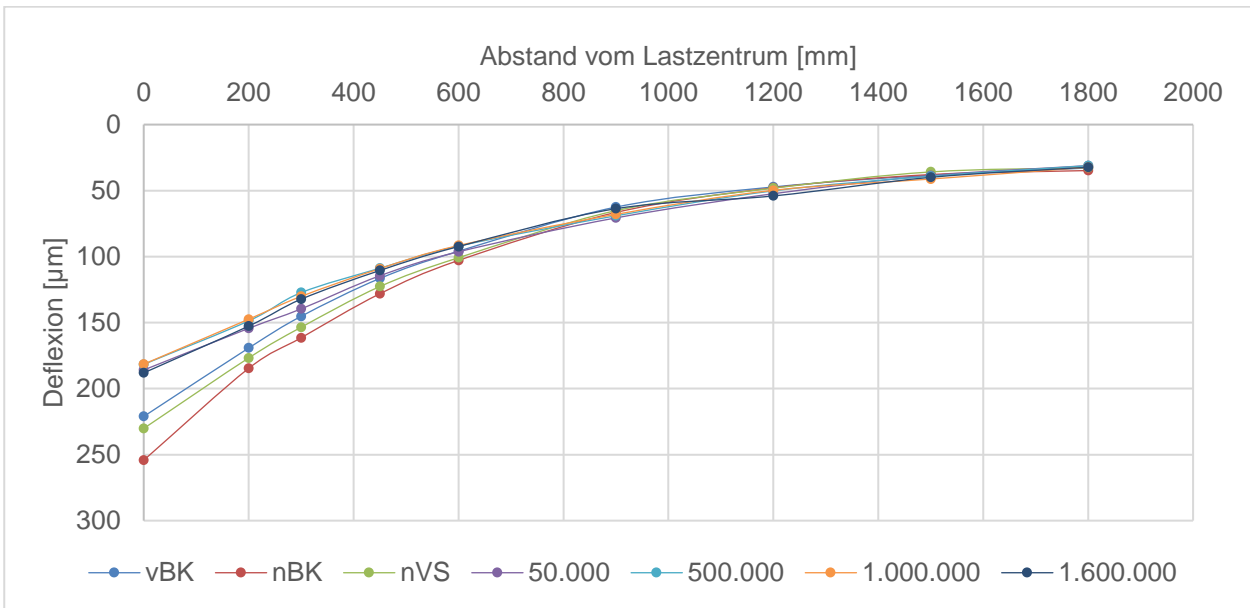


Bild E-14: Deflexionsmulden an Messpunkt 31

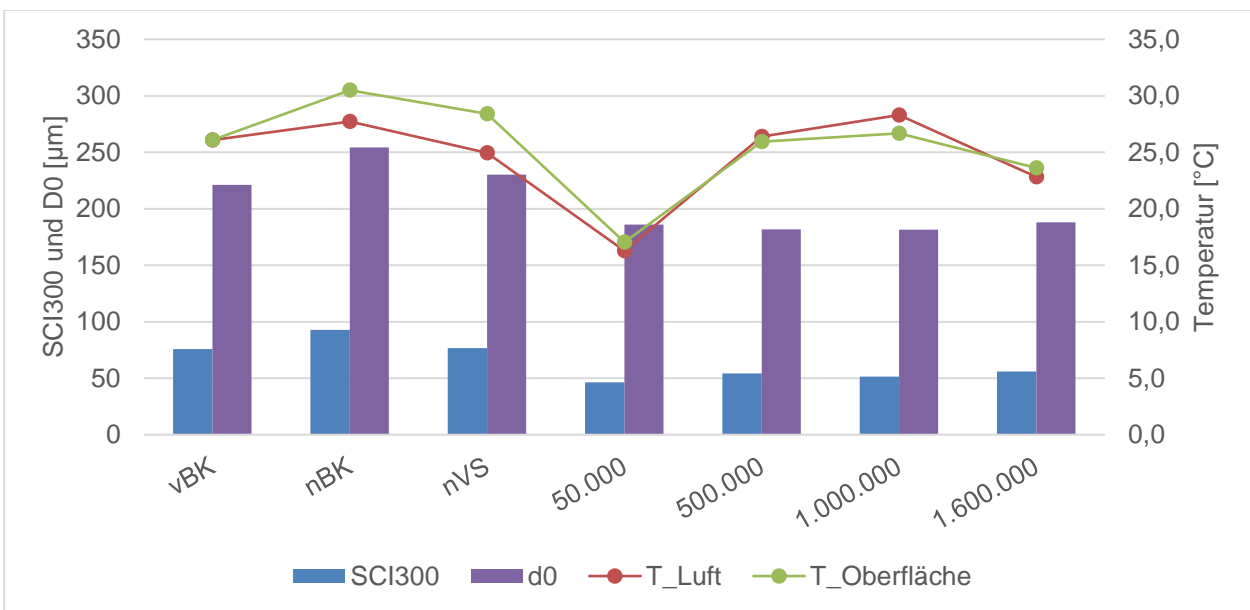


Bild E-15: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 31

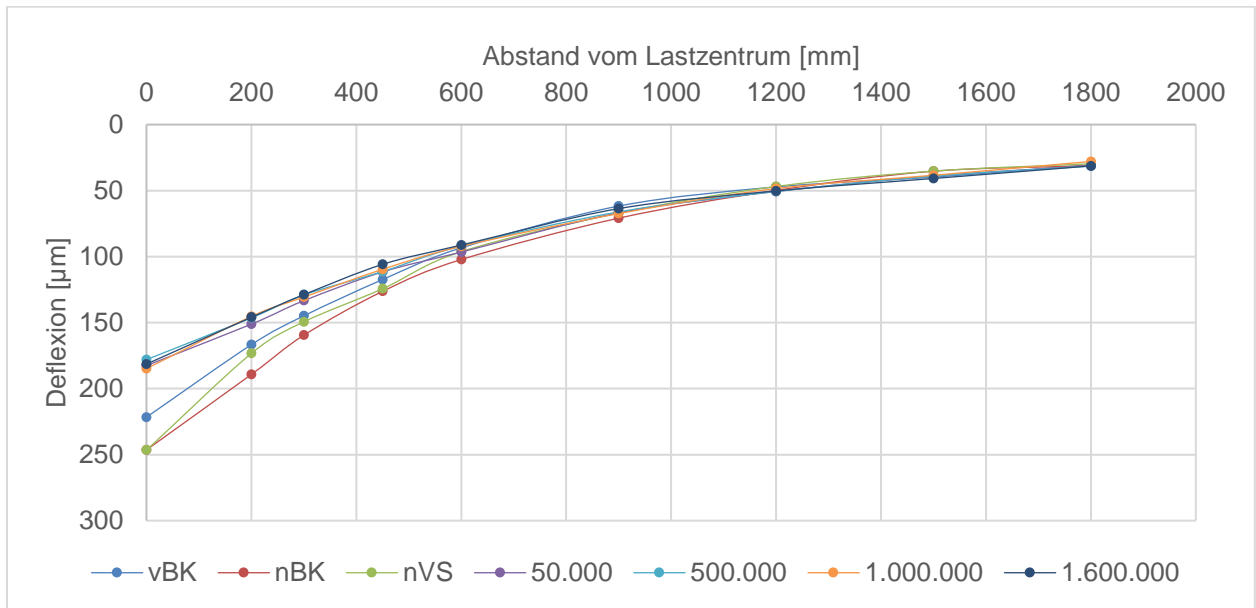
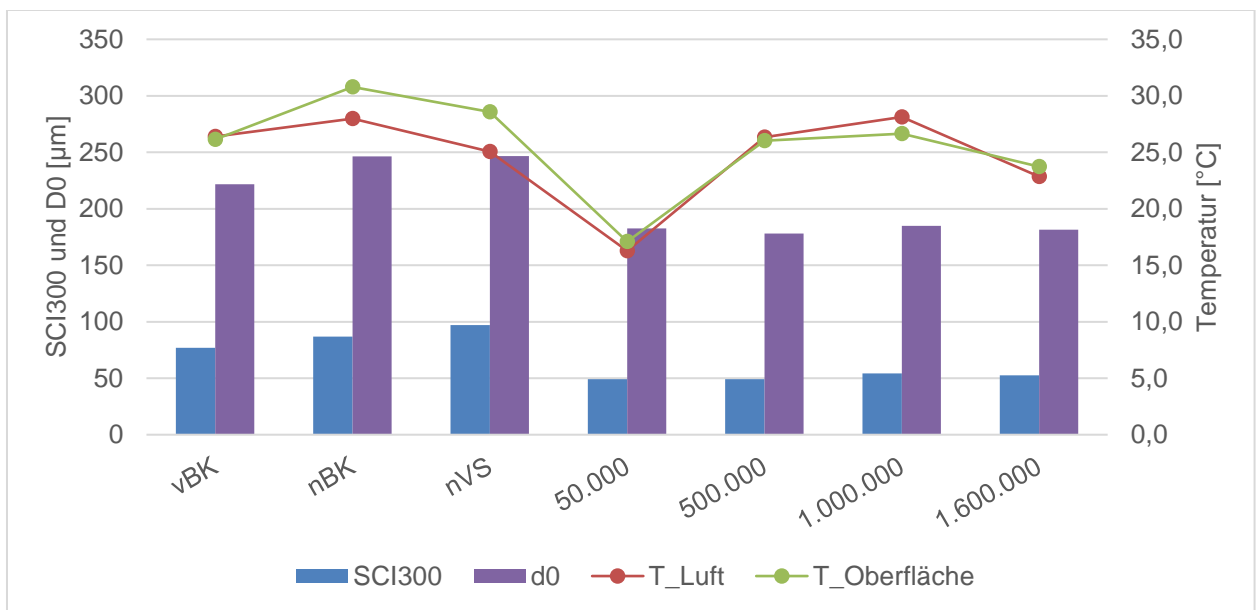


Bild E-16: Deflexionsmulden an Messpunkt 32

Bild E-17: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 32



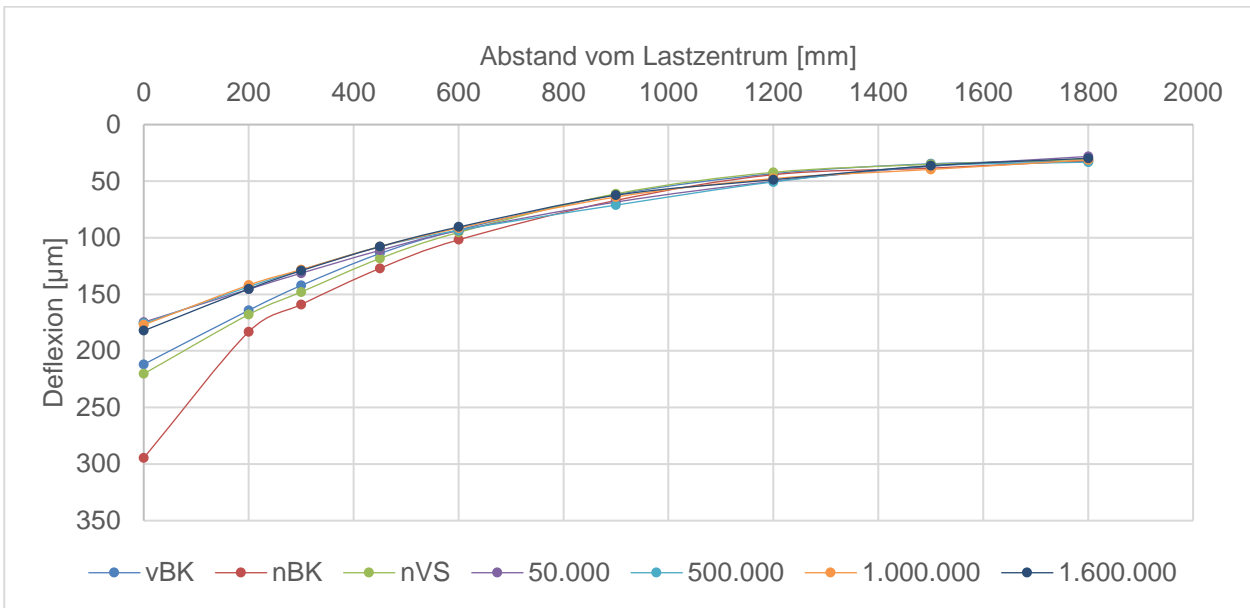


Bild E-18: Deflexionsmulden an Messpunkt 33

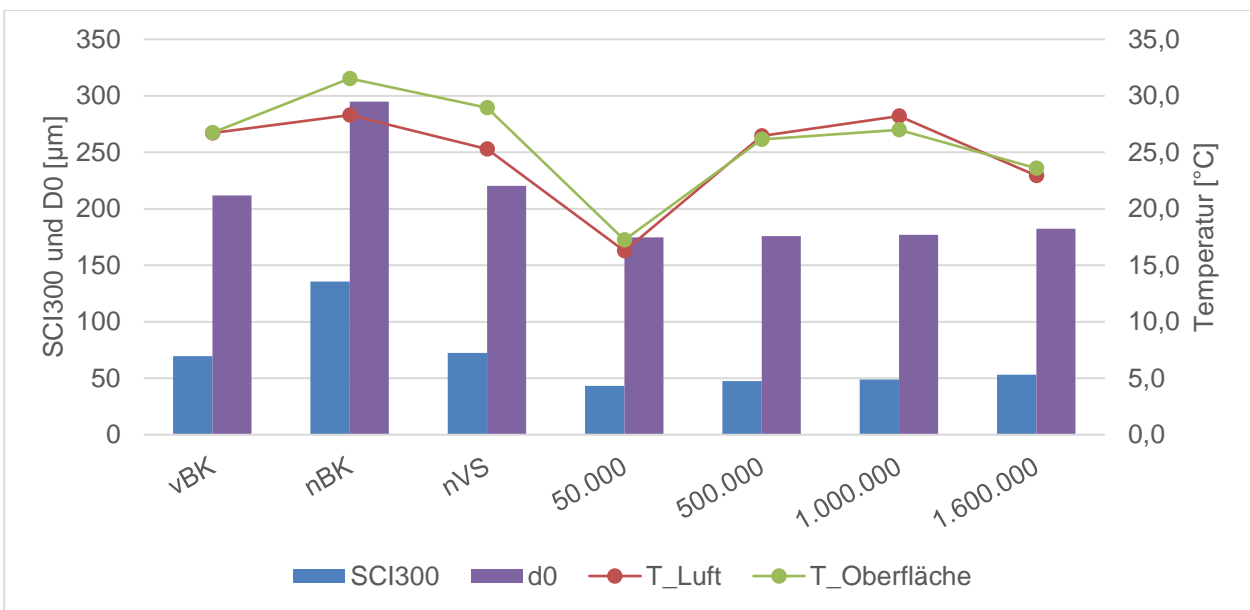


Bild E-19: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 33

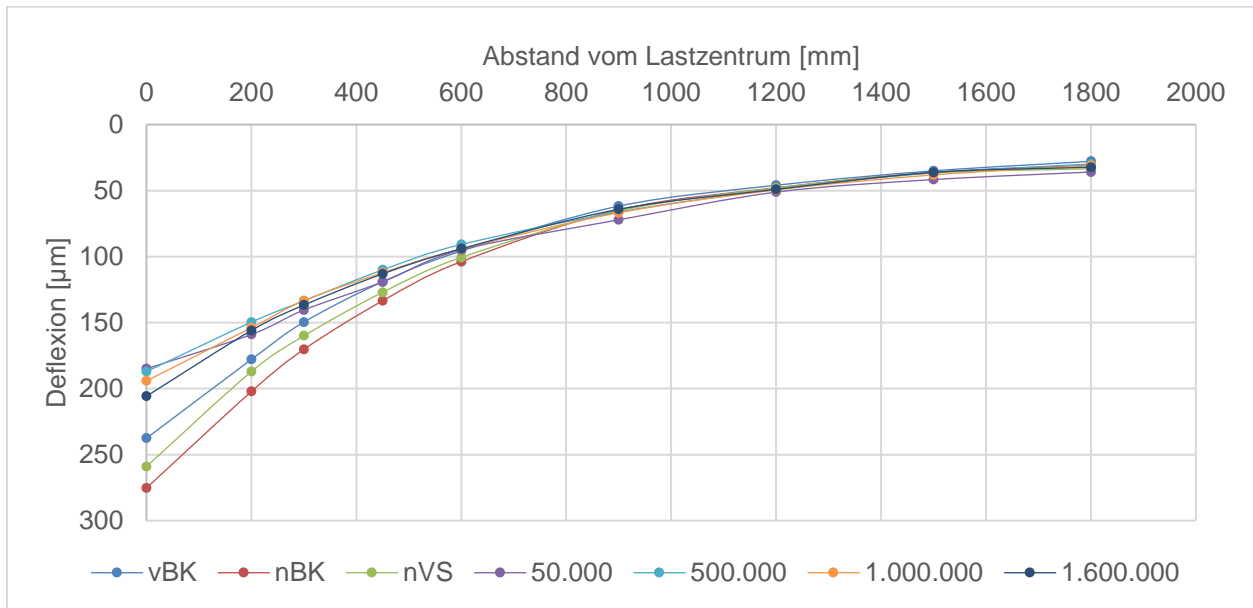
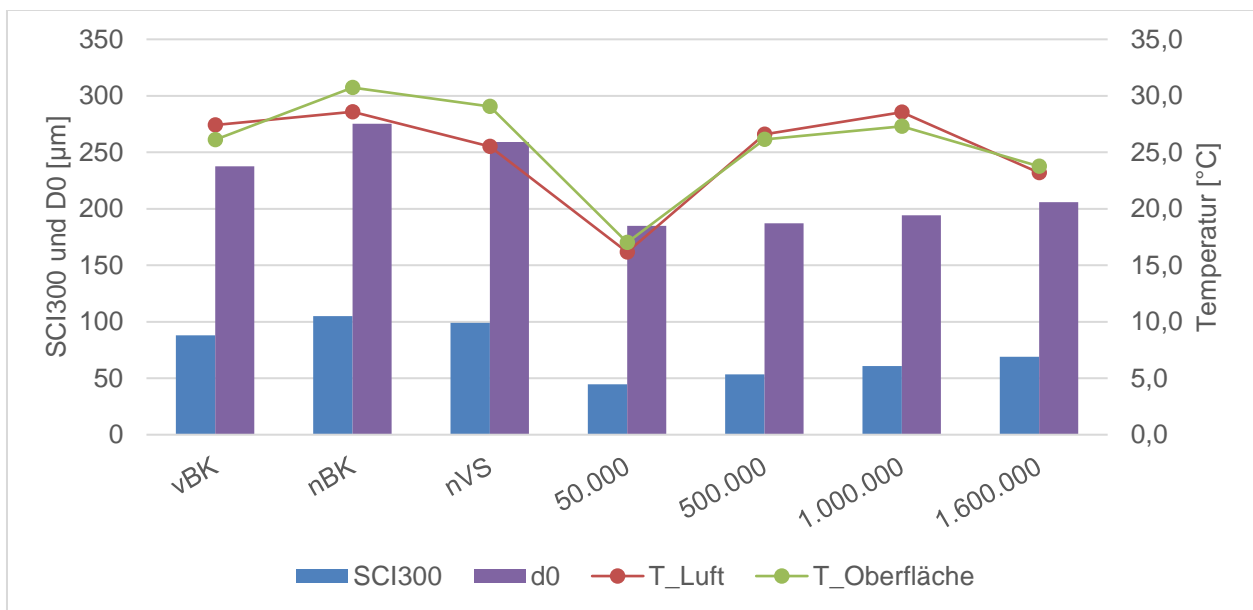


Bild E-20: Deflexionsmulden an Messpunkt 51

Bild E-21: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 51

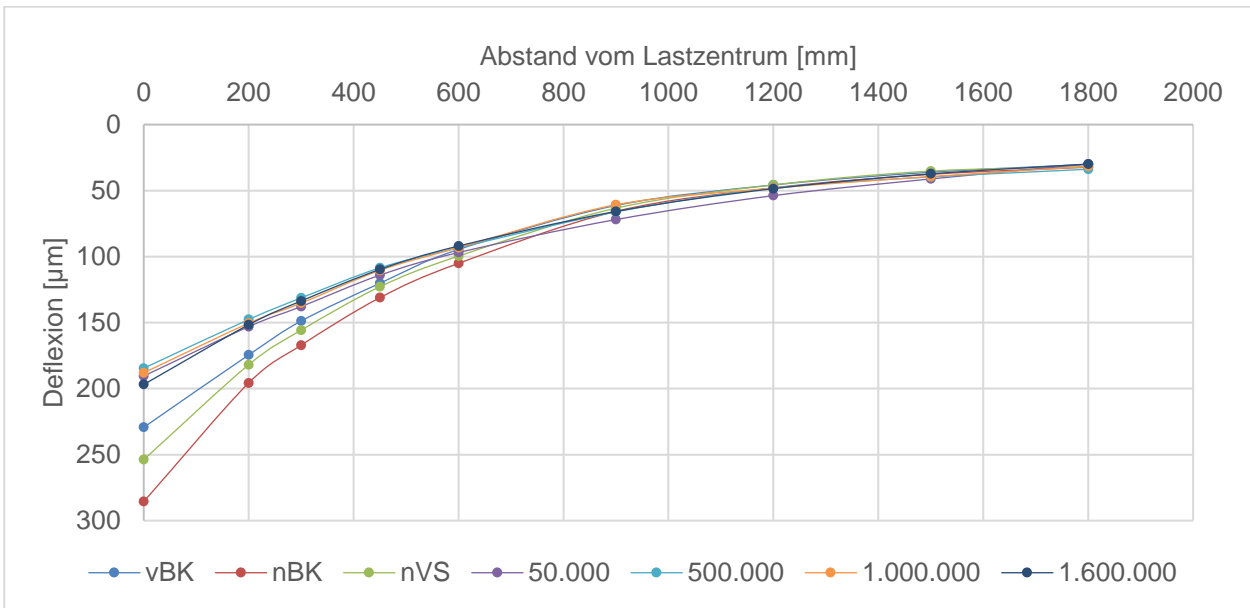


Bild E-22: Deflexionsmulden an Messpunkt 52

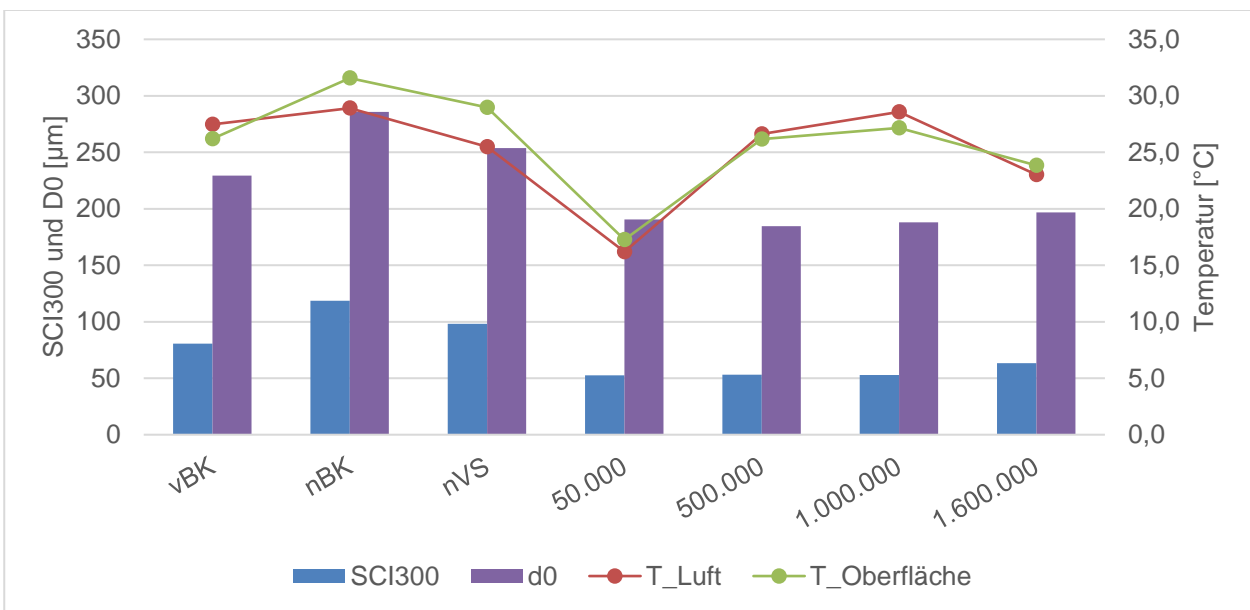


Bild E-23: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 52

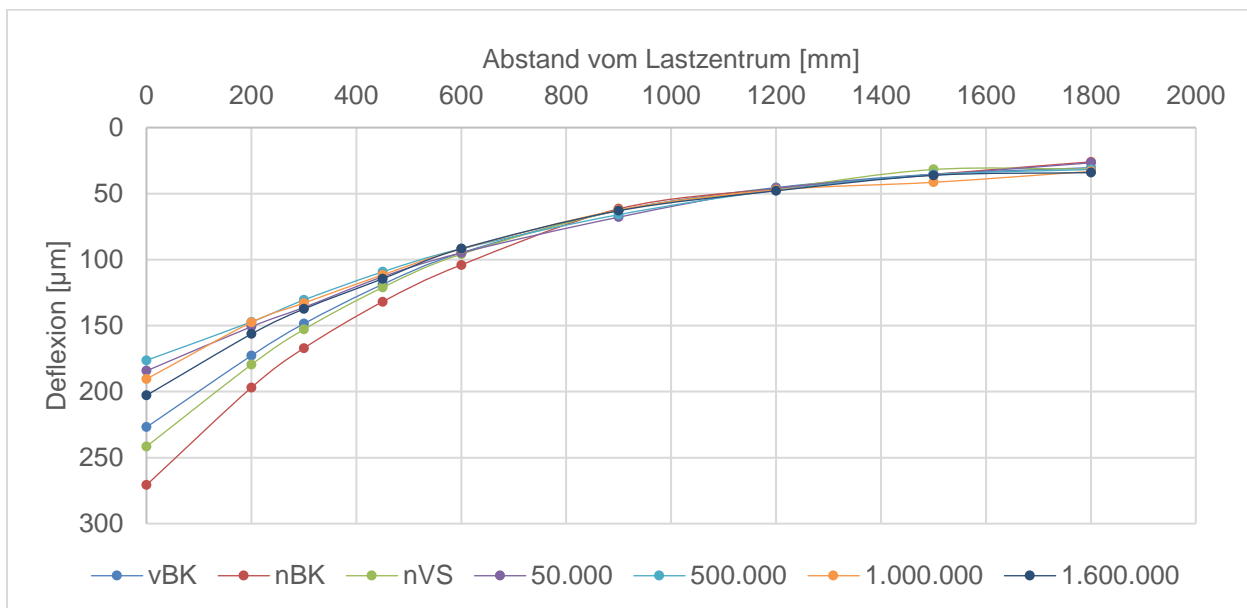


Bild E-24: Deflexionsmulden an Messpunkt 53

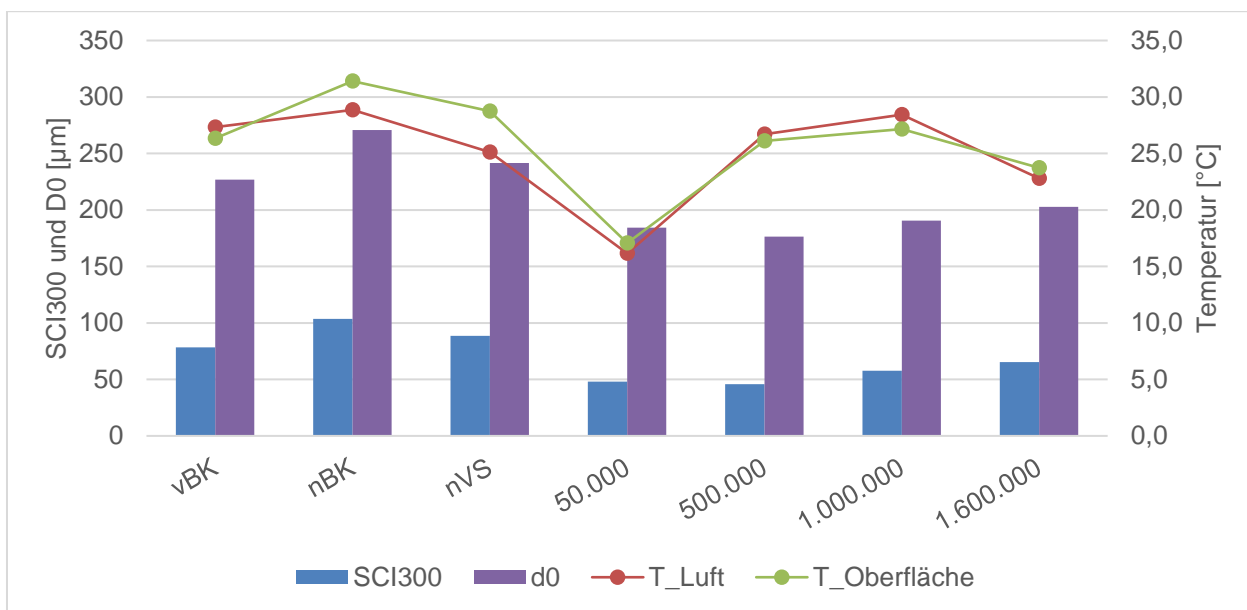


Bild E-25: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 53

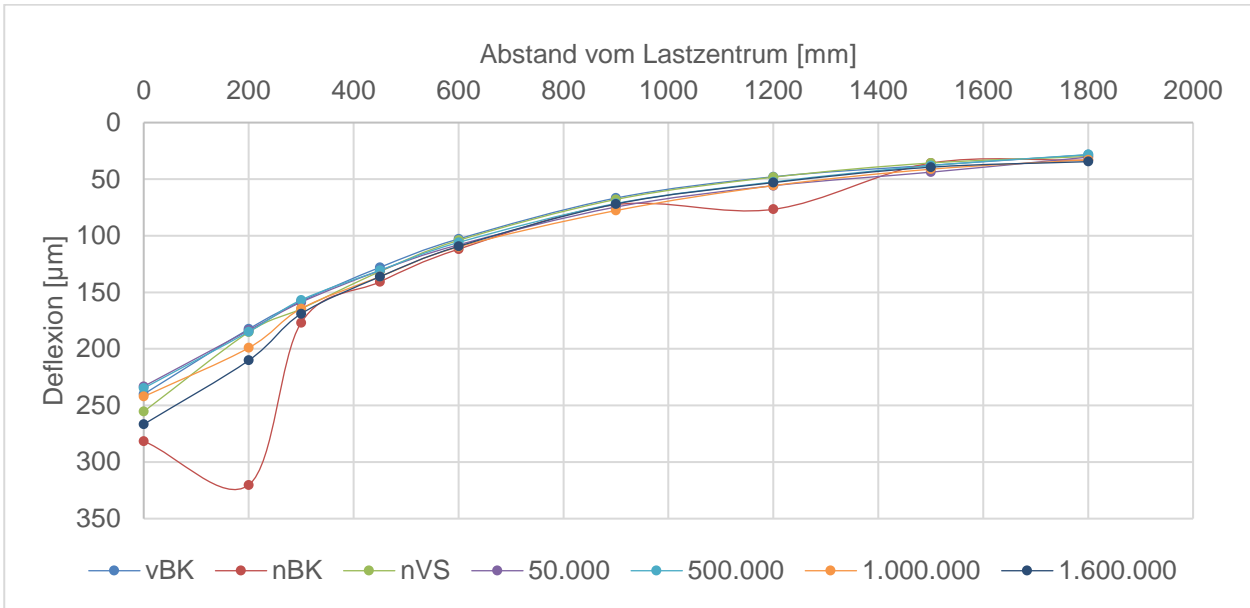


Bild E-26: Deflexionsmulden an Messpunkt 181

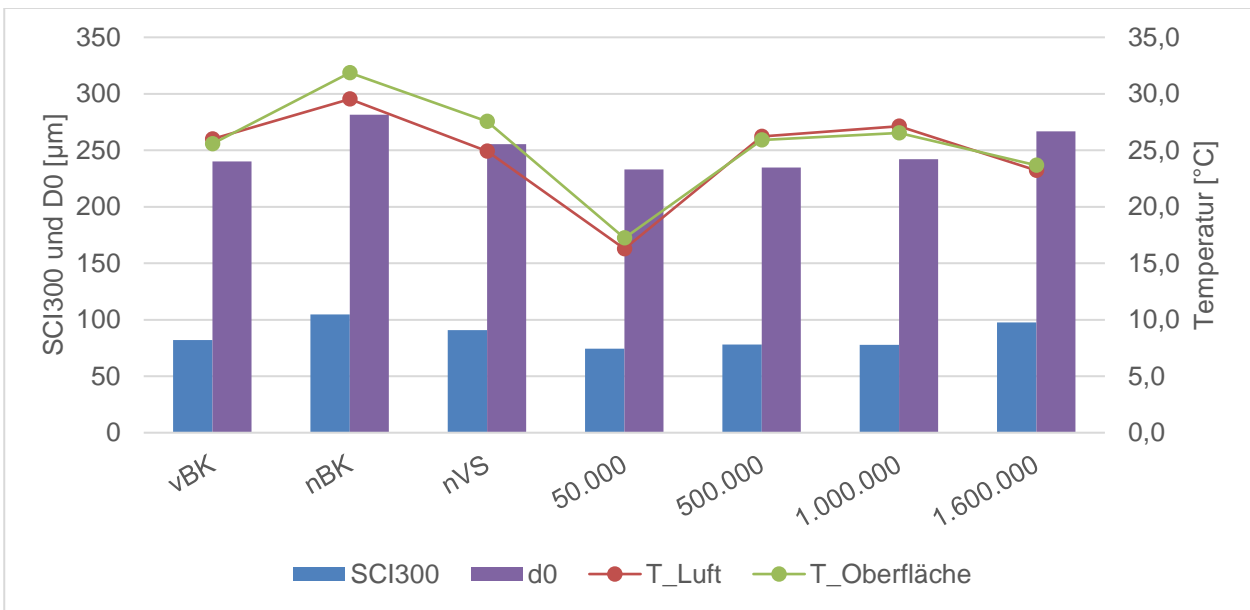


Bild E-27: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 181

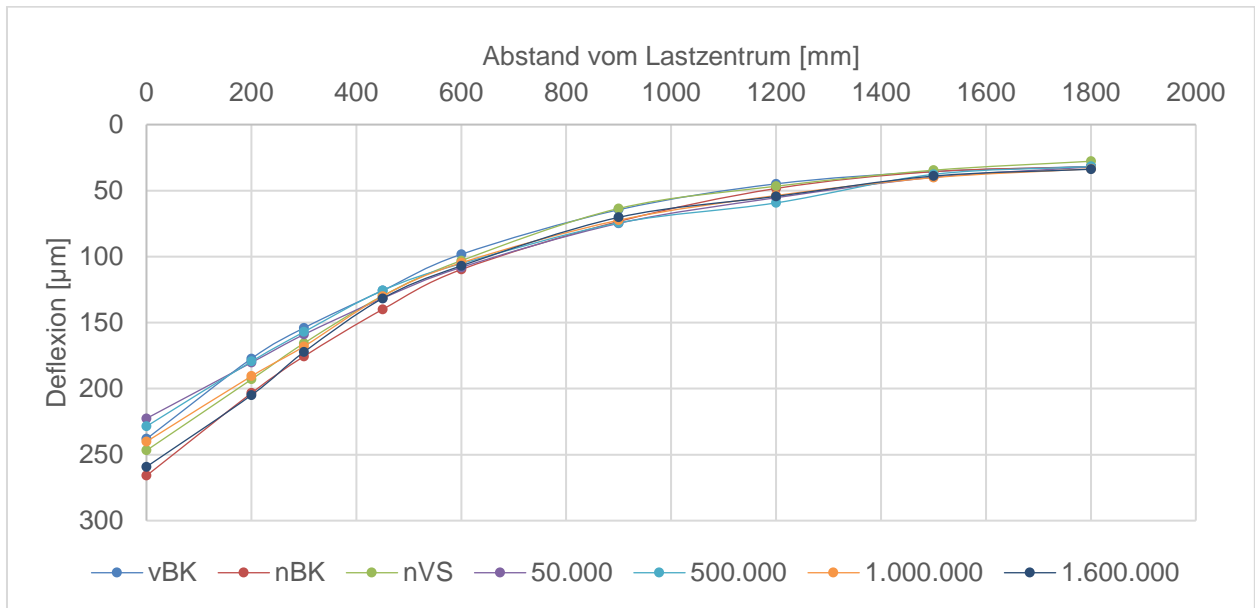


Bild E-28: Deflexionsmulden an Messpunkt 182

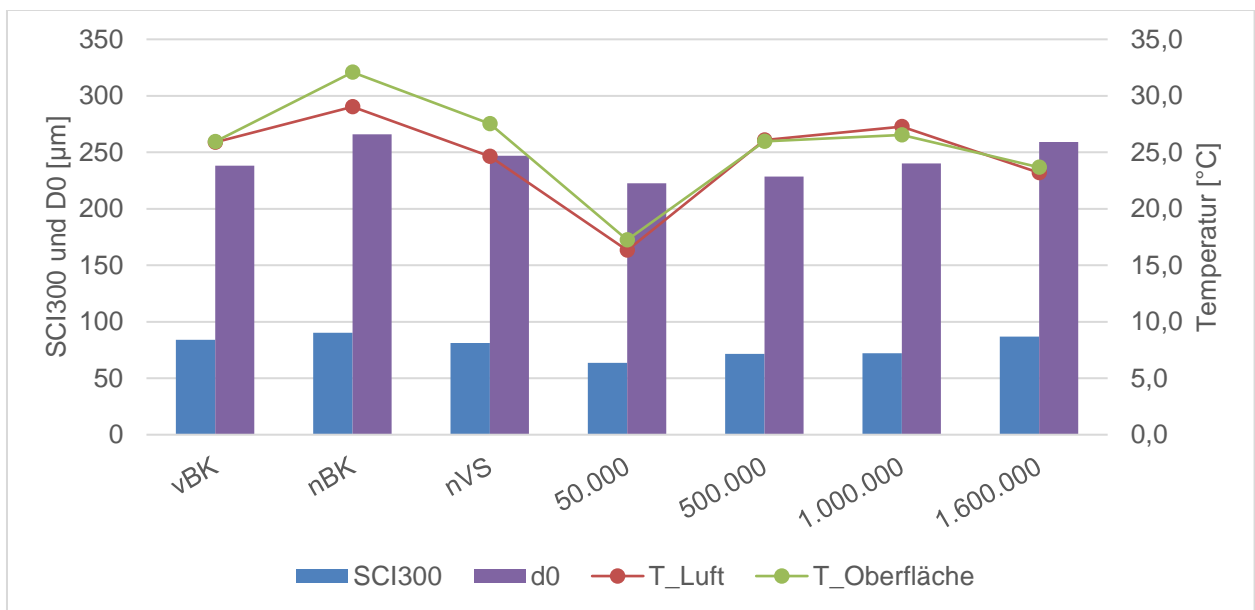


Bild E-29: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 182

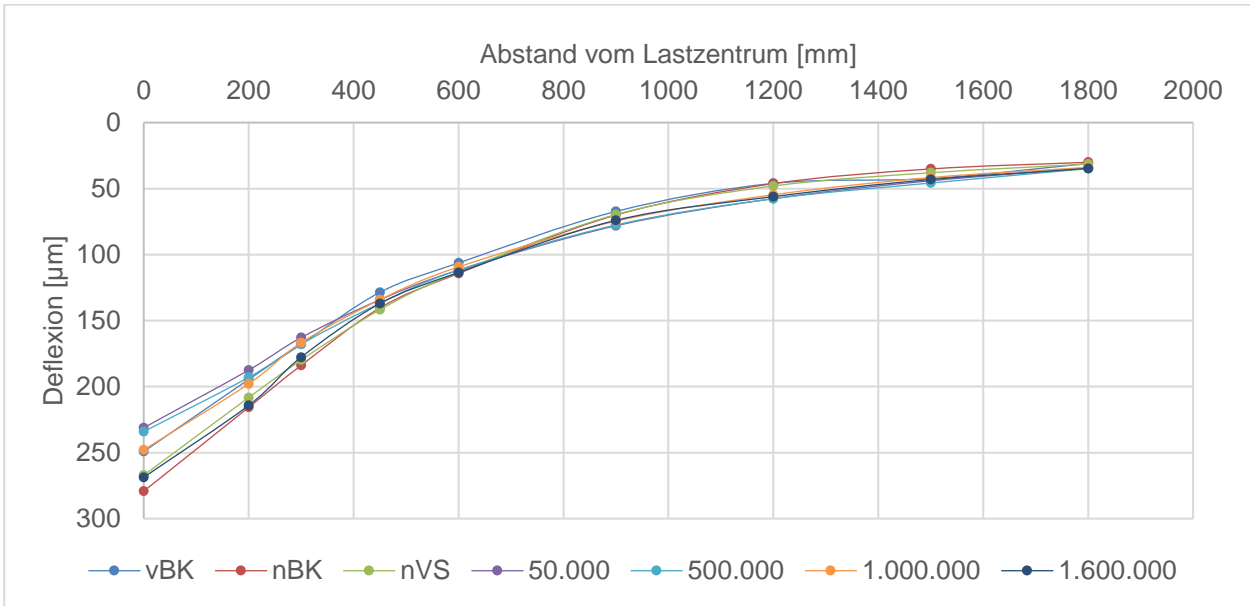


Bild E-30: Deflexionsmulden an Messpunkt 189

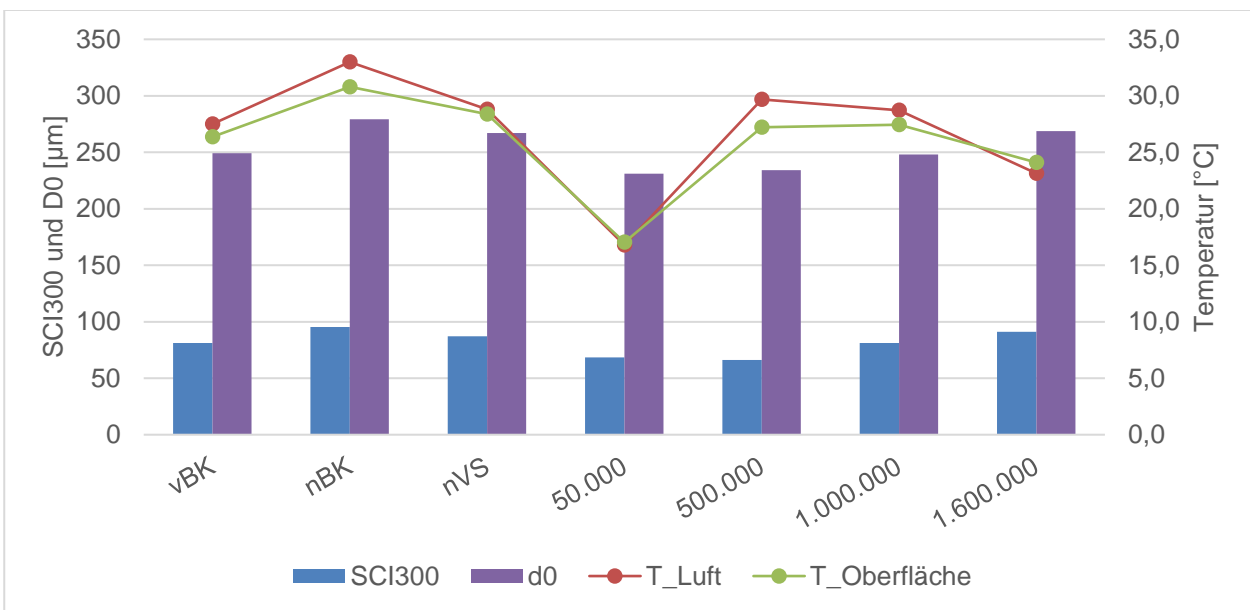


Bild E-31: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 189

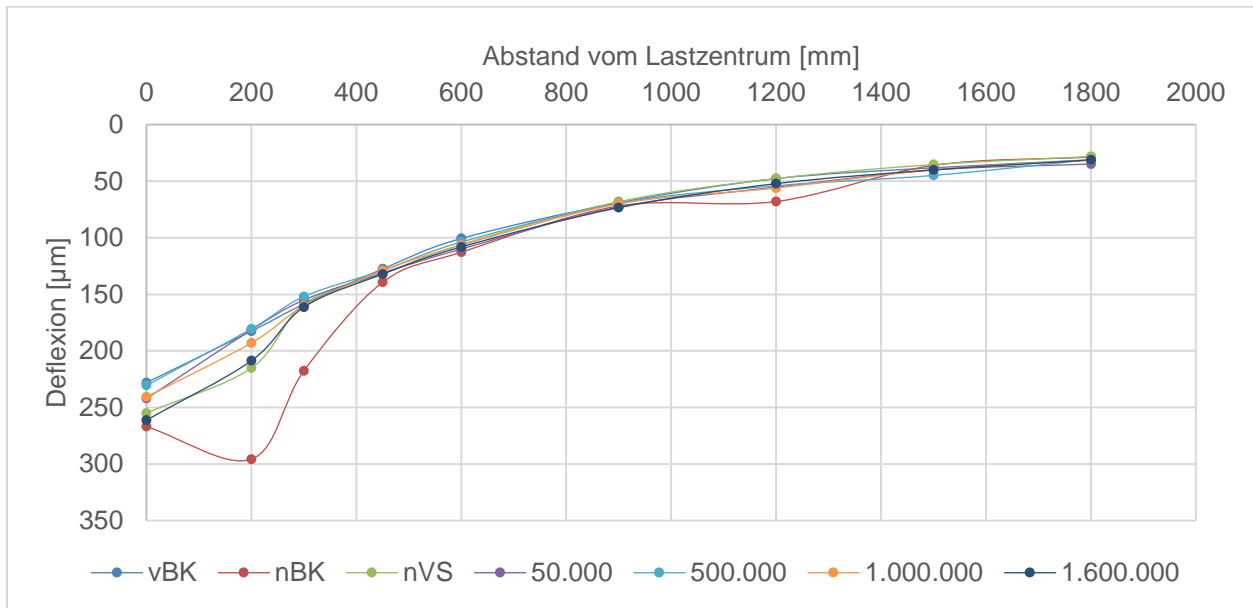
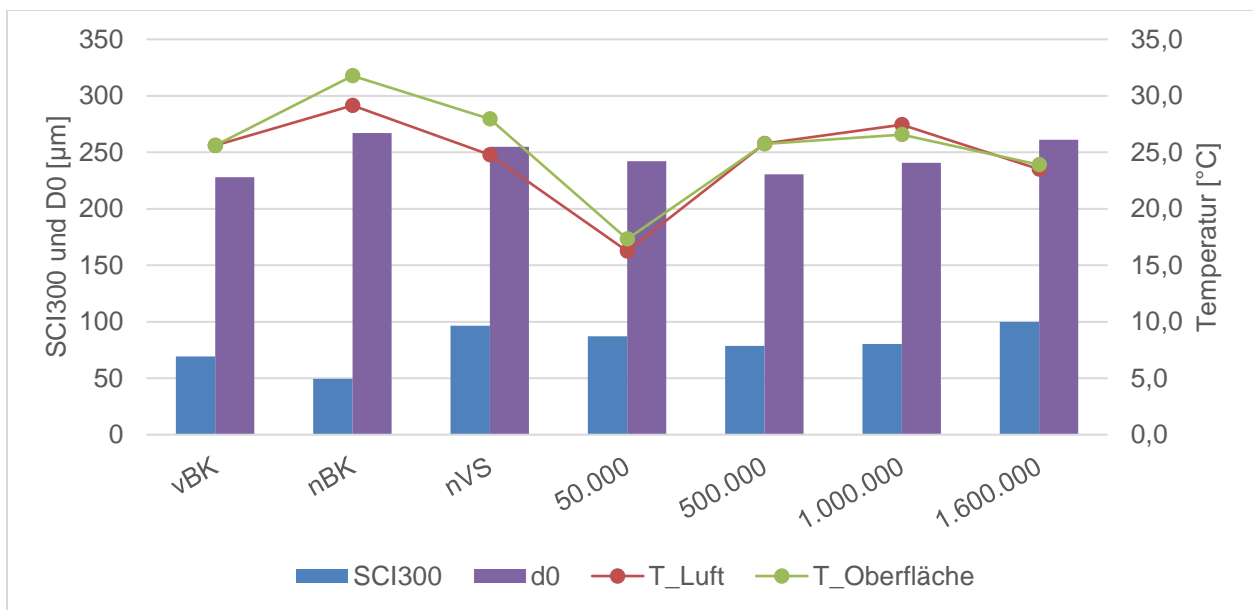


Bild E-32: Deflexionsmulden an Messpunkt 191

Bild E-33: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 191



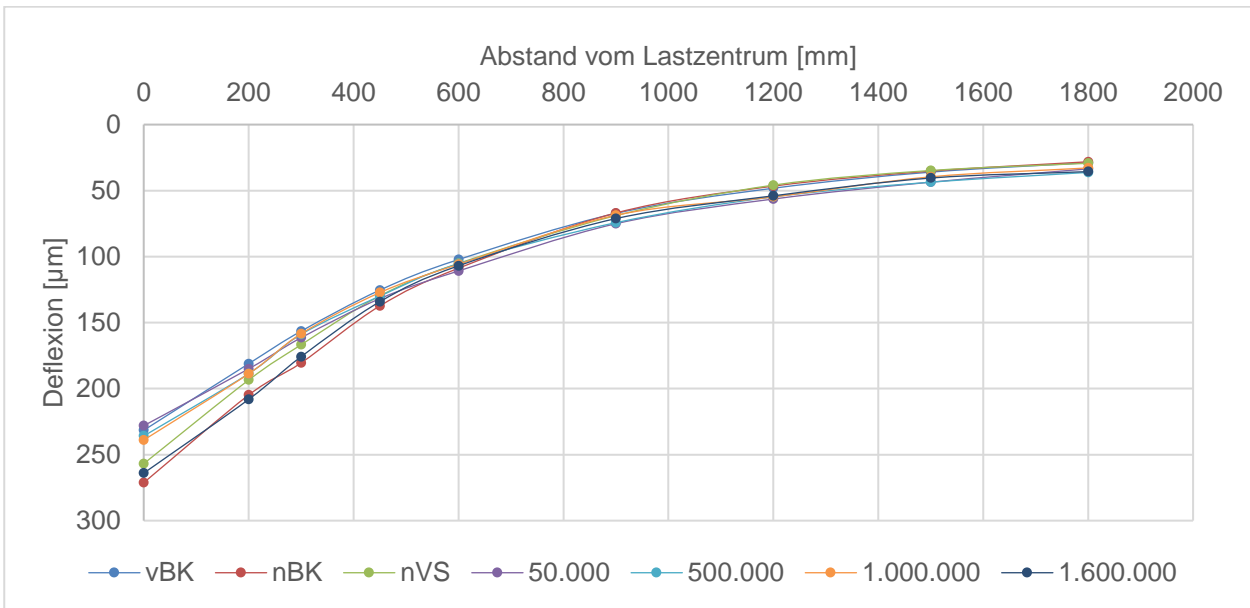


Bild E-34: Deflexionsmulden an Messpunkt 192

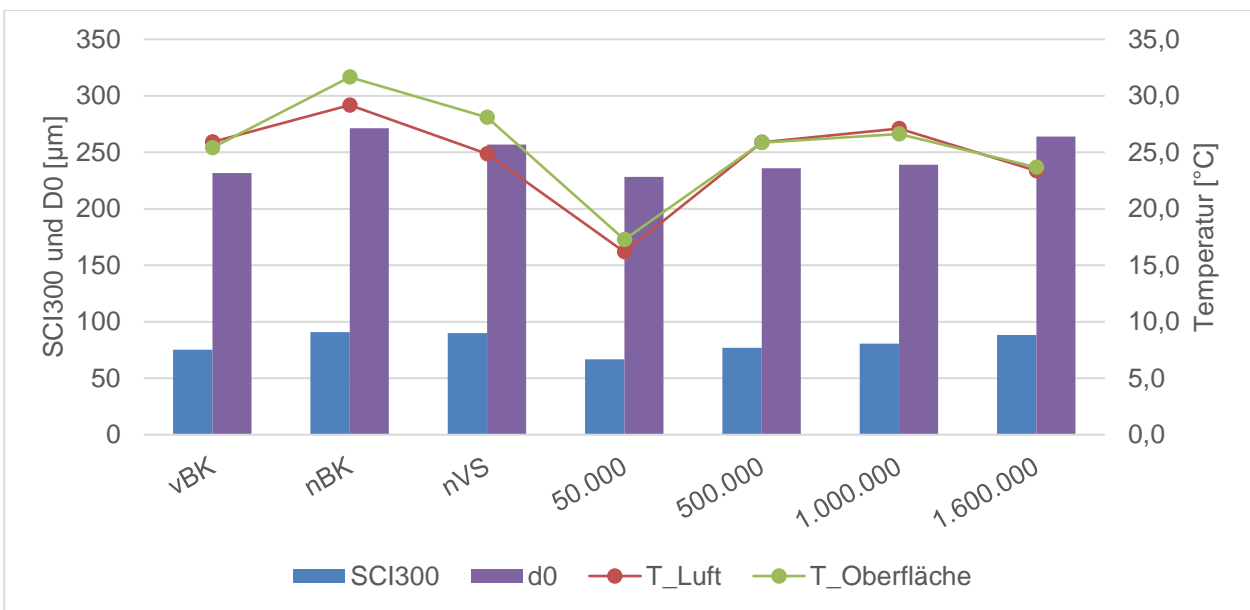


Bild E-35: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 192

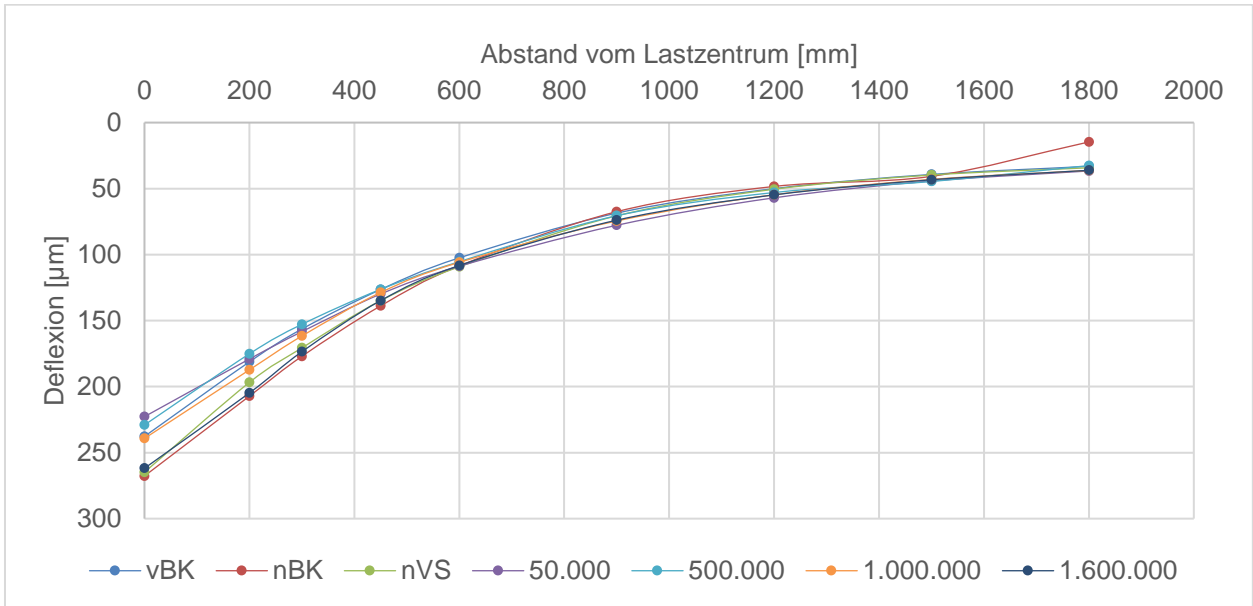


Bild E-36: Deflexionsmulden an Messpunkt 199

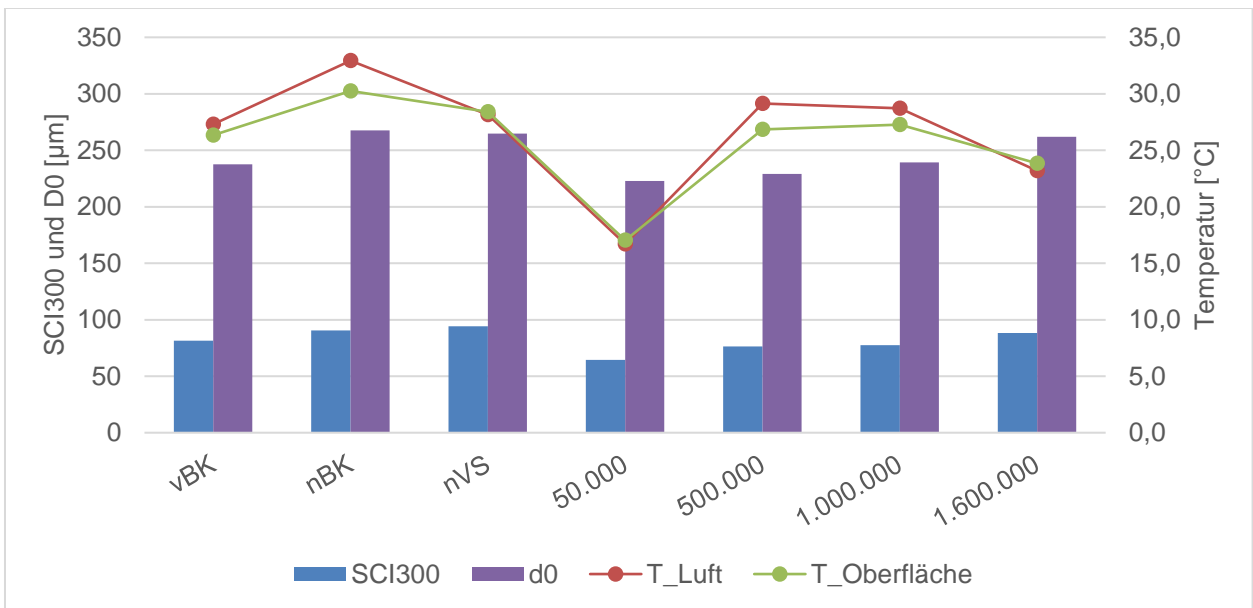


Bild E-37: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 199

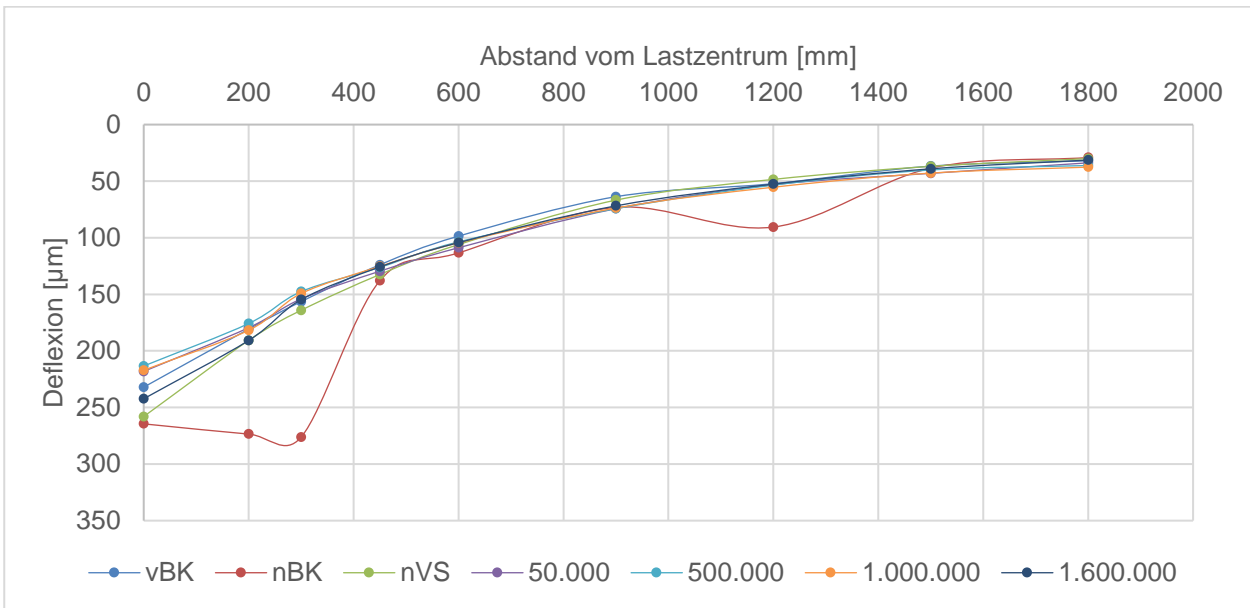


Bild E-38: Deflexionsmulden an Messpunkt 211

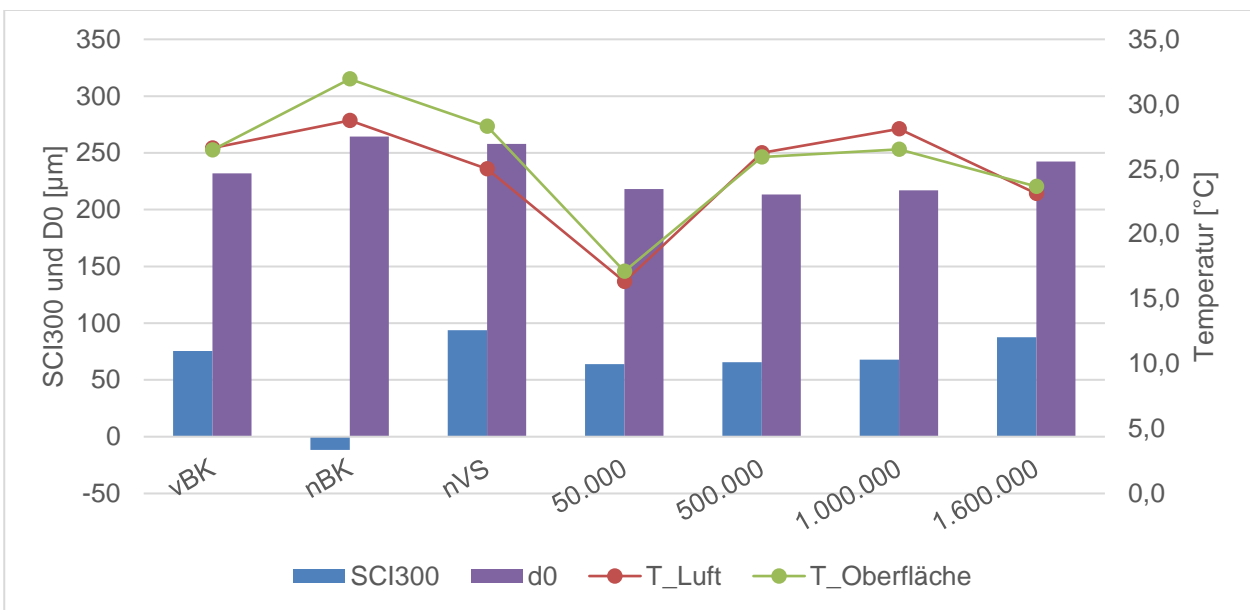


Bild E-39: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 211

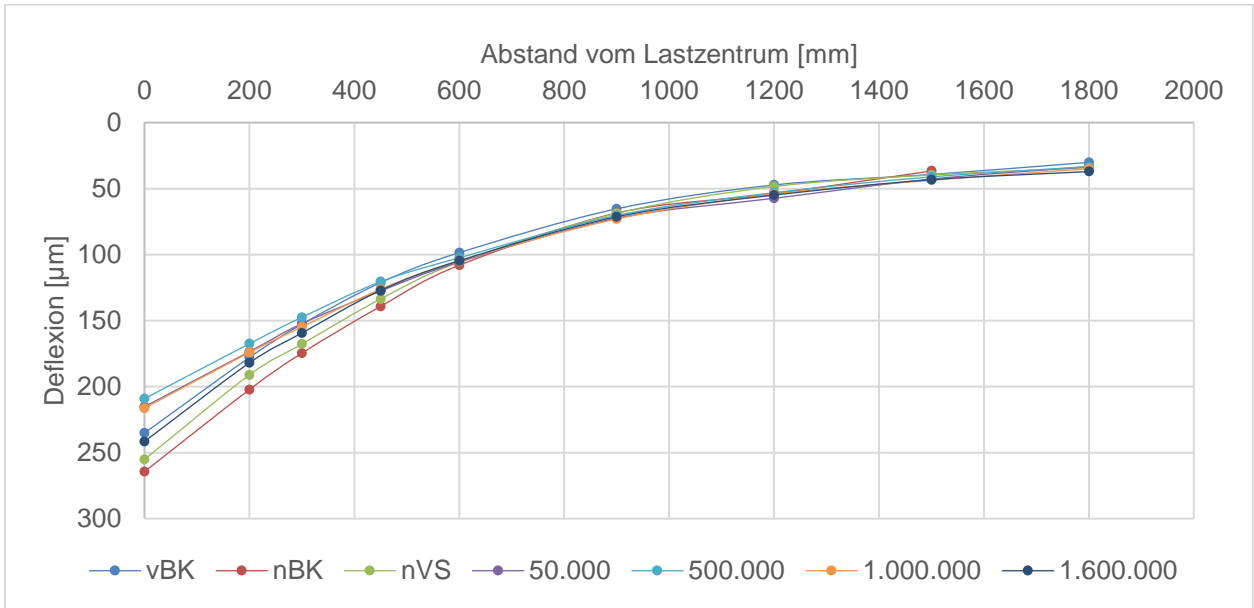


Bild E-40: Deflexionsmulden an Messpunkt 212

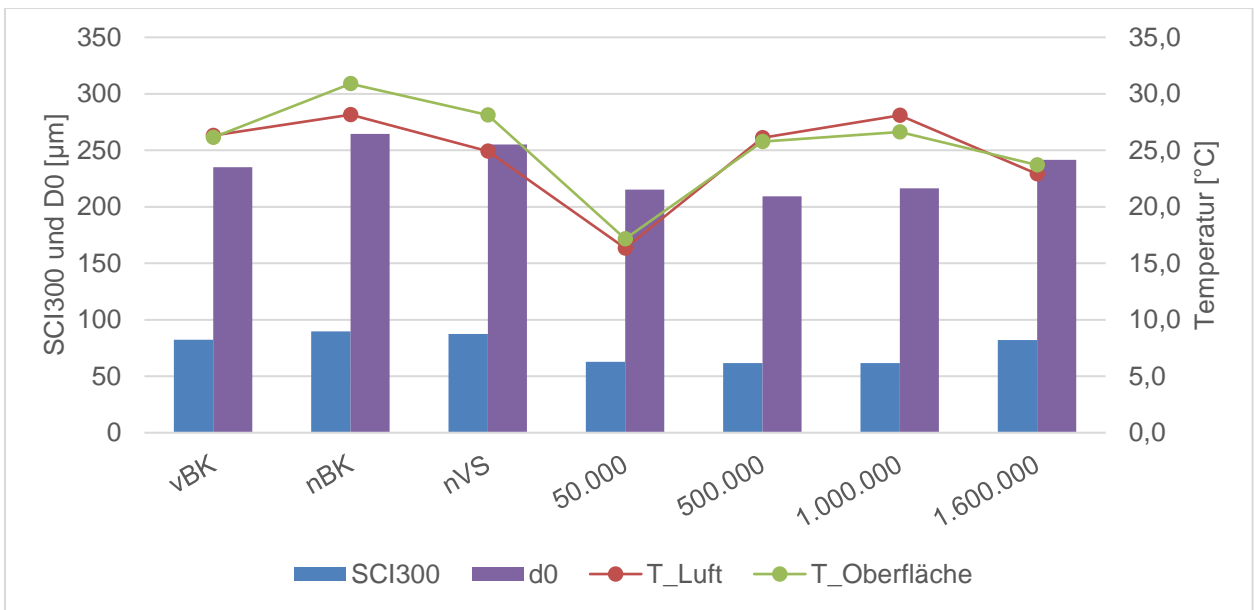


Bild E-41: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 212

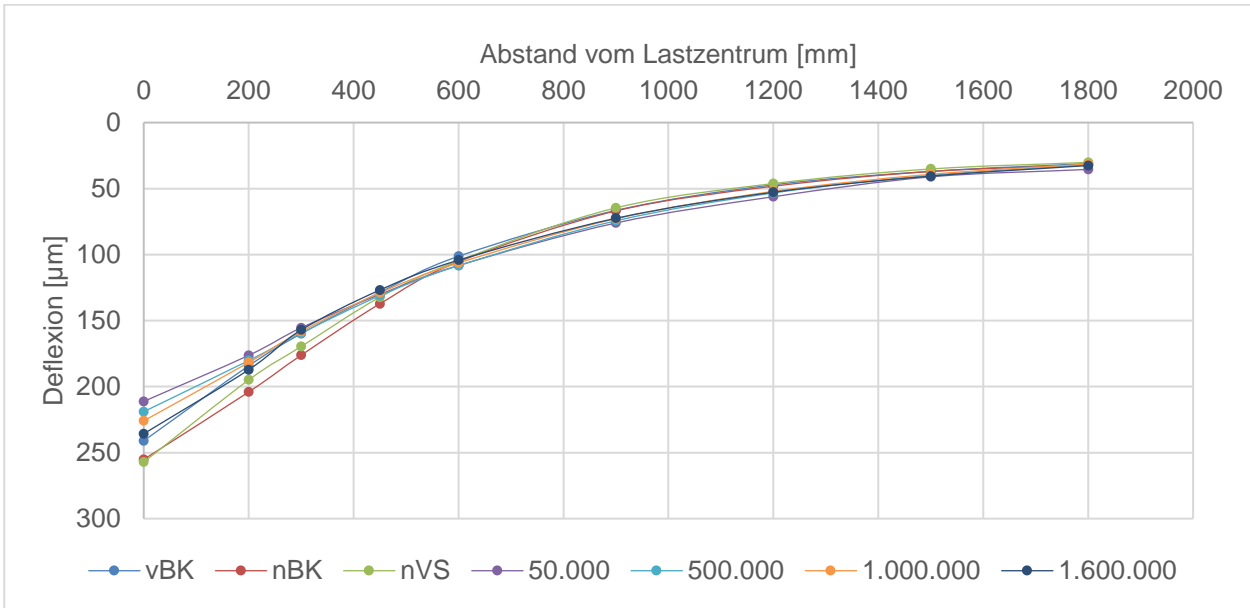


Bild E-42: Deflexionsmulden an Messpunkt 219

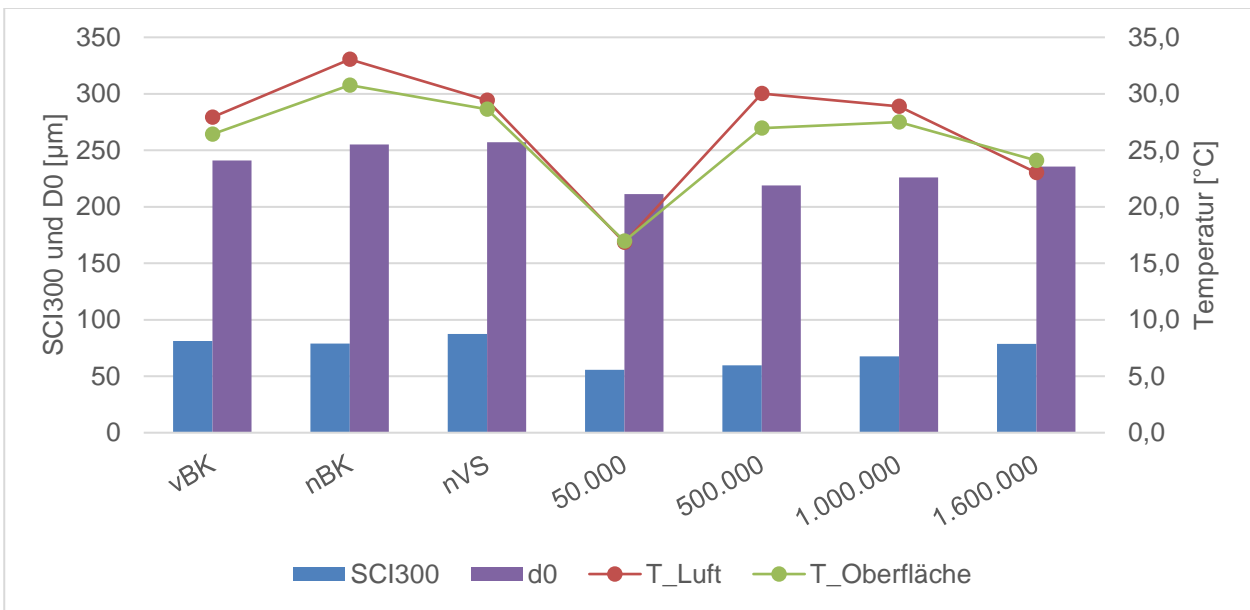


Bild E-43: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 219

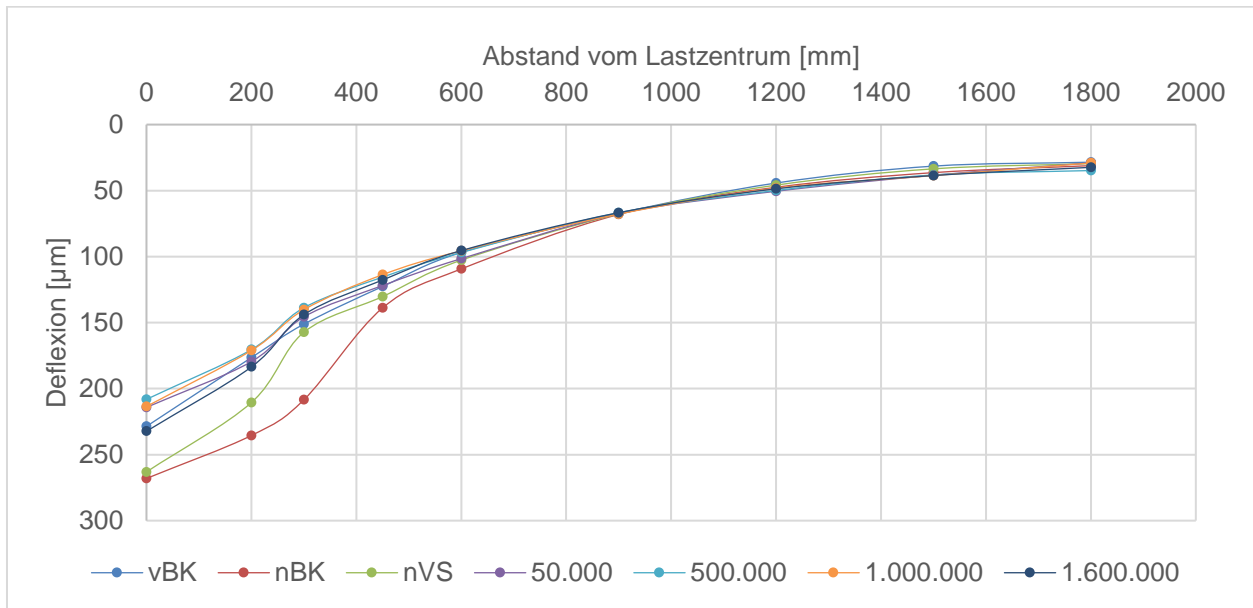
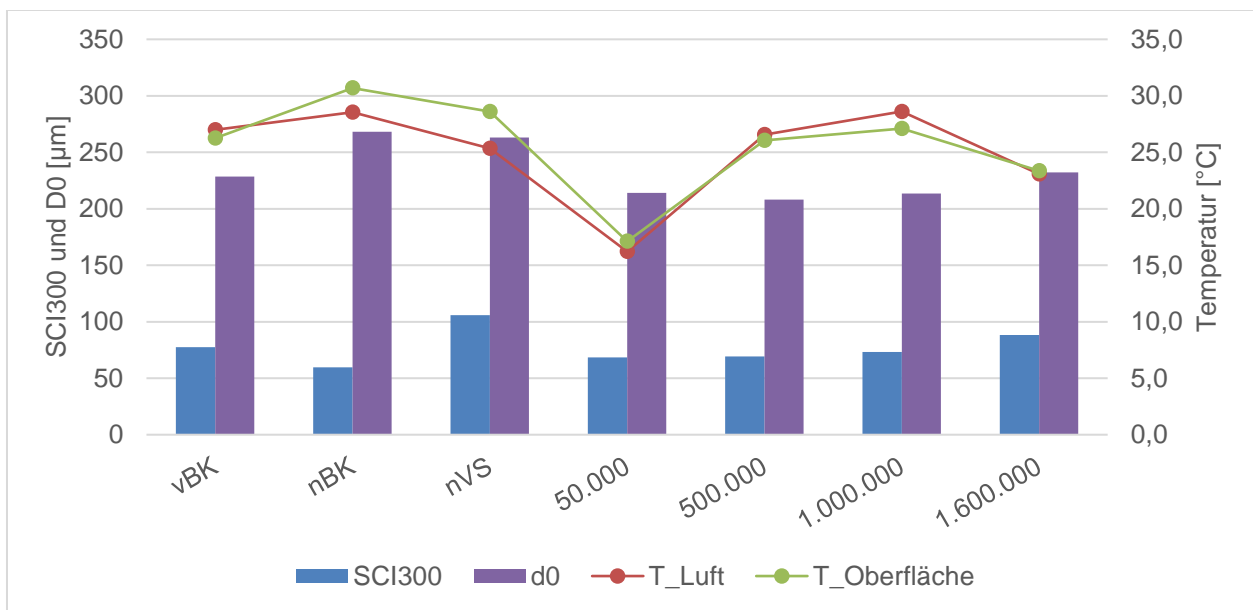


Bild E-44: Deflexionsmulden an Messpunkt 431

Bild E-45: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 431

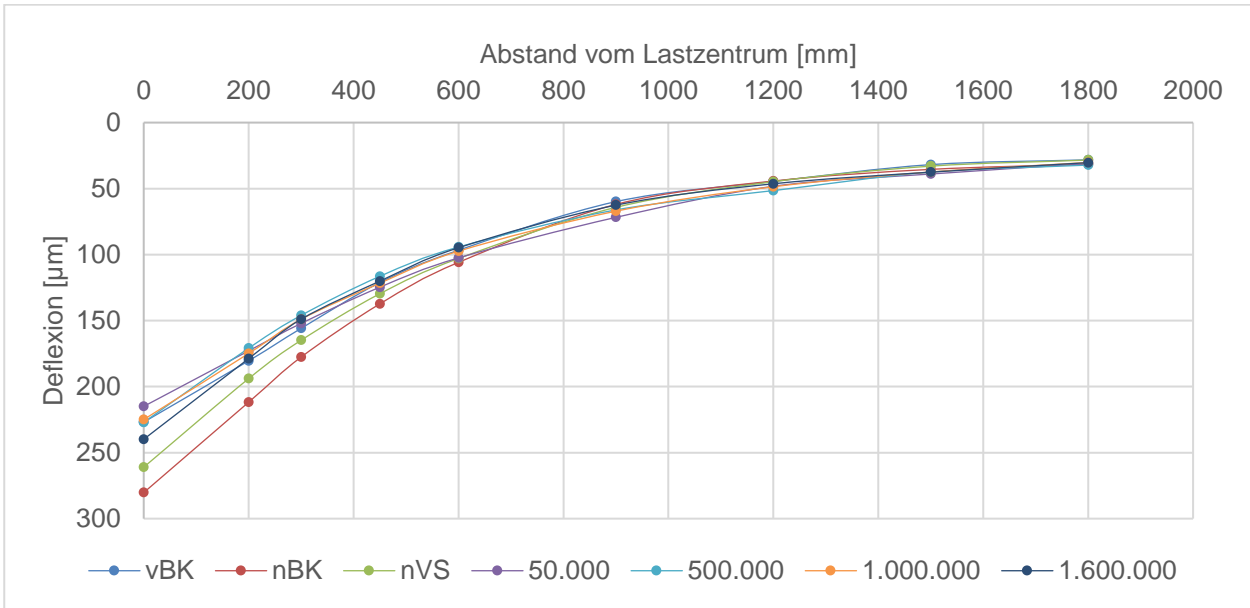


Bild E-46: Deflexionsmulden an Messpunkt 432

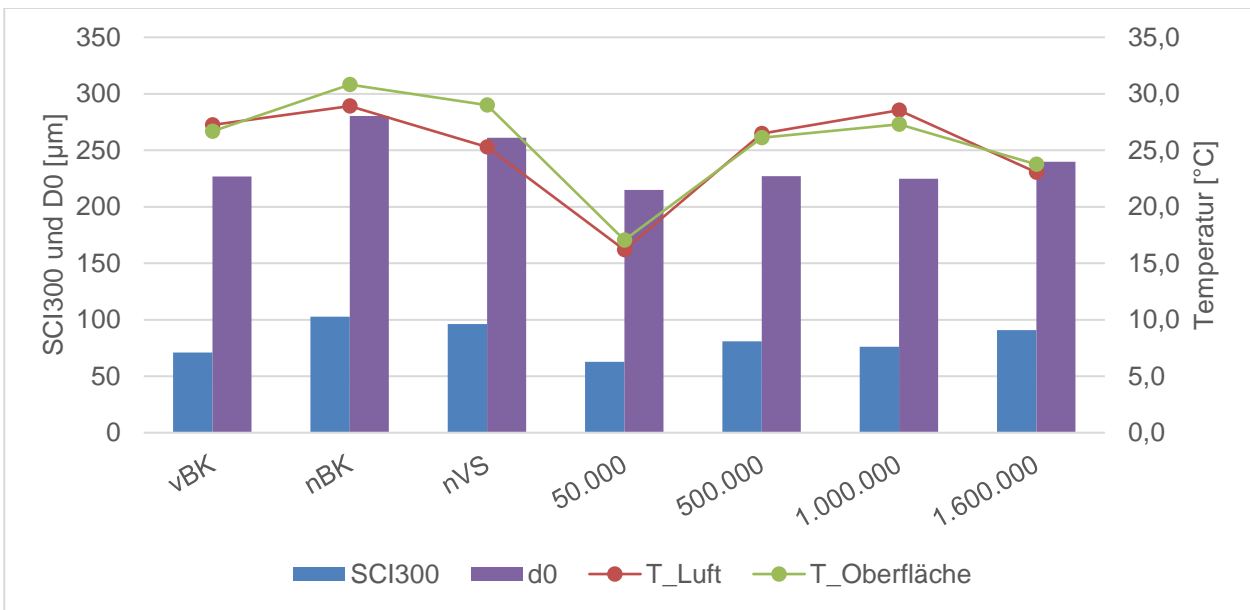


Bild E-47: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 432

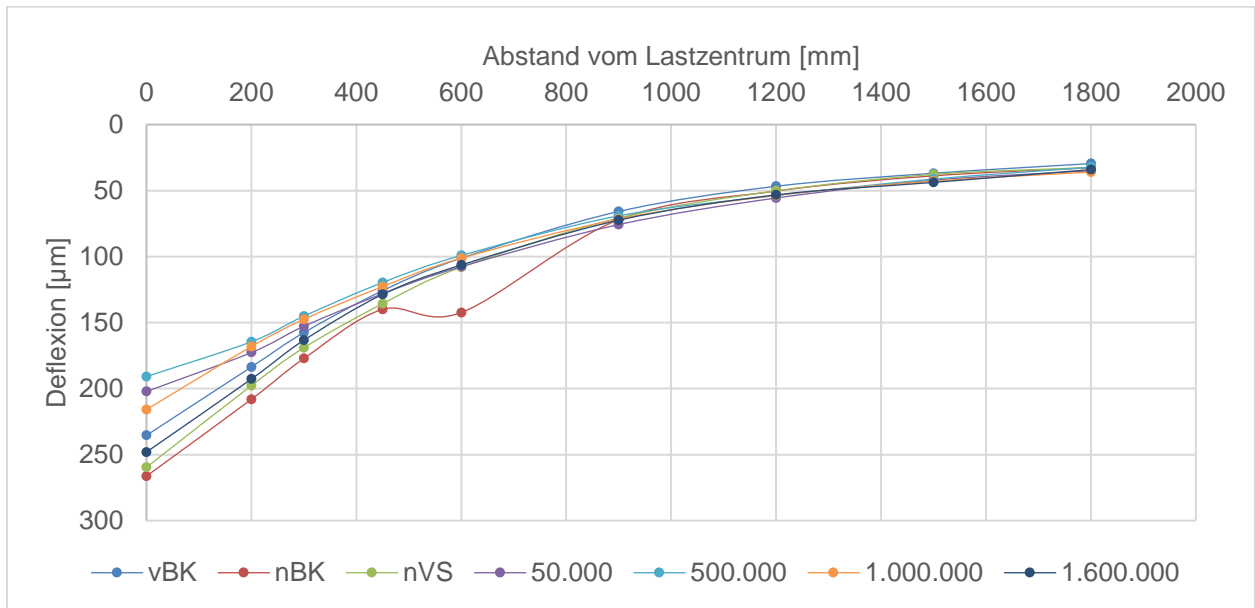
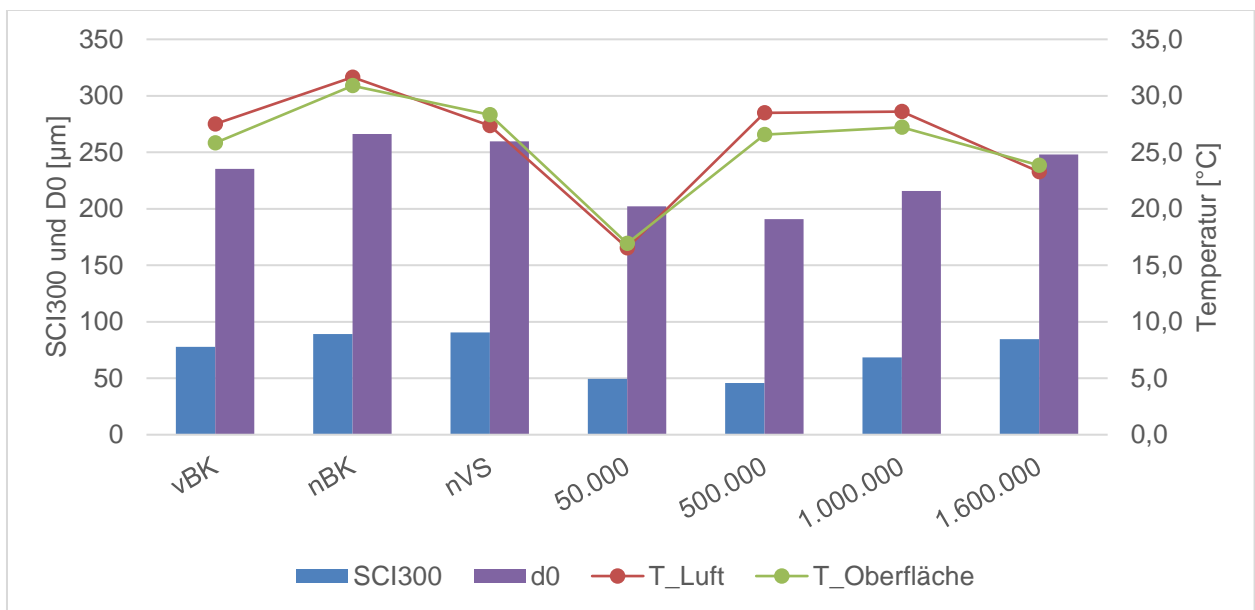


Bild E-48: Deflexionsmulden an Messpunkt 439

Bild E-49: SCI300, D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperaturen an Messpunkt 439



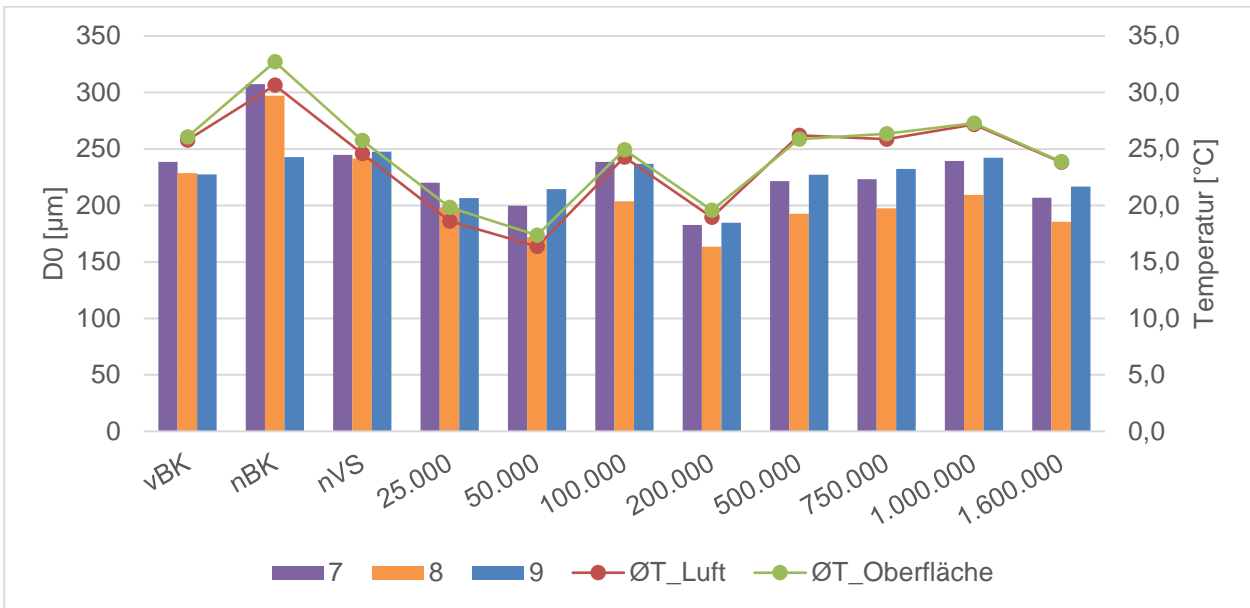


Bild E-50: D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperatur an den Messpunkten 7, 8 und 9

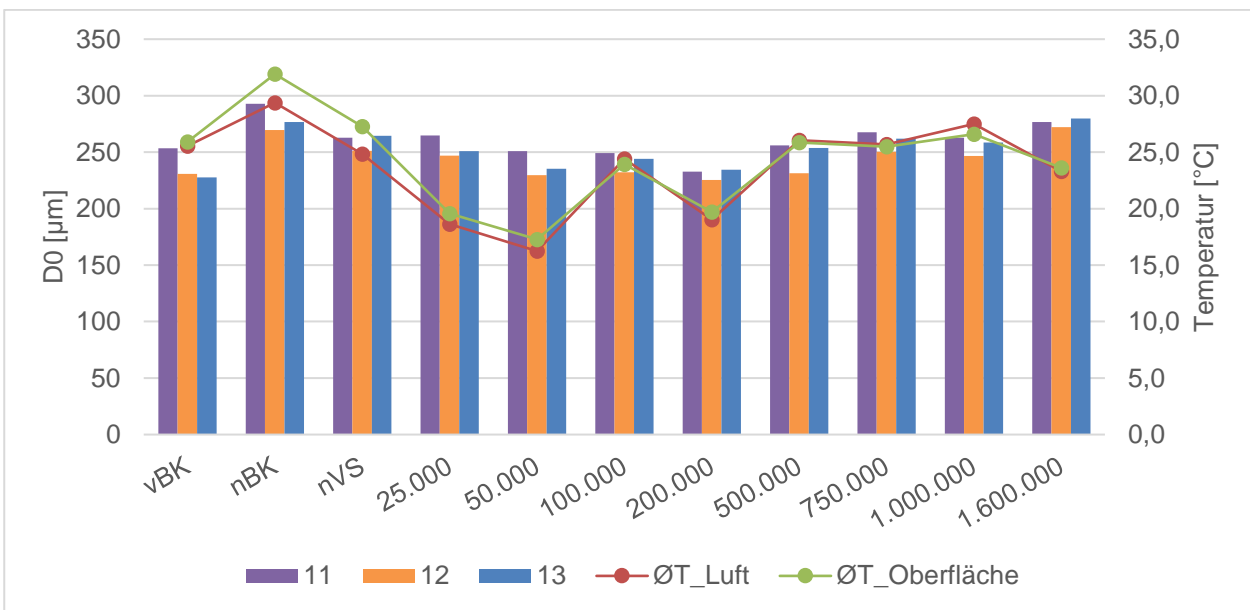
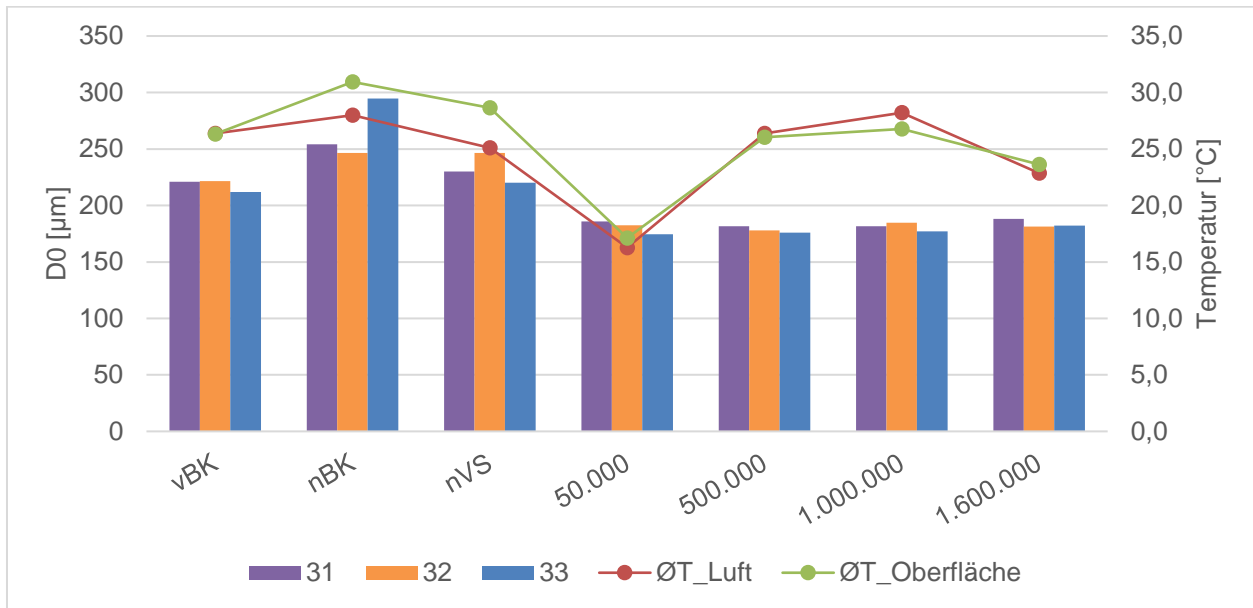
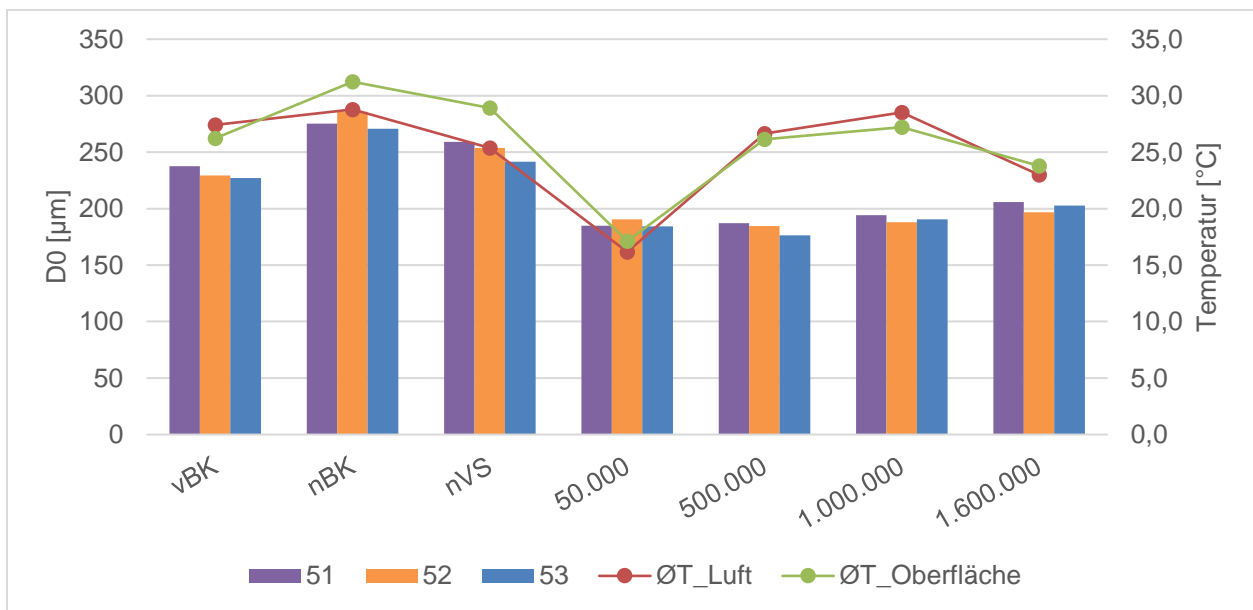


Bild E-51: D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperatur an den Messpunkten 11, 12 und 13

Bild E-52: D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperatur an den Messpunkten 31, 32 und 33Bild E-53: D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperatur an den Messpunkten 51, 52 und 53

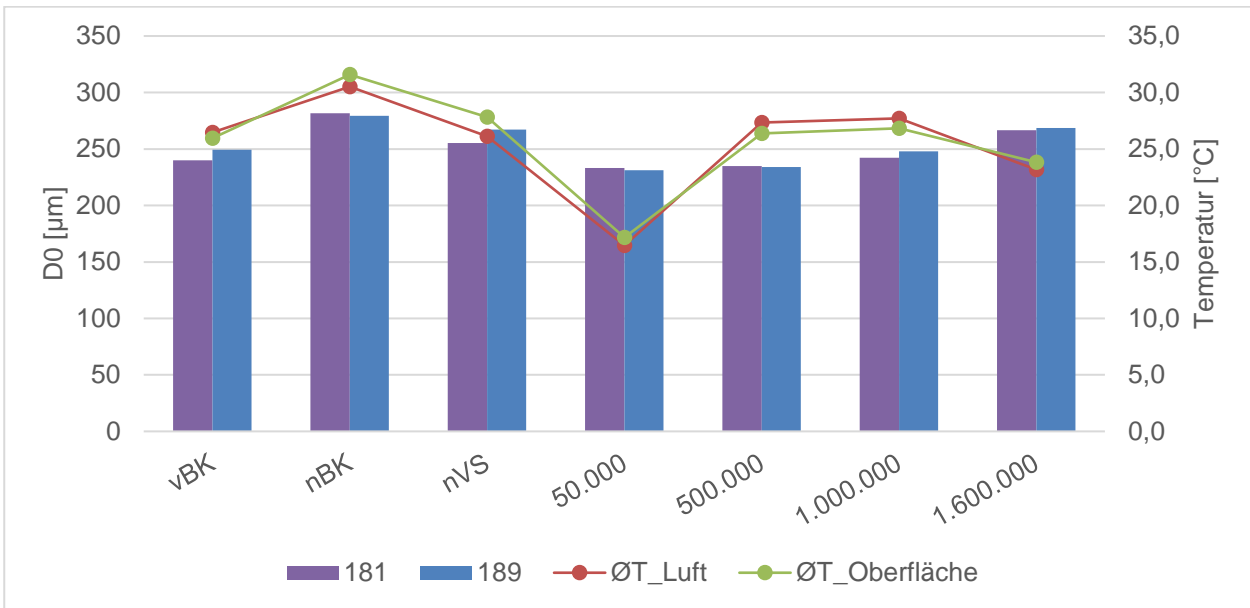


Bild E-54: D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperatur an den Messpunkten 181 und 189

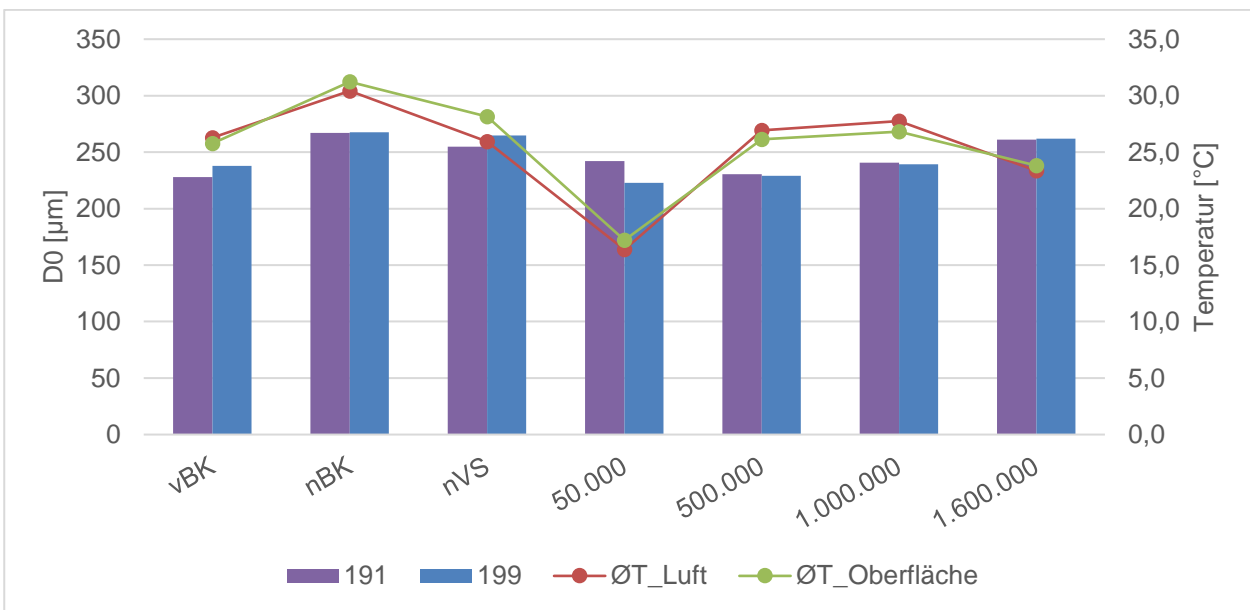
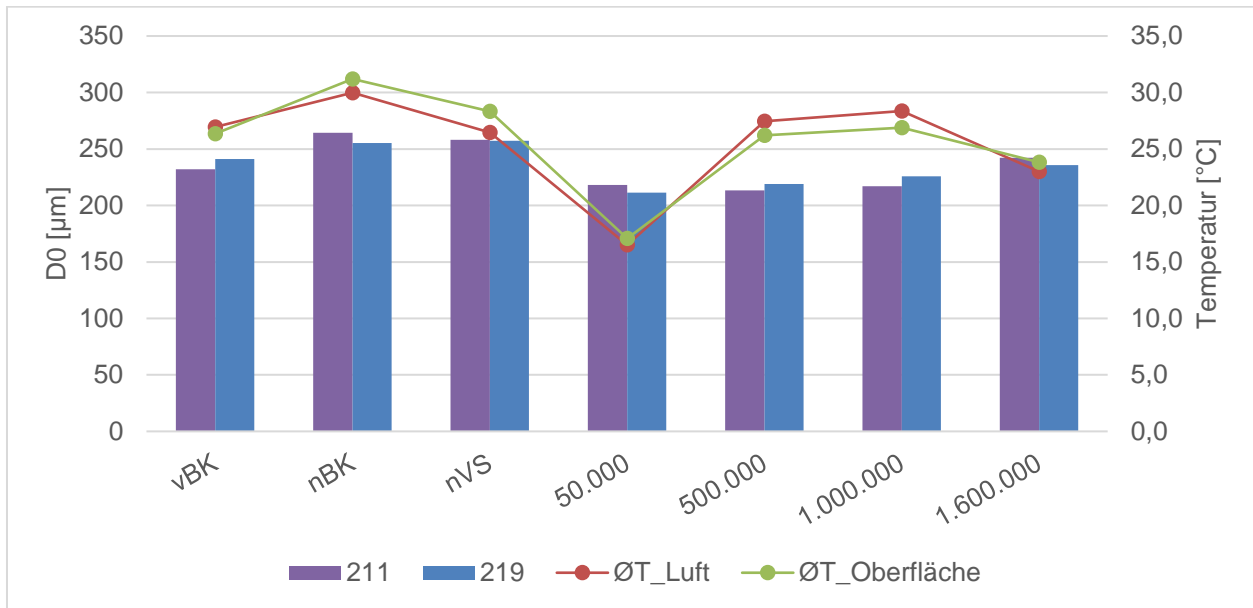
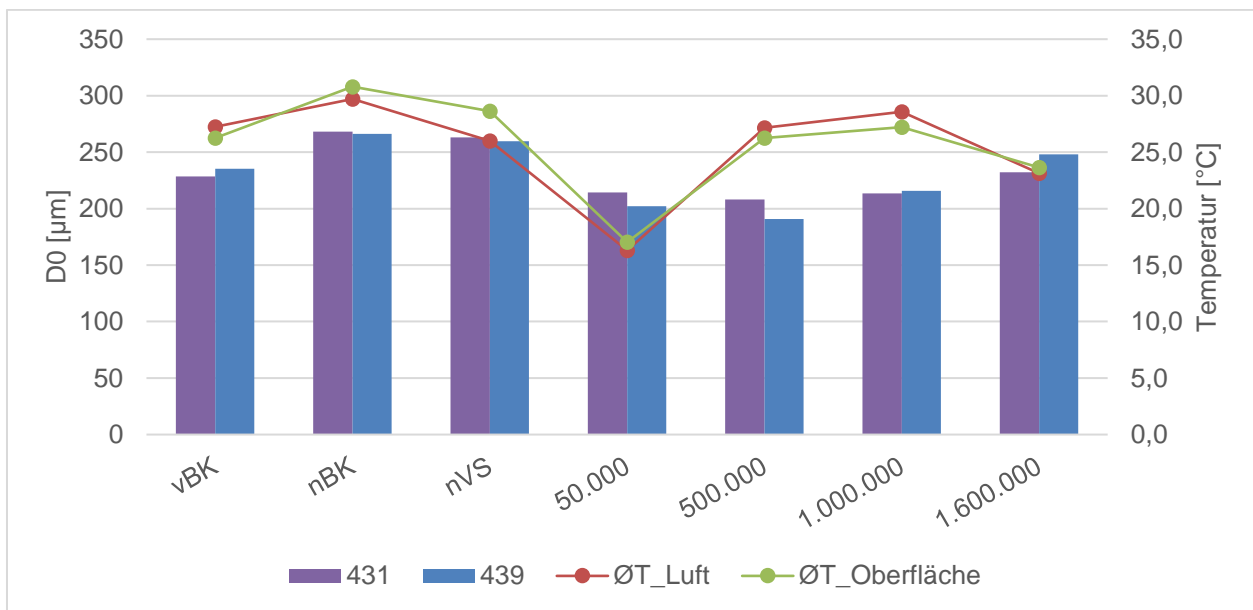


Bild E-55: D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperatur an den Messpunkten 191 und 199

Bild E-56: D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperatur an den Messpunkten 211 und 219Bild E-57: D<sub>0</sub>, Luft- und Oberflächentemperatur an den Messpunkten 431 und 439

## Anhang F – Mindestdatensatz

Mindestdaten in Anlehnung an TP Asphalt-StB Teil 27 (Tabelle 1)			
<b>Identifikation Transponder</b>			
	SID - Security Identifier	System	<i>automatische Generierung</i>
<b>Probennahme</b>			
	Probenbezeichnung	variabel	
	Anzahl der Proben	variabel	
	Fehlender Schichtenverbund	variabel	
	Straßenbezeichnung /-name	variabel	
	Baukilometer / Hausnummer	variabel	
	von NK /nach NK	variabel	
	Fahrstreifen/Richtungsfahrbahn	variabel	
	Bemerkung	variabel	
	Entnahmedatum	variabel	<i>automatisch beim Anlegen der ES</i>
	Wetter bei Probenahme	variabel	<i>Standard nach erster Eingabe</i>
	PI-Unterzeichner, Name	variabel	<i>Standard nach erster Eingabe</i>
	PI-Unterzeichner, Vorname	variabel	<i>Standard nach erster Eingabe</i>
	GPS-Verortung		
	GPS-Breitengrad	System	<i>Erfassung erfolgt automatisch bei Datenspeicherung auf dem Transponder</i>
	GPS-Längengrad	System	
	GPS-Höhe	System	
<b>Informationen Bauausführung</b>			
	Baumaßnahme (Bauvorhaben/Straße)	konstant	
	Bereich Probenahme (Abschnitt/Bauwerk)	konstant	
	Belastungsklasse	konstant	
	Auftraggeber (Zeile 1)	konstant	
	Auftraggeber (Zeile 2)	konstant	
	AG-Straße	konstant	
	AG-Ort	konstant	

	AG-PLZ	konstant	
	Auftragnehmer/Baufirma (Zeile 1)	konstant	
	Auftragnehmer/Baufirma (Zeile 2)	konstant	
	AN-Straße	konstant	
	AN-Ort	konstant	
	AN-PLZ	konstant	
	Einbaufirma (Zeile 1) ggf. falls abweichend AN	konstant	
	Einbaufirma (Zeile 2)	konstant	
	Asphaltmischwerk	konstant	
<b>Untersuchungsumfang</b>			
	Art der Ausbauprobe	konstant	
	Schichtenaufbau (Soll)	konstant	
	Zu prüfende Schicht(en)	konstant	
	Solldicke der zu prüfenden Schicht(en)	konstant	
	Asphaltmischgutart/-sorte der zu prüfenden Schicht(en)	konstant	
	Zweck der Probenahme	konstant	
	Adressaten für den Untersuchungsbericht	konstant	
<b>Prüfinstitut</b>			
	Prüfinstitut (Zeile 1)	konstant	
	Prüfinstitut (Zeile 2)	konstant	
	PI-Straße	konstant	
	PI-Ort	konstant	
	PI-PLZ	konstant	
<b>Weitere Daten - Verknüpfungen</b>			
	Erstprüfung (je Schicht)	Verknüpfung	
	EP-Nr.		
	EP-Datum		
	EP-Prüfstelle		
	Kontrollprüfung (je Schicht)	Verknüpfung	
	KP-Nr.		
	KP-Datum		

---

	KP-Prüfstelle		
--	---------------	--	--

## Anhang G – Fotodokumentation in situ

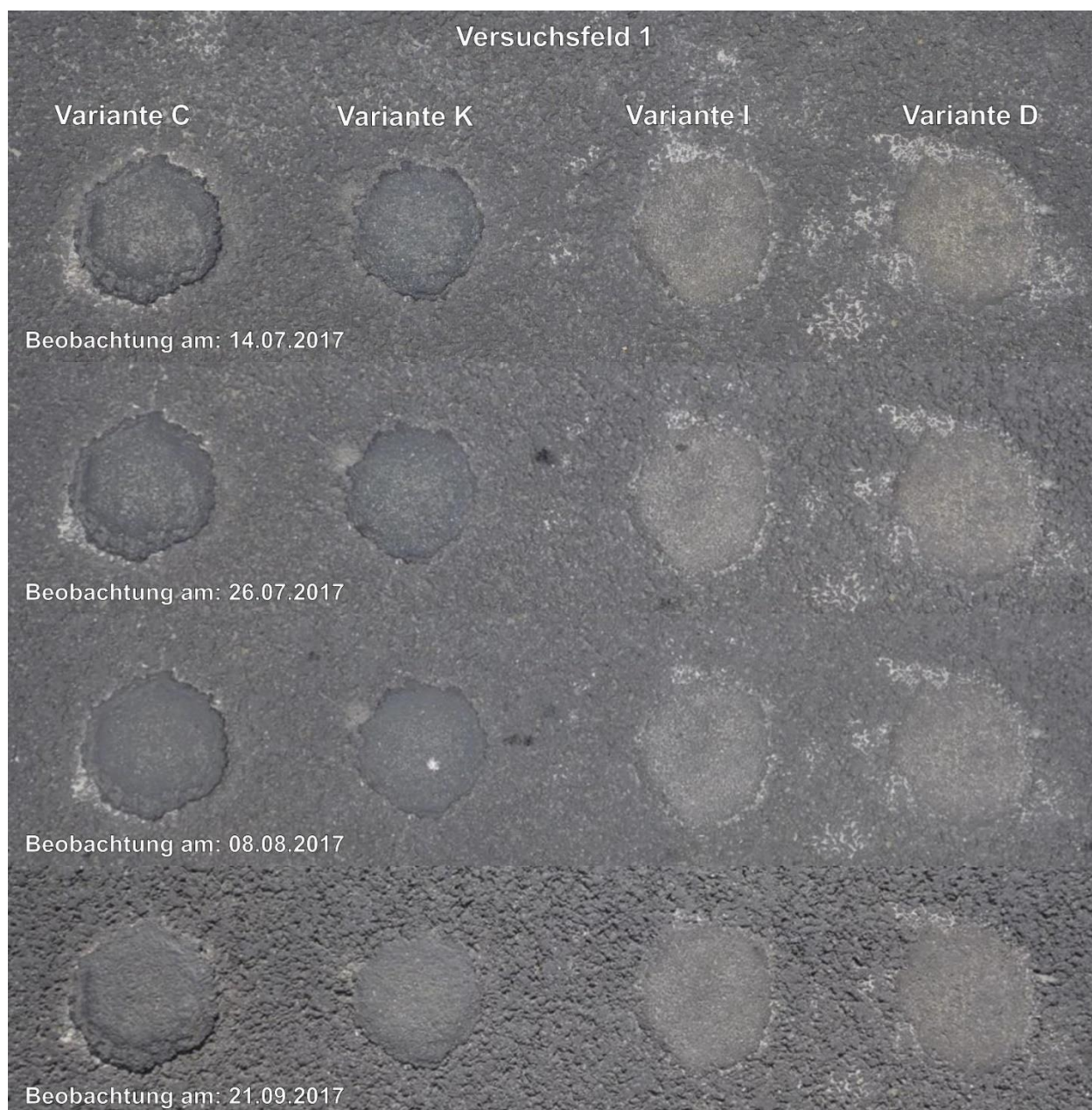


Bild G-1: Versuchsfeld 1 - Teil 1



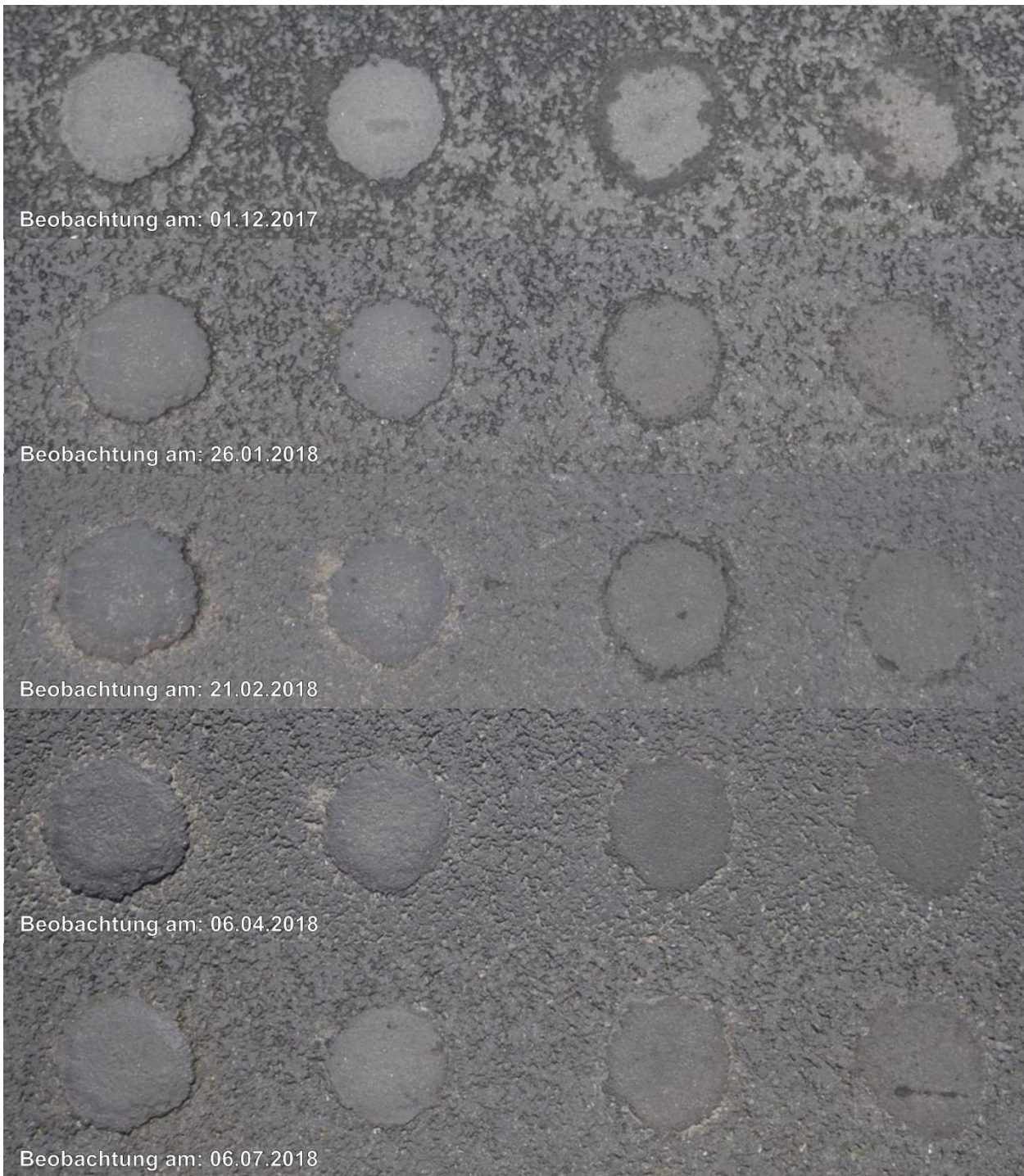


Bild G-2: Versuchsfeld 1 - Teil 2



Bild G-3: Versuchsfeld 2 - Teil 1

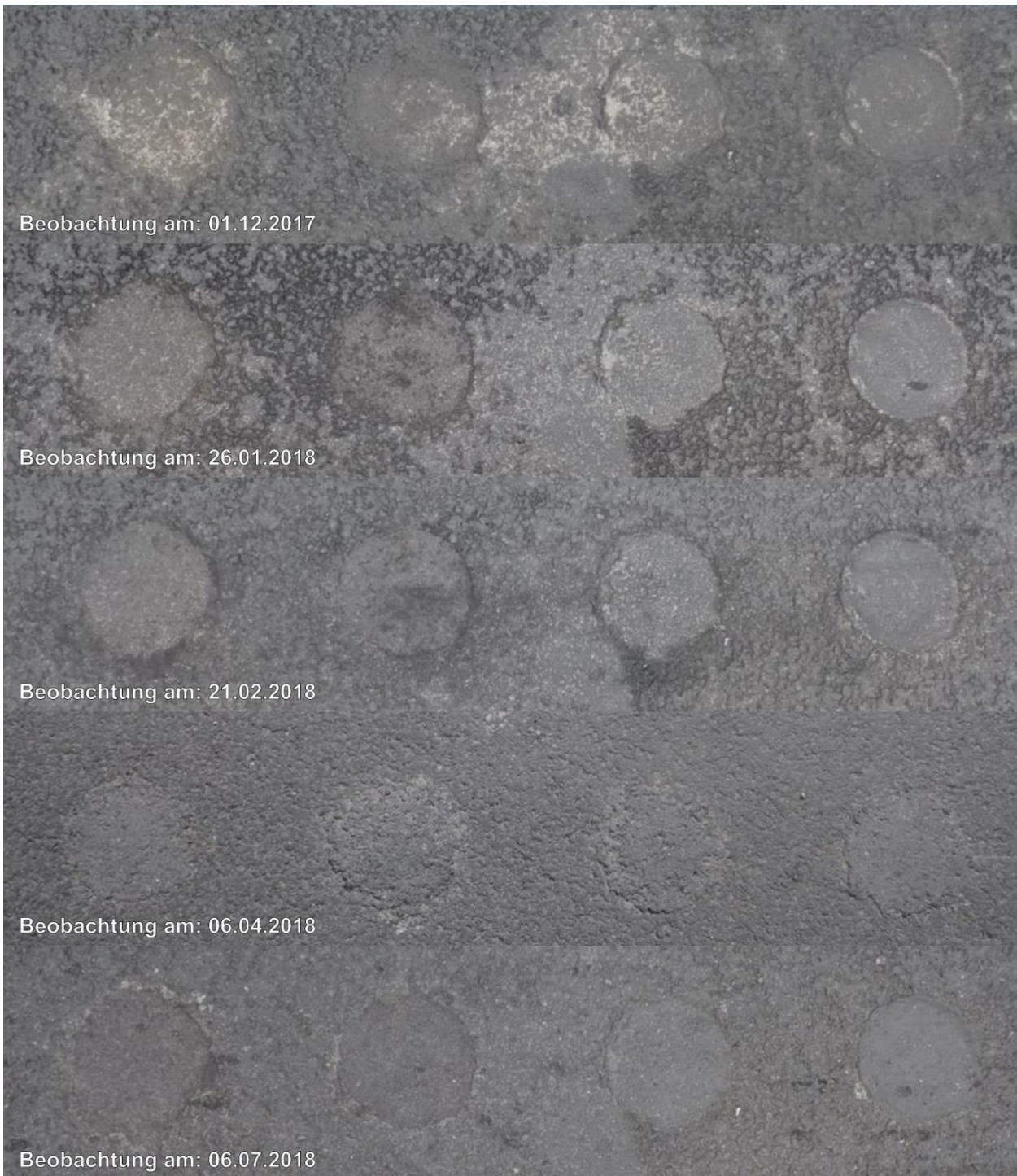


Bild G-4: Versuchsfeld 2 - Teil 2

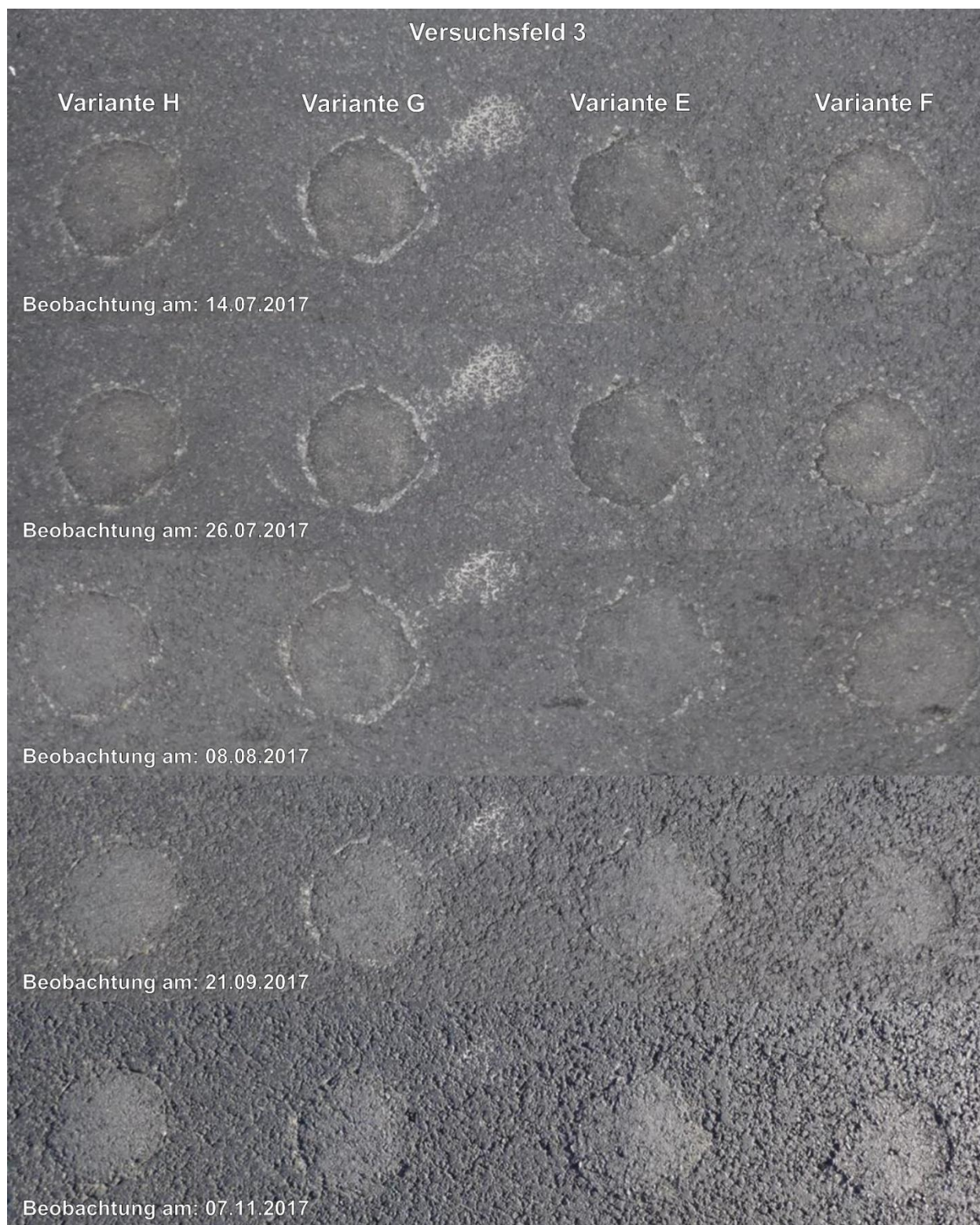


Bild G-5: Versuchsfeld 3 - Teil 1

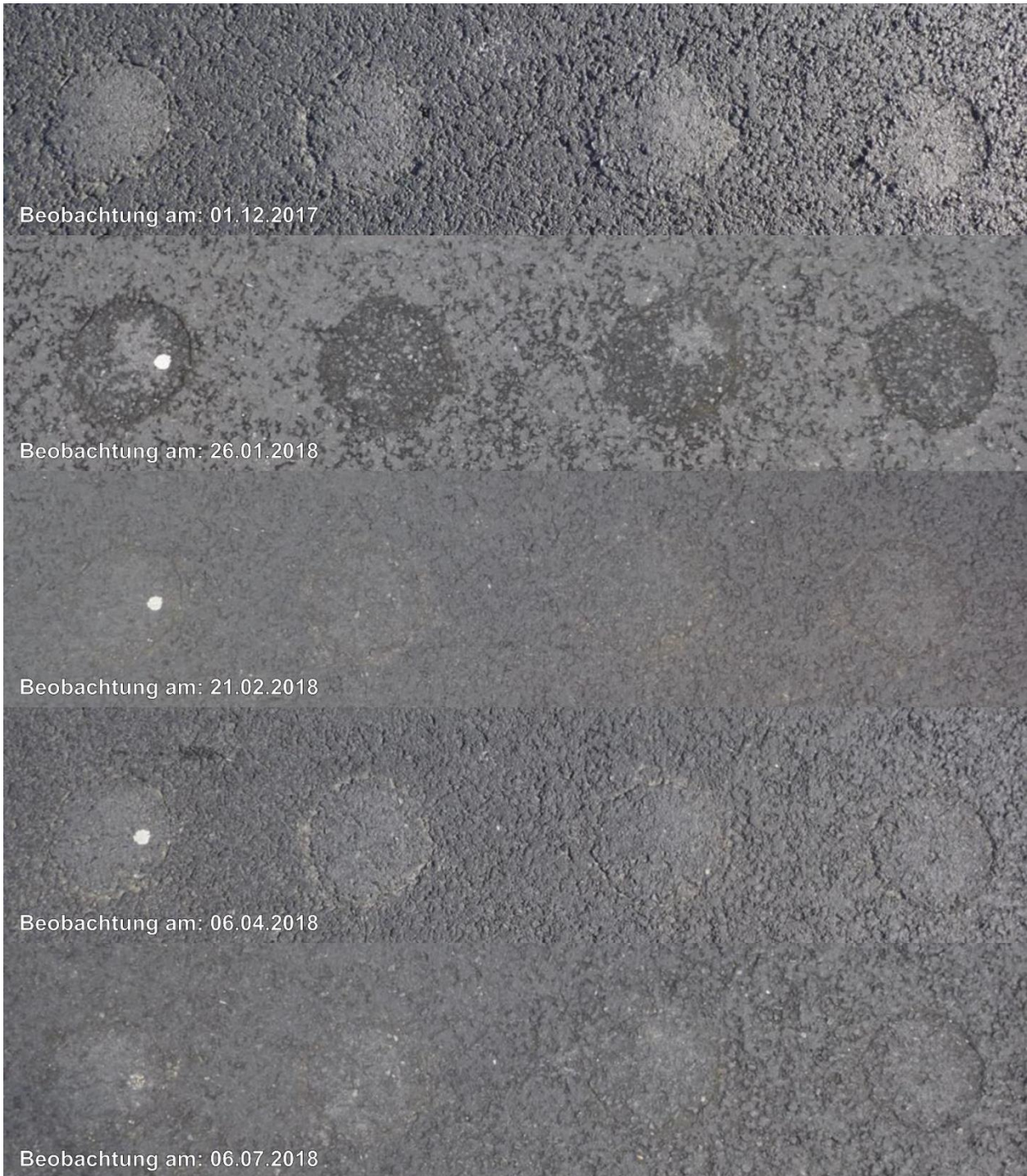


Bild G-6: Versuchsfeld 3 - Teil 2

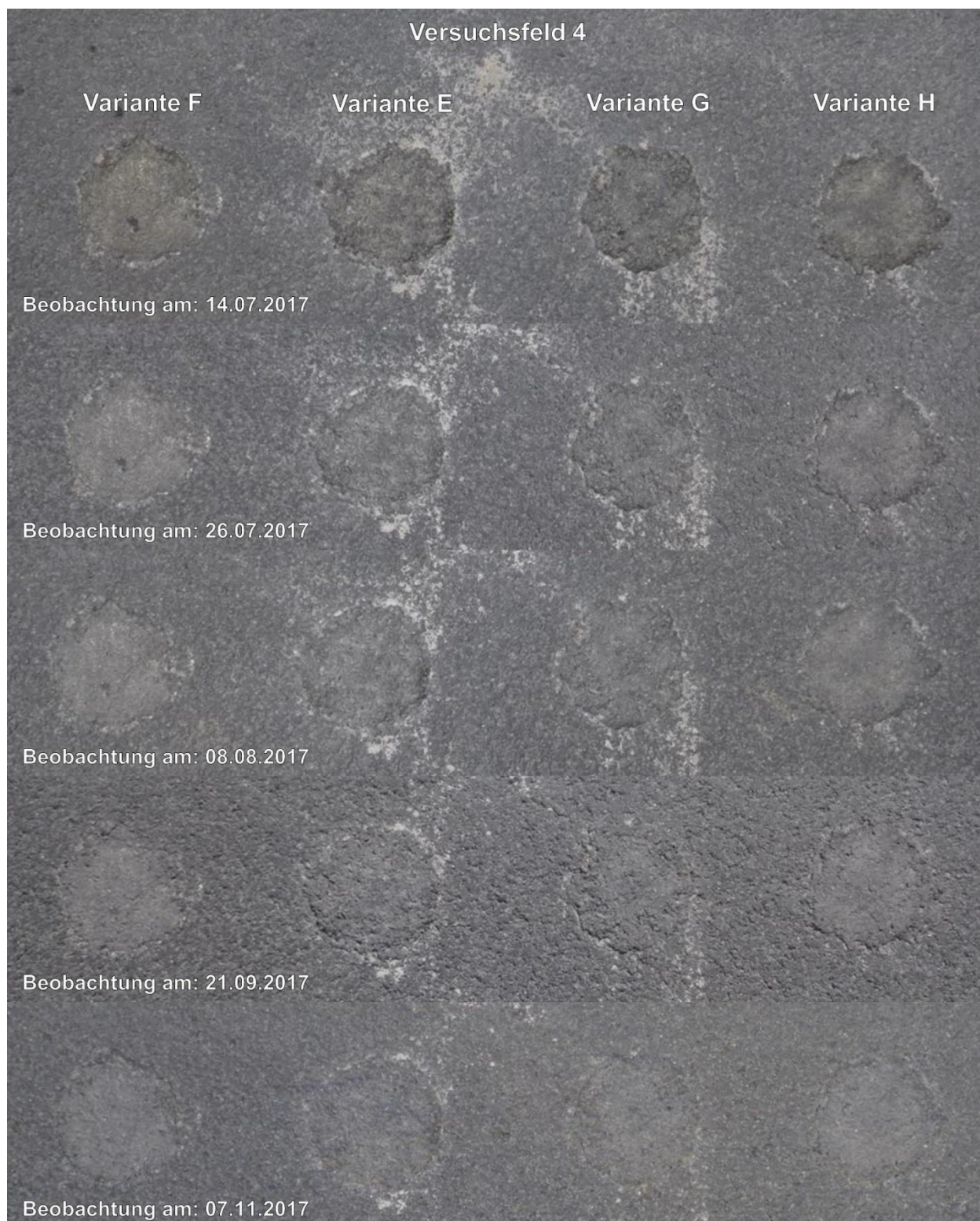


Bild G-7: Versuchsfeld 4 - Teil 1

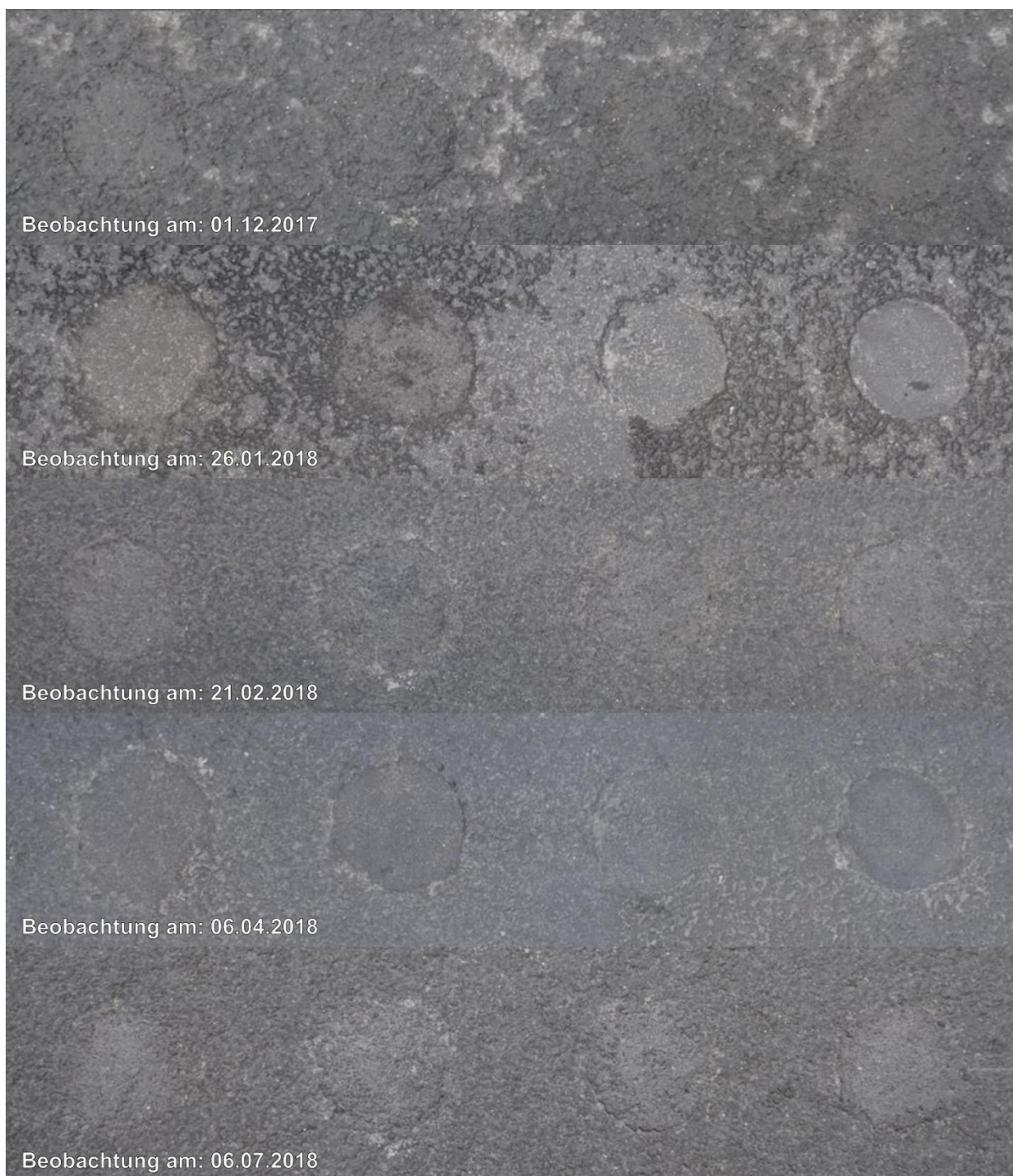


Bild G-8: Versuchsfeld 4 - Teil 2