



Befahrene Oberflächenschutzsysteme auf dem Prüfstand –
Ergebnisse mit dem PAT Verfahren

Wolfgang Breit
Univ.-Prof. Dr.-Ing.



Mechanisch beanspruchte beschichtete Flächen ➔ Parkhausbauten und Industrieböden



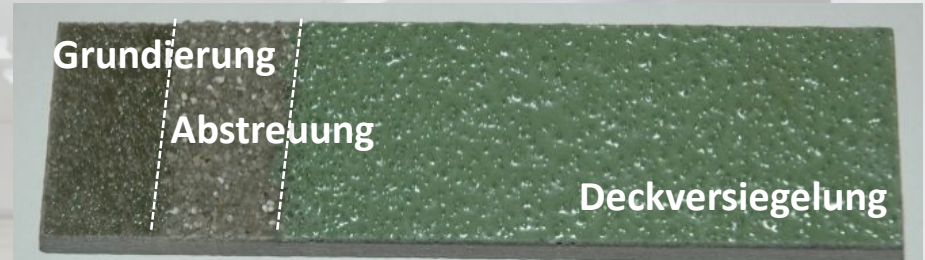
Quelle: www.baulinks.de/webplugin/2011/i/1828.jpg

Mechanisch beanspruchte beschichtete Flächen

- ➔ Parkhausbauten und Industrieböden
- ➔ Oberflächenschutzsysteme



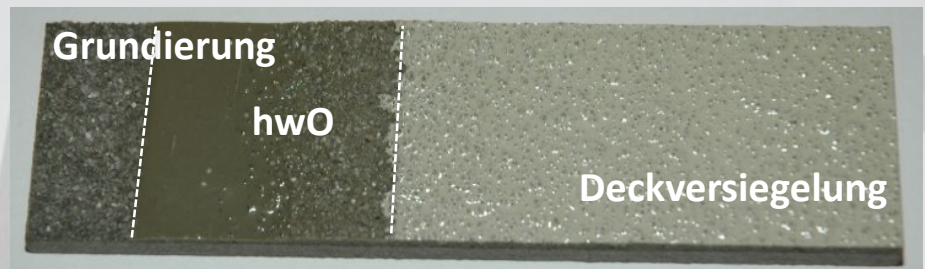
OS 8
starres System



OS 11a
rissüberbrückendes System



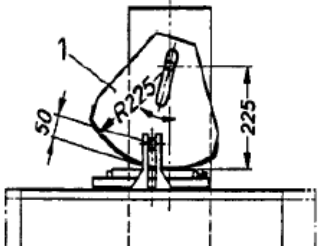
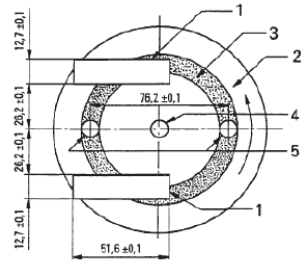
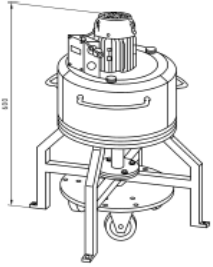
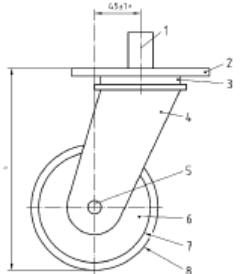
OS 11b
rissüberbrückendes System



Quelle: www.baulinks.de/webplugin/2011/i/1828.jpg



Wie erfolgt der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit?

	Stuttgarter Prüfung	Taber - Abriebverfahren	BCA-Verfahren British Cement Association	RWA-Verfahren Rolling Wheel Abrasion
Aufbau				
Norm	DIN EN 660-1	DIN EN ISO 5470-1	DIN EN 13892-4	DIN EN 13892-5
Beanspruchung	Simulation Fußgängerbelastung	Drehscheibe mit 2 Laufrädern	3 Stahlräder auf Probekörper	Stahlrad wird in x-/ y-Richtung belastet
Belastung	Gummisohle 2.000 Zyklen	Keramik-Reibrad Siliciumcarbid Auflast 1 kg 1.000 Zyklen	Stahlrad Auflast 65 kg 2.850 Zyklen	Stahlrad Auflast 200 kg 10.000 Zyklen
Anwendungsbereich	Nutzschicht von Polyvinyl-Bodenbelägen	Textilien beschichtet mit Kautschuk oder Kunststoff	Zement- und Kunstharzestrichmörtel	

Wie erfolgt der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit?

- Belastungen entsprechen nicht den Belastungen, wie sie durch PKWs verursacht werden
- Oberflächenstruktur der verwendeten Probekörper ist glatt und entspricht nicht den Oberflächen von befahrenen Oberflächenschutzsystemen

 **Prüfverfahren stellen ganz offensichtlich keine realitätsnahe Belastung dar!**

Belastungssituationen
notwendig für ...

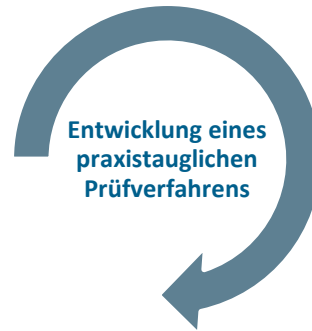
- Kurvenfahrten
- Einparksituation
(drehen auf der Stelle)



Quelle: www.motor-talk.de



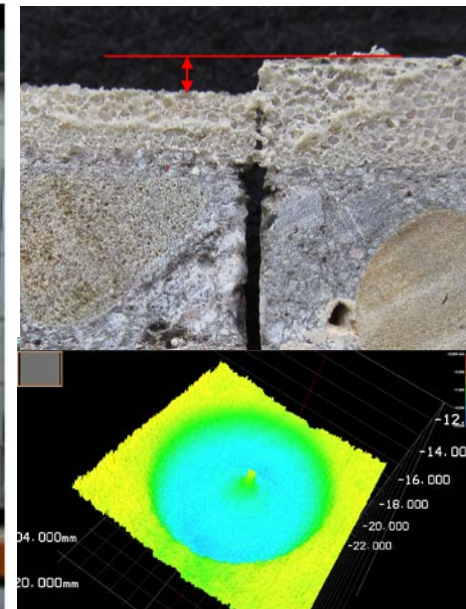
Driving Abrasion Test (DAT)



Parking Abrasion Test (PAT)



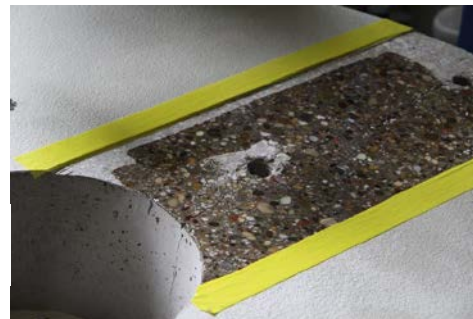
Messen und Bewerten

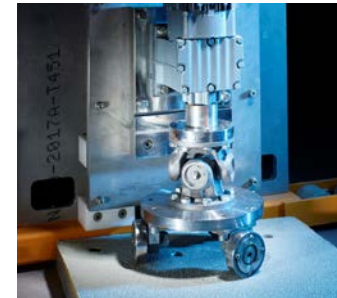
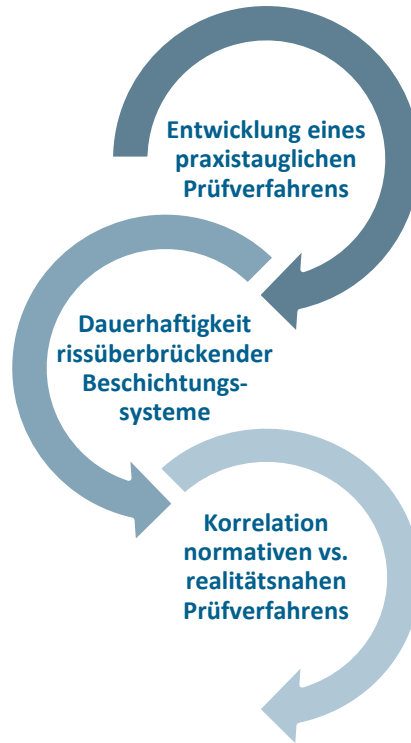




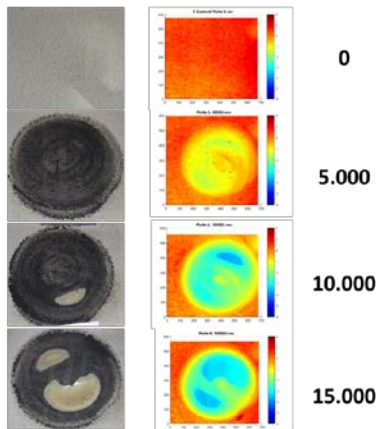
- **Einstellung unterschiedlicher Rissbreiten**
- **Applikation verschiedener Rissbandagen**
- **Verschleißprüfung im DAT Prüfstand**

➔ Positive Ergebnisse (Prüfungen schadensfrei)

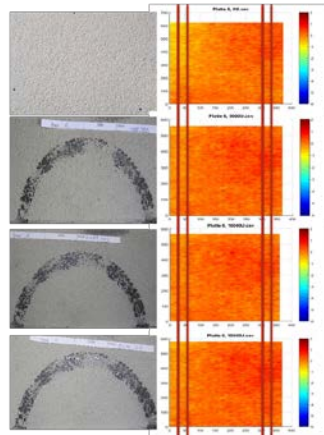




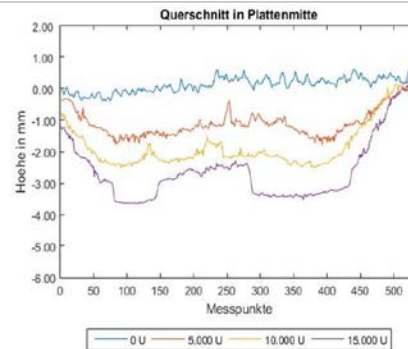
PAT-Verfahren



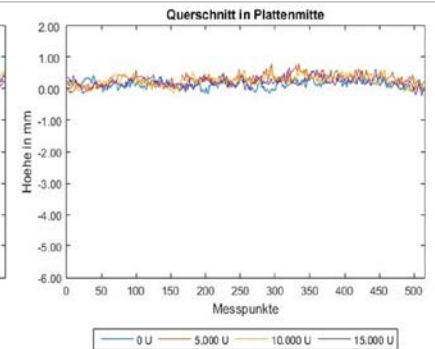
BCA-Verfahren



PAT-Verfahren



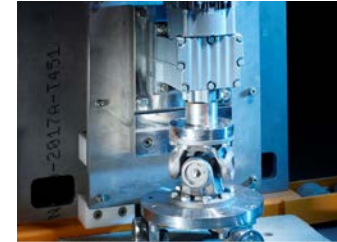
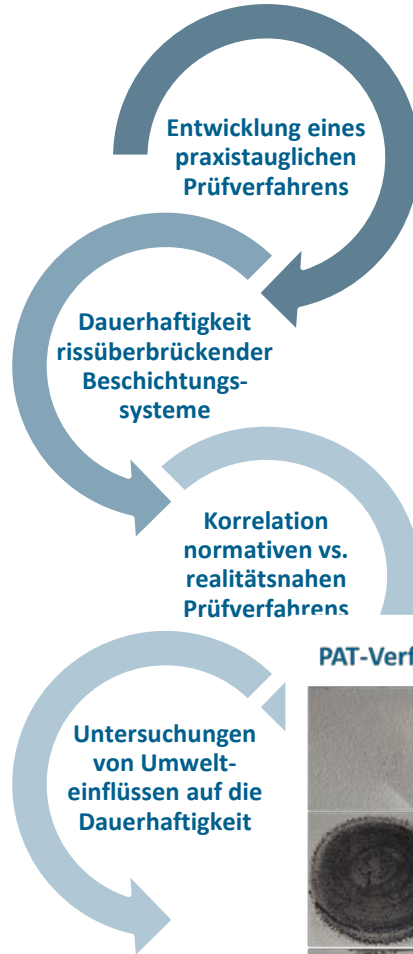
BCA-Verfahren



➔ Keine Korrelation der beiden Verfahren

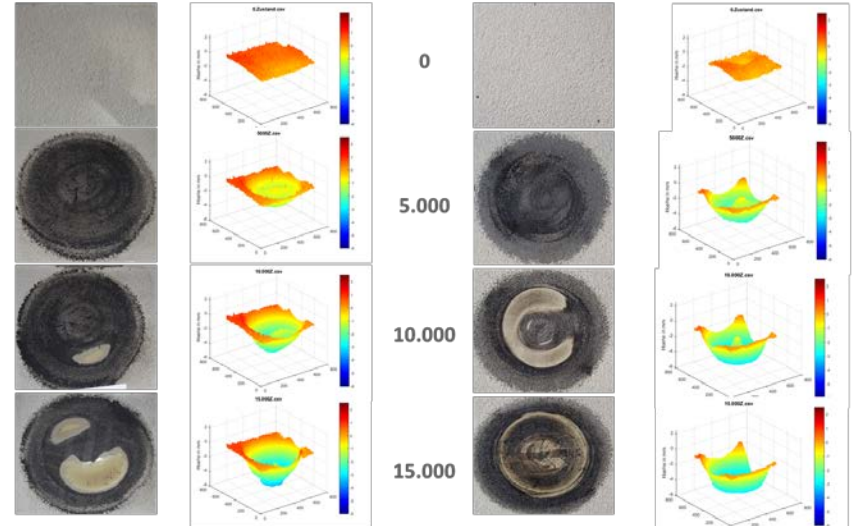


Quelle:
<http://www.feuerzinken.com/anwendungen/bauen/parkhaeuser-und-parkdecks/>



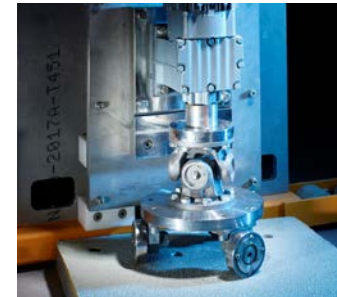
PAT-Verfahren nicht wassergesättigt

PAT-Verfahren wassergesättigt





Quelle:
<http://www.feuerverzinken.com/anwendungen/bauen/parkhaeuser-und-parkdecks/>



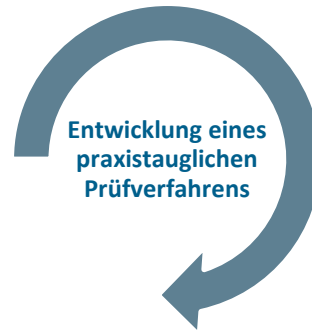
Quelle: www.baulinks.de/webplugin/2011/i/1828.jpg



Normung ?



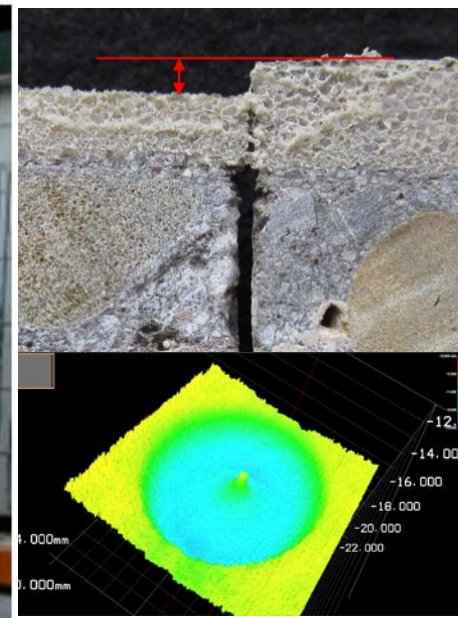
Driving Abrasion Test (DAT)



Parking Abrasion Test (PAT)



Messen und Bewerten

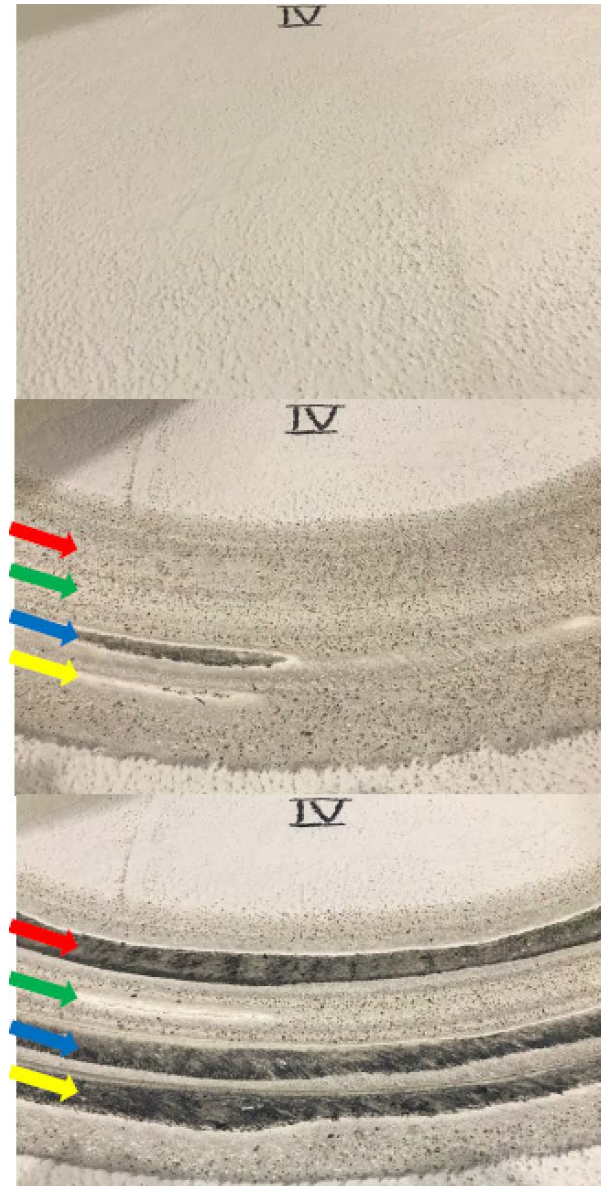
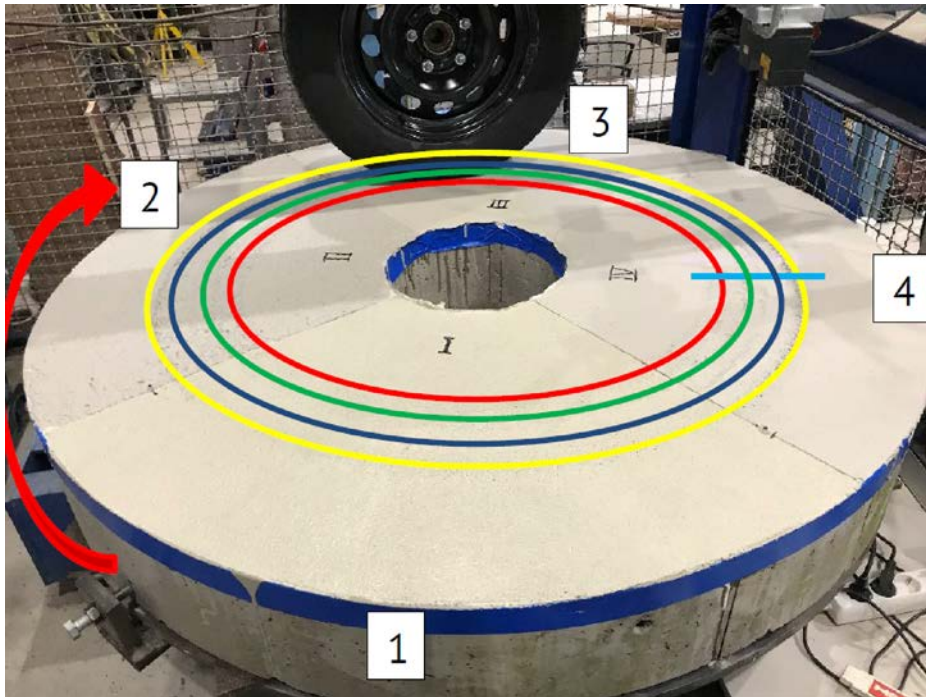




Driving Abrasion Test (DAT)

- Dauerbelastung eines fahrenden PKWs
➔ **vergleichbar mit Kurvenfahrten im Parkhaus**
- Betonprobekörper
Durchmesser 1,5 m; Höhe 0,2 m
- Laufraddurchmesser 1,0 m
- Maximale Belastung 30 kN
im DAT-Versuch 400 kg
- Geschwindigkeit 15 km/h \pm 10 %
- Definierte Rissbreiten einstellbar





0 Zyklen

10.000 Zyklen

25.000 Zyklen



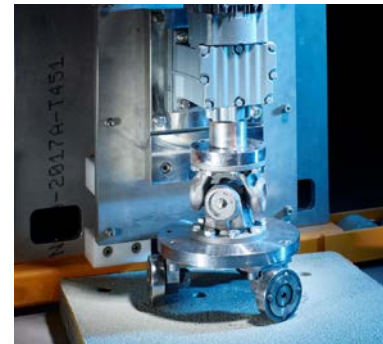
Parking Abrasion Test (PAT)

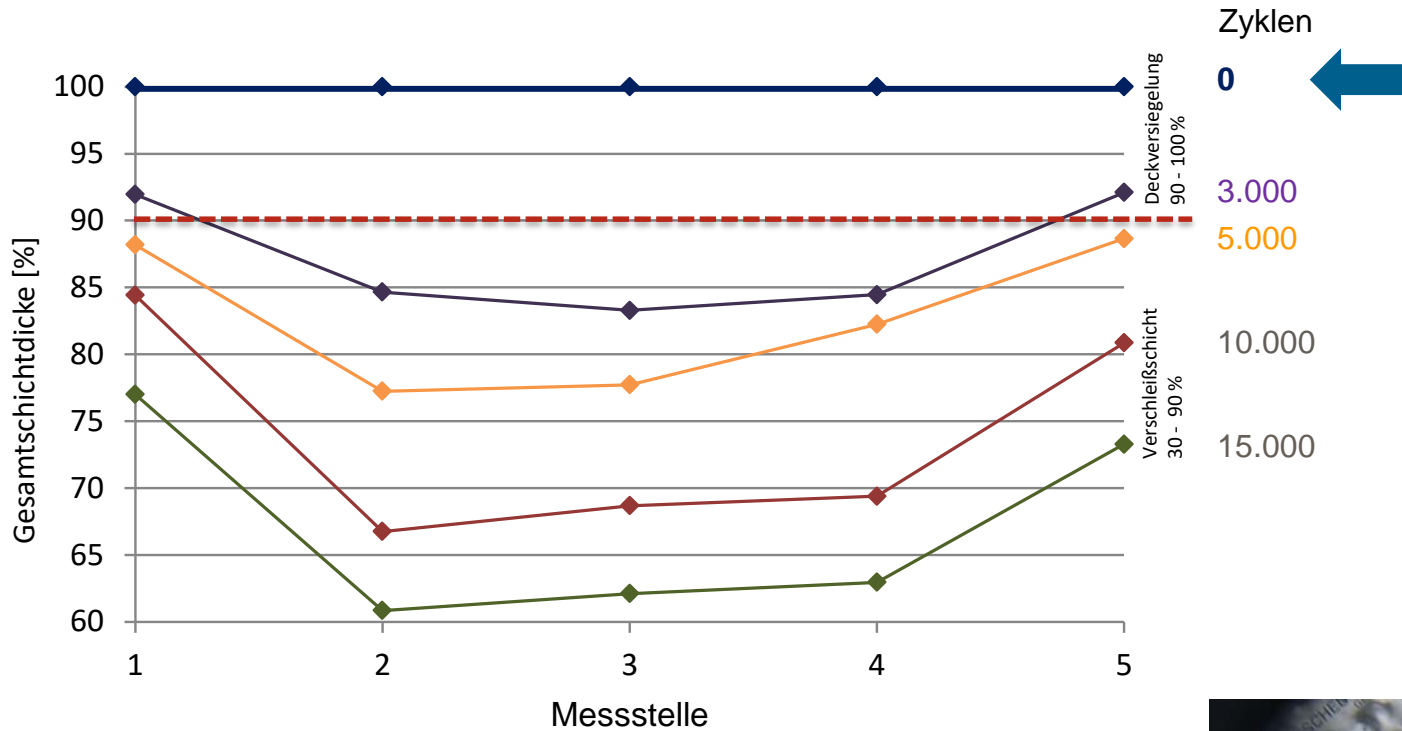
- Drehbewegung eines auf der Stelle drehenden Rades
➔ **vergleichbar mit Einparkvorgang**
- Punktuelle Belastung
Auflast von 400 kg
- Drehung um 90°
- Zyklusdauer 11 Sek
(4 Sek Drehung + 7 Sek Pause)



Parking Abrasion Test (PAT)

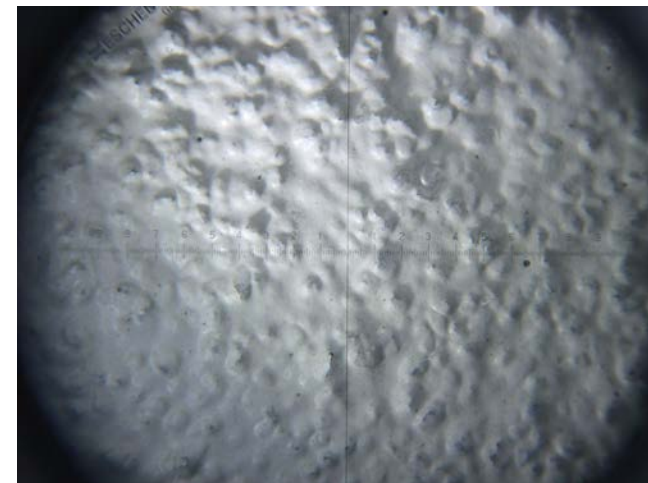
- Drehbewegung eines auf der Stelle drehenden Rades
➔ **vergleichbar mit Einparkvorgang**
- Punktuelle Belastung
Auflast von 400 kg
- Drehung um 90°
- Zyklusdauer 11 Sek
(4 Sek Drehung + 7 Sek Pause)
- **Mobil einsetzbar,
auch Prüfung vor Ort**
- **Erweitert um** ➔ **BCA-Verfahren**

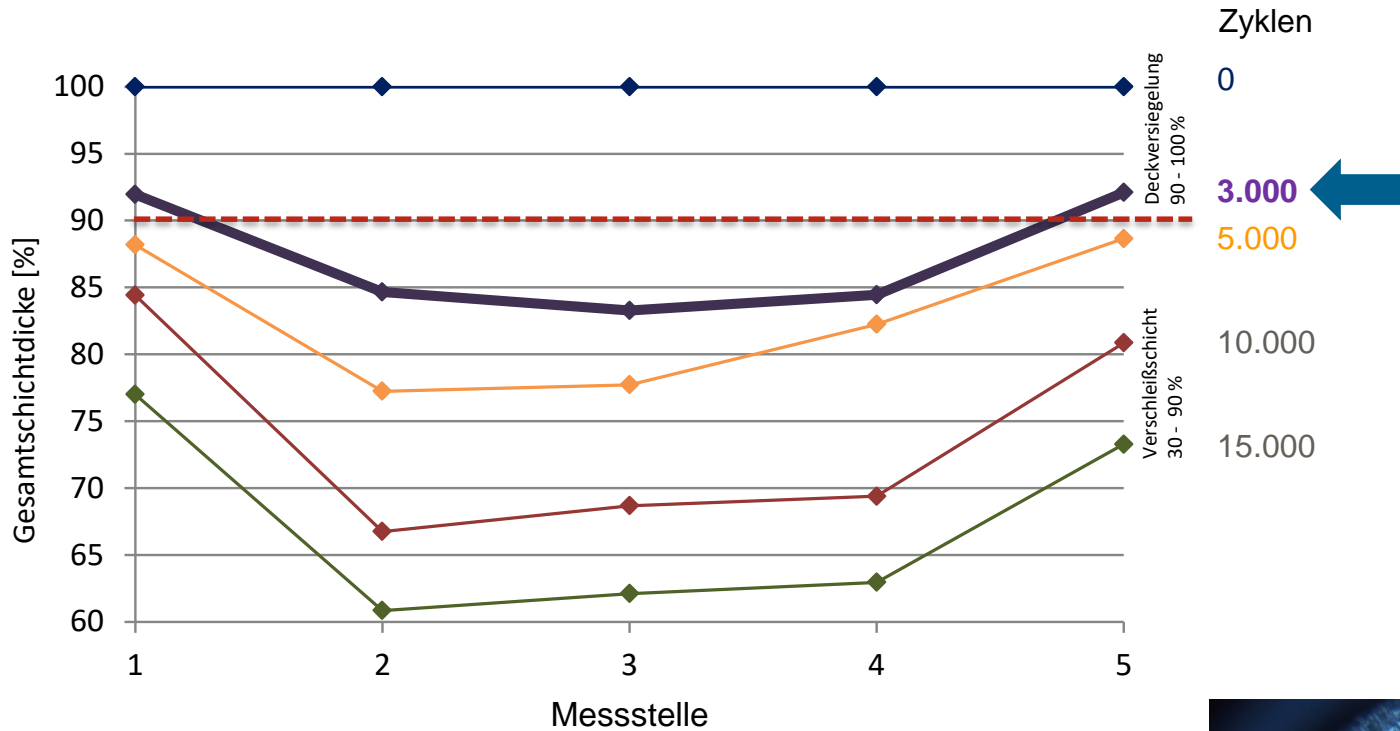




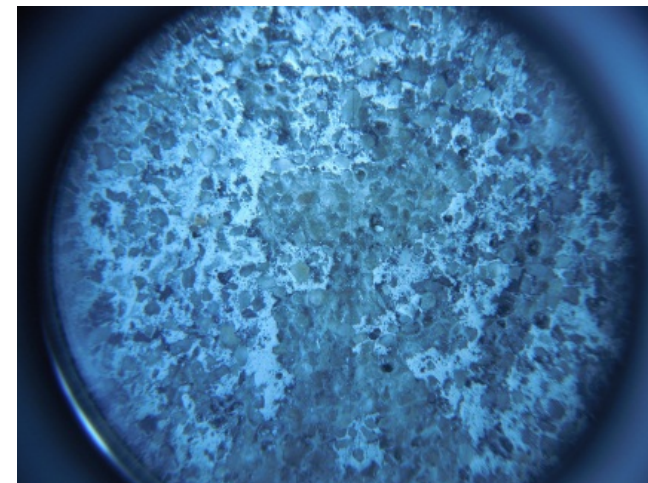
Magnetisch-induktives
Verfahren

Ergebnisse:
Schichtdickenmessung (OS 11B)

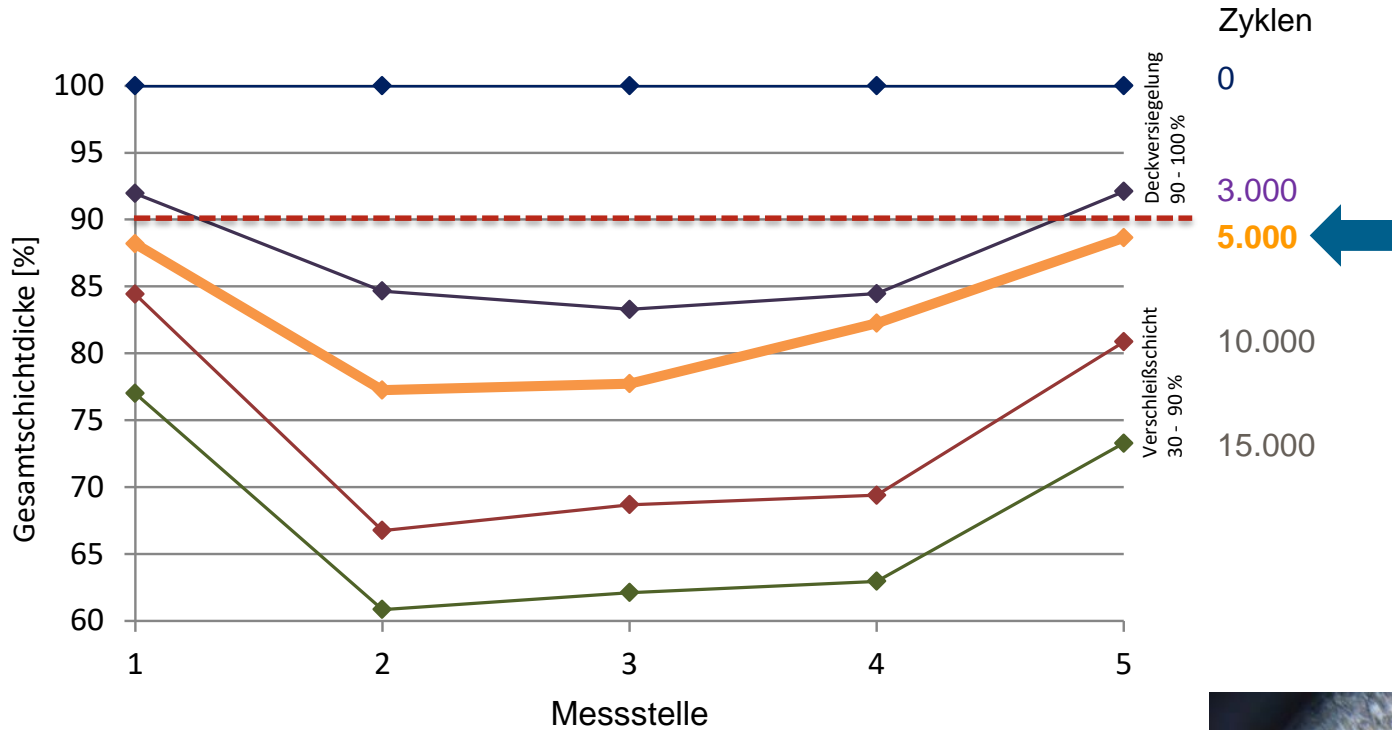




Magnetisch-induktives
Verfahren



Ergebnisse:
Schichtdickenmessung (OS 11B)



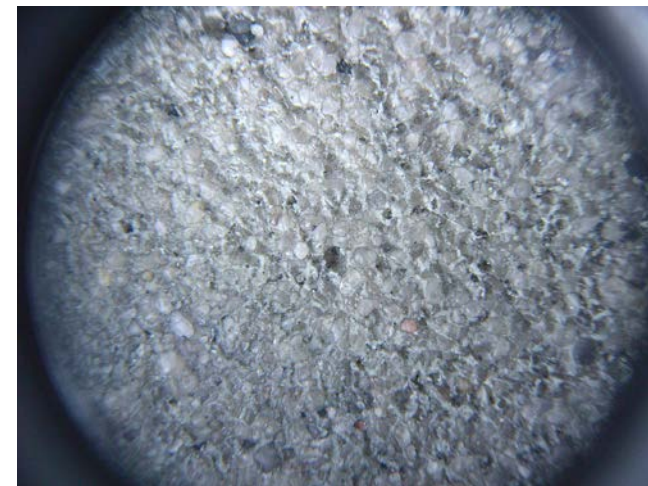
Zyklen

0
3.000
5.000
10.000
15.000



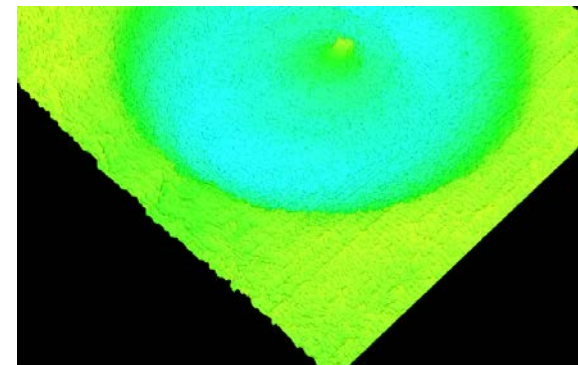
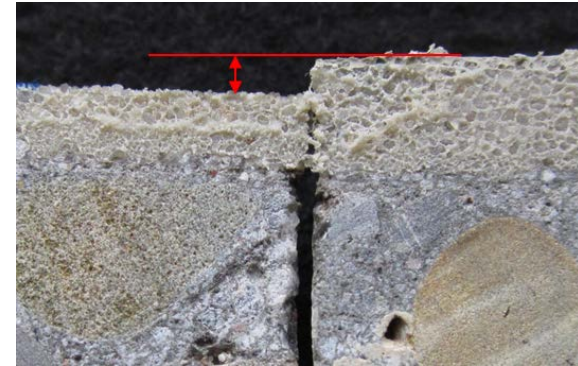
Magnetisch-induktives
Verfahren

Ergebnisse:
Schichtdickenmessung (OS 11B)

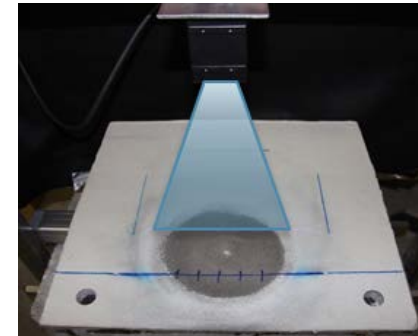


Messtechnik zur Ermittlung des Verschleißes?

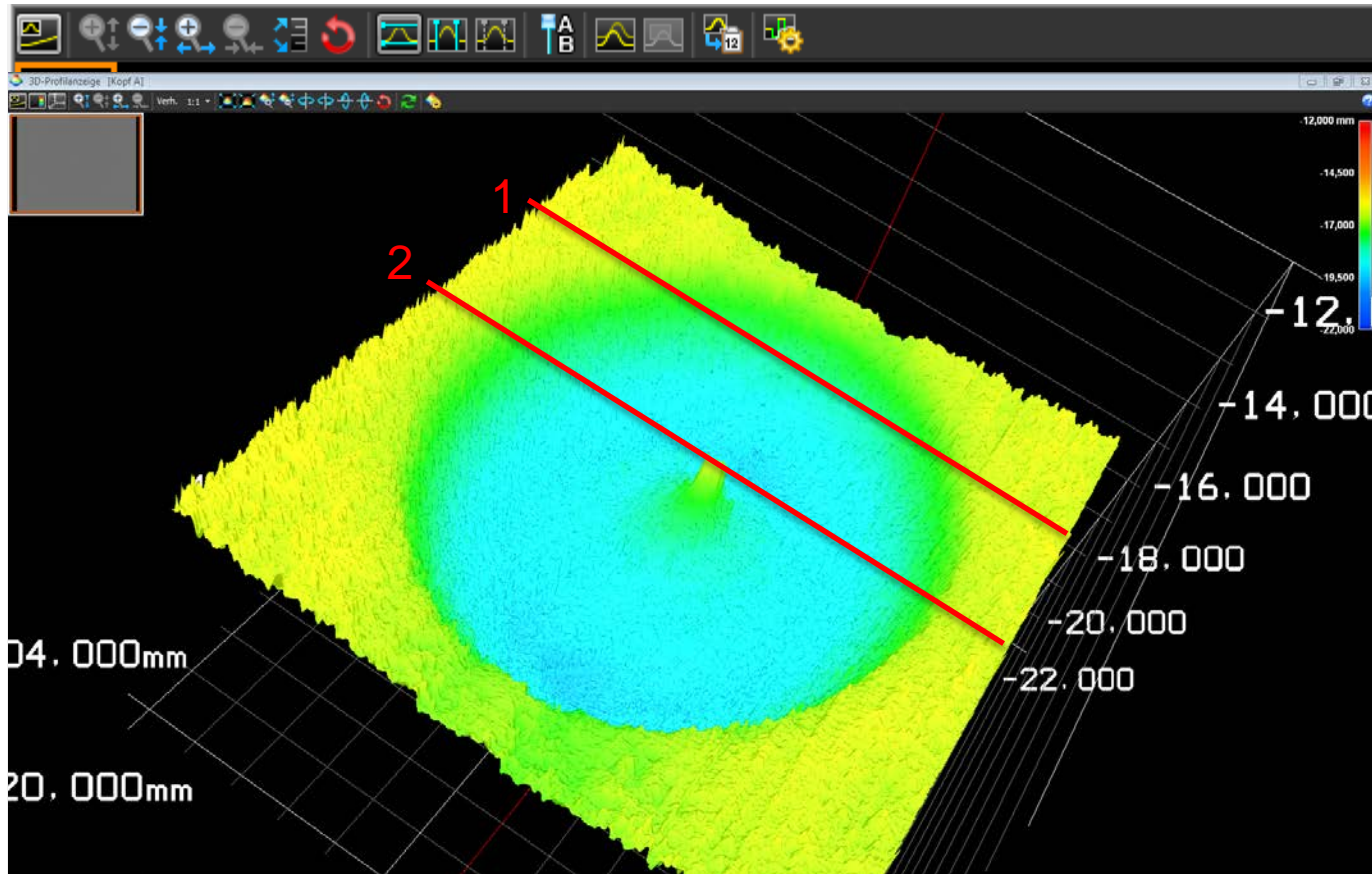
- Zerstörende Prüfmethode
 - Bohrkernentnahme Durchmesser 20 mm
 - Vergleich der Probekörper vor und nach der Prüfung
 - Bestimmung des tatsächlichen Verschleißes
 - ➔ quantitative Bewertung
 - hoher Aufwand, keine zeitliche Entwicklung
- Zerstörungsfreie Prüfmethode
 - Magnetisch-induktives Verfahren
 - jederzeit möglich
 - Berücksichtigung der Oberflächenrauheit
 - Bezugsmesspunkt muss festgelegt werden
 - einfaches Verfahren, aber zeitaufwändig (Labor)
- Zerstörungsfreie Prüfmethode
 - Laserscanning Messung
 - Blauer Halbleiter-Laser (aus der Medizintechnik)
 - Lichtpunktform (Referenzabstand) 240 mm x 610 μm
 - Ausgabe der x- und z-Werte des Profils



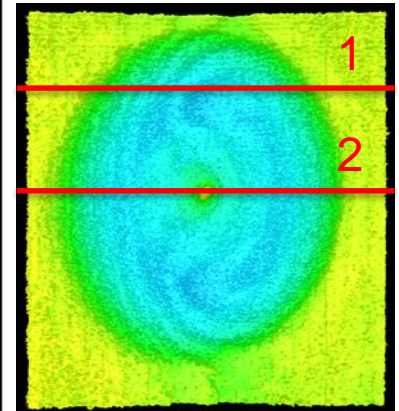
Ergebnisse: Laserscanning Messung (OS 11B)



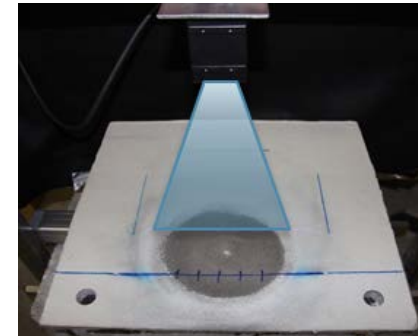
Laserscanning Messung



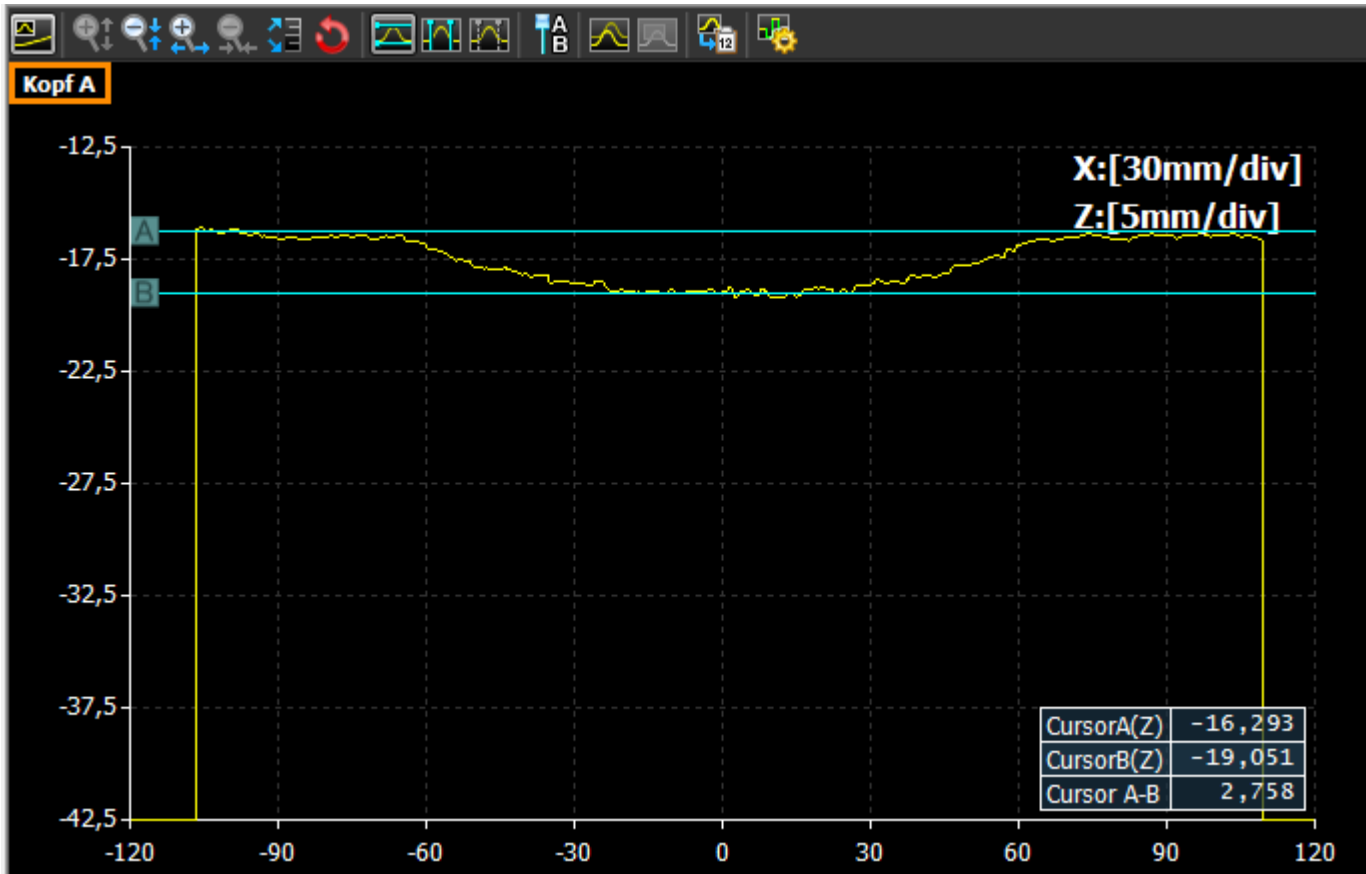
CursorA(Z)	-16,293
CursorB(Z)	-19,051
Cursor A-B	2,758



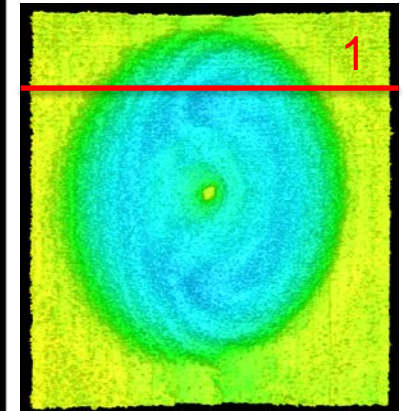
Ergebnisse: Laserscanning Messung (OS 11B)



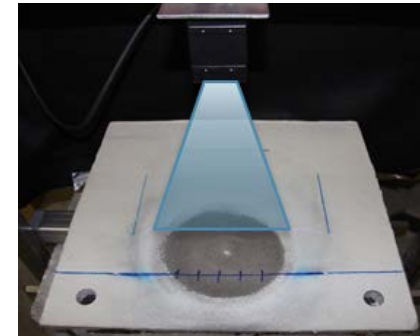
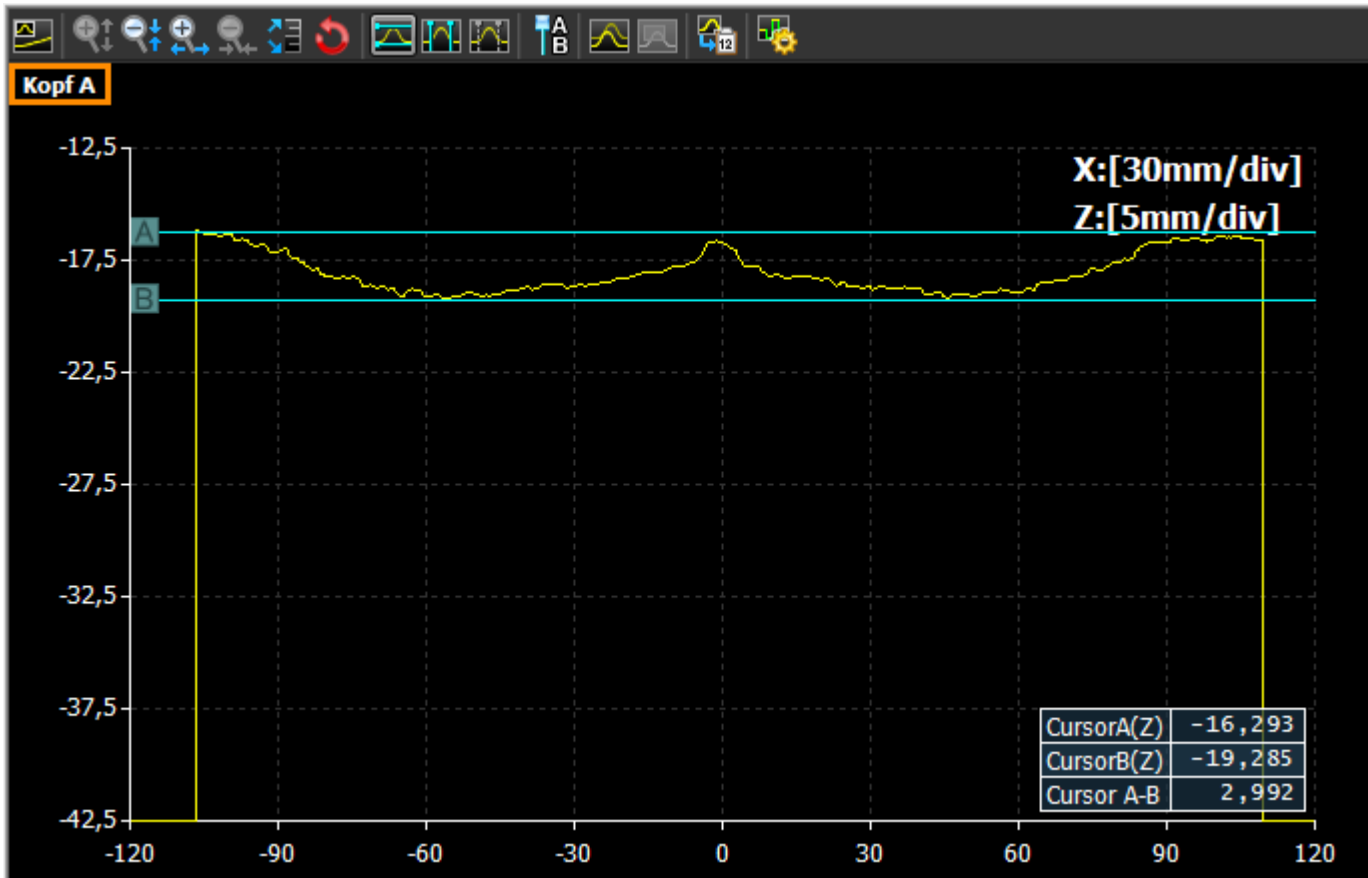
Laserscanning Messung



CursorA(Z)	-16,293
CursorB(Z)	-19,051
Cursor A-B	2,758

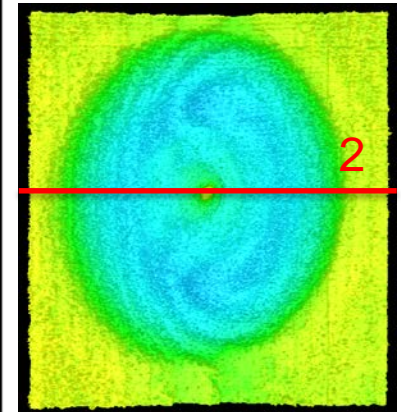


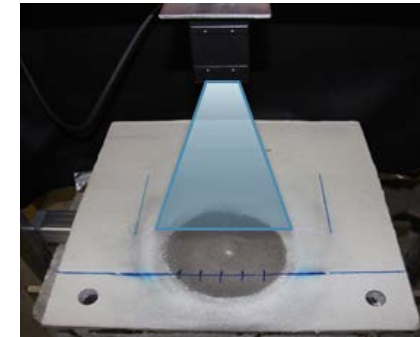
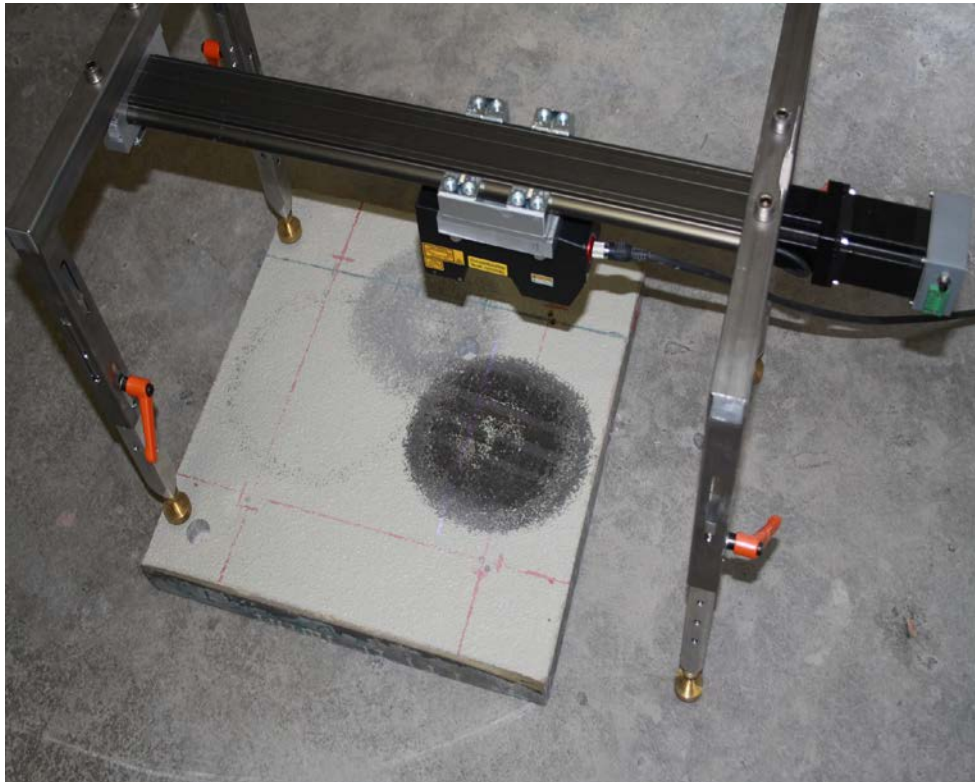
Ergebnisse: Laserscanning Messung (OS 11B)



Laserscanning Messung

CursorA(Z)	-16,293
CursorB(Z)	-19,285
Cursor A-B	2,992





Laserscanning Messung

Mobile Lasermesseinrichtung

- Aufzeichnung von Strecken
24 cm x 50 cm
- „unbelastete Stelle“ im Randbereich für die Auswertung notwendig
- Bodenunebenheiten und Schiefstellungen werden rechnerisch ausgeglichen

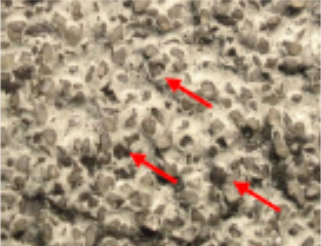


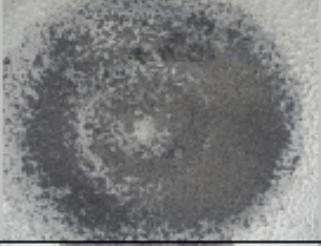


Fazit zur Messtechnik:

Bohrkern	Schichtdickenmessung	2D/3D Laser
		
<p>2,70 mm</p>	<p>2,71 mm</p>	<p>2,76 mm</p>

Zerstörungsfreie Prüfverfahren erreichen die gleichen Ergebnisse nach 15.000 Zyklen wie bei der Entnahme eines Bohrkerns

Visuelle Bewertung

- Klassifikation in 6 Klassen, davon 4 Hauptkategorien
- Probekörper werden in Abhängigkeit von der Zyklenanzahl klassifiziert
- Verschleißprozess kann dokumentiert und bestimmt werden
- Leistungsfähigkeit unterschiedlicher Systeme kann verglichen werden

Verschleiß-klasse	Einstufung	Beschreibung	Beispiel
VK I	sehr geringe Abnutzung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deckversiegelung über Kornspitzen abgefahren ▪ vereinzelte Quarzkörner ausgebrochen 	
VK II	geringe Abnutzung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deckversiegelung über Kornspitzen abgefahren und punktuell beschädigt ▪ Quarzkörner zusammenhängend und kleinflächig ($d < 1 \text{ cm}$) 	
VK III	mittlere Abnutzung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deckversiegelung großflächig beschädigt ▪ Quarzkörner zusammenhängend, kleinflächig ($d < 3 \text{ cm}$) ausgebrochen 	
VK IV	starke Abnutzung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ starker Abtrag der Verschleißschicht ▪ Restschichtdicke $\geq 50 \%$; mit Angabe der Abtragsrate 	
VK V	sehr starke Abnutzung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sehr starker, flächiger Abtrag der Verschleißschicht; ▪ Restschichtdicke $\leq 50 \%$; mit Angabe der Abtragsrate 	
VK VI	Systemausfall	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beschädigung der Abdichtungsschicht 	

Prüfkonzept für PAT-Test

- Je Oberflächenschutzsystem zwei Probelplatten
 - Platte 1: Applikation bei Mindesttemperatur nach Herstellerangaben (Plattengrund-, Material- sowie Aushärtetemperatur)
 - Platte 2: Applikation bei Normtemperatur von (23 ± 2) °C
- Verschleißermittlung in 2 Prüfstufen
 - Prüfstufe 1: 0 - 5.000 Drehbeanspruchungen;
nach je 1.000 Einzelbeanspruchungen visuelle Begutachtung und Dokumentation des Verschleiß in VK 1 bis VK 6
 - Prüfstufe 2: 5.001 – 15.000 Drehbeanspruchungen;
nach je 2.500 Einzelbeanspruchungen visuelle Begutachtung und Dokumentation des Verschleiß in VK 1 bis VK 6;
bei Einstufung in VK 6 folgt Abbruch der Prüfung



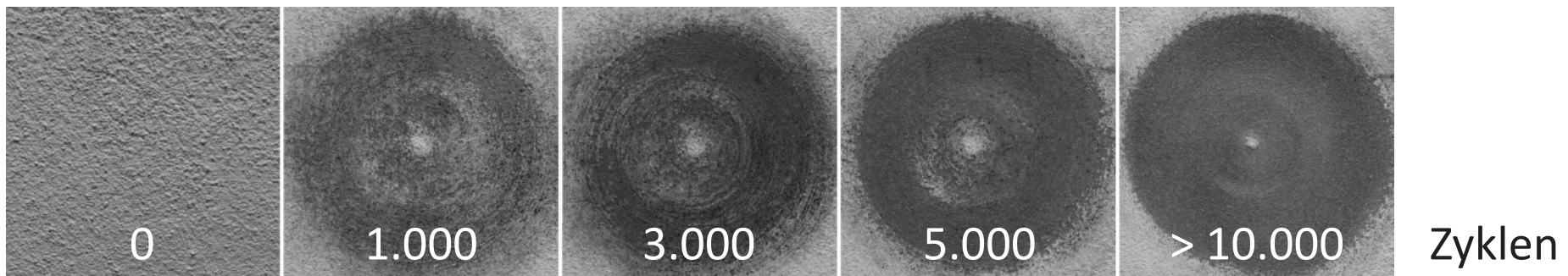
Prüfkonzzept für PAT-Test

Visuelle Begutachtung

- Nach Erreichen der Zyklenanzahl: Probekörper werden von Reifenpartikel gereinigt
- Augenscheinliche Begutachtung der Probekörper
➔ qualitative Bewertung
- Bilddokumentation und vergrößerte Detailaufnahme
- Vorteil: schnelle und einfache Möglichkeit den Verschleiß zu dokumentieren
- Schnelle quantitative Bewertung über Verschleißstärke möglich



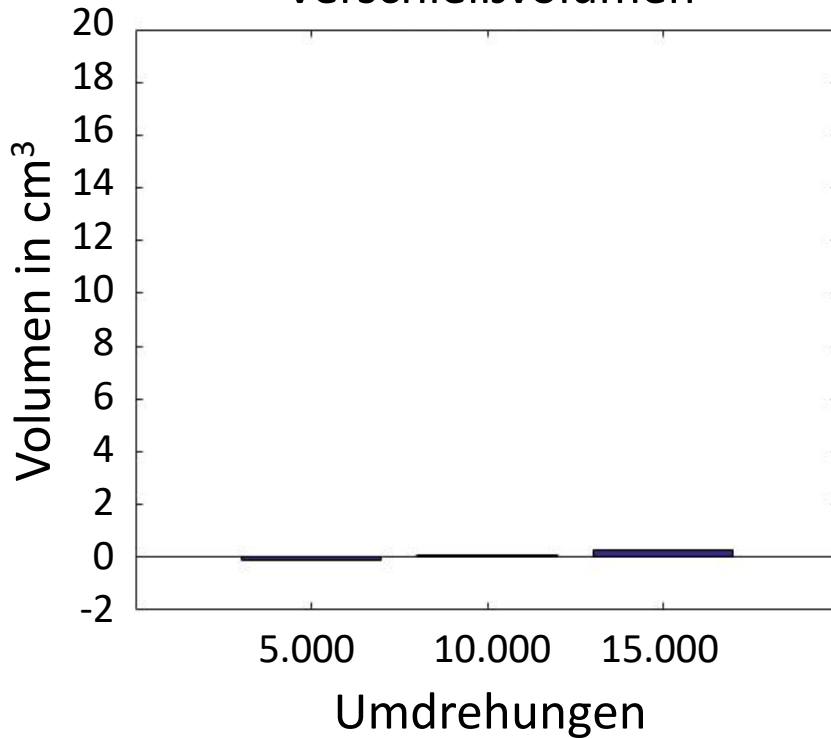
Ergebnisse: Visuelle Betrachtung (OS 11B)



Quantitative Beurteilung des Verschleißvolumens

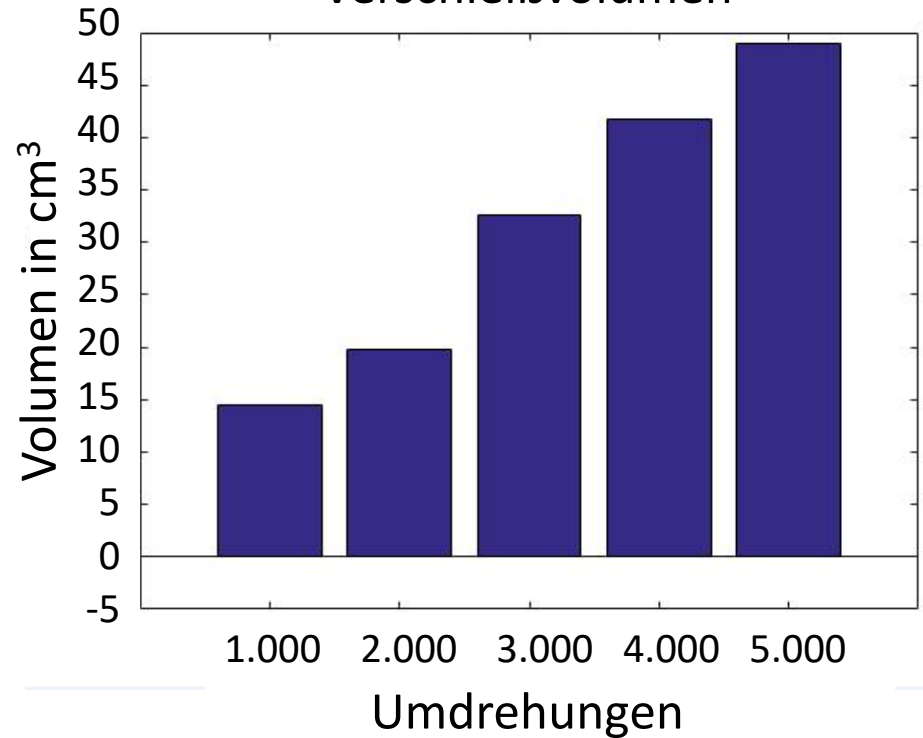
OS 8 mit Verschleißklasse VK1

Verschleißvolumen



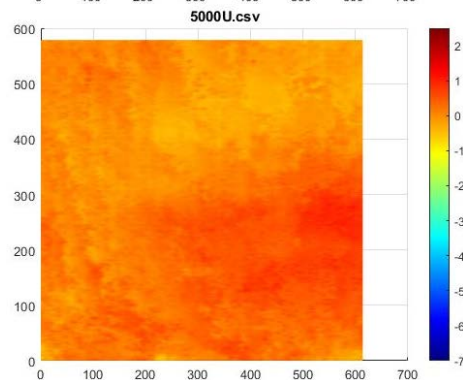
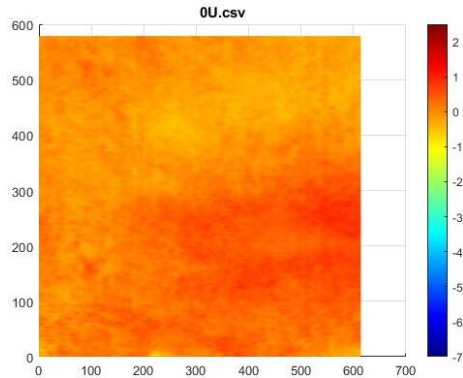
OS 10 mit Verschleißklasse VK6

Verschleißvolumen

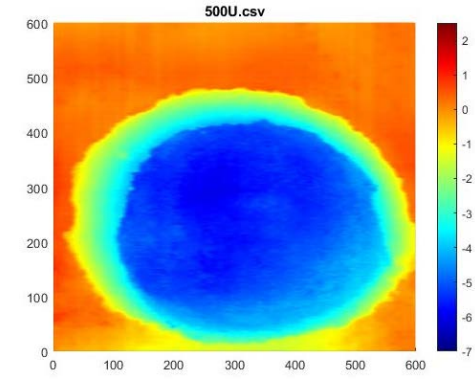
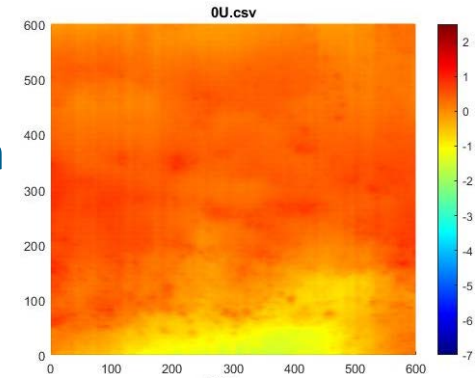




Applikation bei
Normtemperatur
von $(23 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$



Applikation auf
„kalte Platte“ von
ca. $(10 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$ mit
oberflächlichem
Tauwasser



Prüfkonzept für PAT-Test

- Beurteilung der Versuchsergebnisse:

- **Bewertungskriterium 1:**

- Optische Bewertung und Einstufung in Verschleißklassen VK1 bis VK6

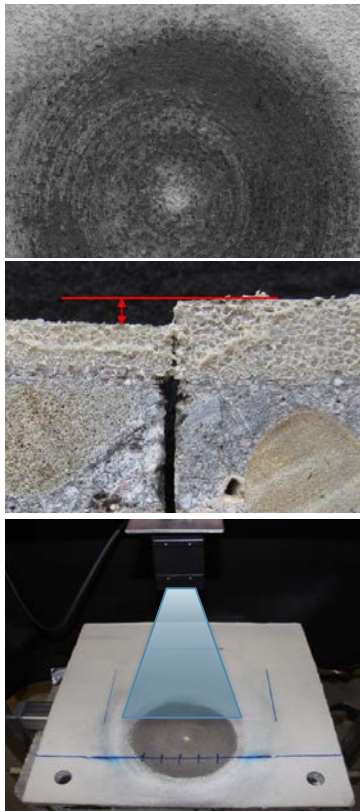
- **Bewertungskriterium 2a:**

- Bohrkernentnahme (ab VK4) zur Bestimmung der Abtragtiefe A_{BK}

oder

- **Bewertungskriterium 2b:**

- Laserscanning-Verfahren (ab VK1) zur Bestimmung der Abtragtiefe A_L und des Verschleißvolumens



Prüfverfahren Parking Abrasion Test (PAT)

**DAfStb**

Instandhaltung von Betonbauteilen
(Instandhaltungs-Richtlinie)

Entwurf
2018-06



5.3.3 Ergänzende systemspezifische Anforderungen zur Sicherstellung eines ausreichenden Widerstandes und des Verbundes des Instandsetzungssystems

5.3.3.1 Oberflächenschutzsysteme

(3) Der am Bauteil auftretende Verschleiß kann durch die Bestimmung der Verschleißfestigkeit abgebildet werden. Sofern erforderlich, kann daher eine Prüfung der Verschleißfestigkeit festgelegt werden.

ANMERKUNG: Heft 422 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton enthält eine Prüfvorschrift, mit der der Verschleißwiderstand im System geprüft werden kann. Sofern diese Prüfung durchgeführt wird, sollte seitens des Produktherstellers die Verschleißklasse angegeben werden. Mit dieser Prüfvorschrift sollen weitere Erfahrungen gesammelt werden. Europäisch geregelte Prüfverfahren bleiben Bestandteil der vorliegenden Richtlinie.

➔ **Verweis auf Prüfkonzert Parking Abrasion Test**

Prüfverfahren Parking Abrasion Test (PAT)


DAfStb

Instandhaltung von Betonbauteilen
(Instandhaltungs-Richtlinie)

Entwurf
2018-06



5.3.3 Ergänzende systemspezifische Anforderungen zur Sicherstellung eines ausreichenden Widerstandes und des Verbundes des Instandsetzungssystems

5.3.3.1 Oberflächenschutzsysteme

(3) Der am Bauteil auftretende Verschleiß kann durch die Bestimmung der Verschleißfestigkeit abgebildet werden. Sofern erforderlich, kann daher eine Prüfung der Verschleißfestigkeit festgelegt werden.




Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Überführung des Parking Abrasion Test in ein genormtes Verfahren



- ➔
- weitere Konkretisierung der Prüfparameter
 - Durchführung eines Ringversuchs
 - Ermittlung von Präzisionsdaten

Start des Verbundvorhabens 2020-01

OS-Systeme praxisnah bewerten

Verschleiß von beschichteten Betonoberflächen

Danke an
die Förderer



Bundesamt
für Bauwesen und
Raumordnung



FORSCHUNGSINITIATIVE
ZukunftBAU



und die
Projektpartner



HiPerCon

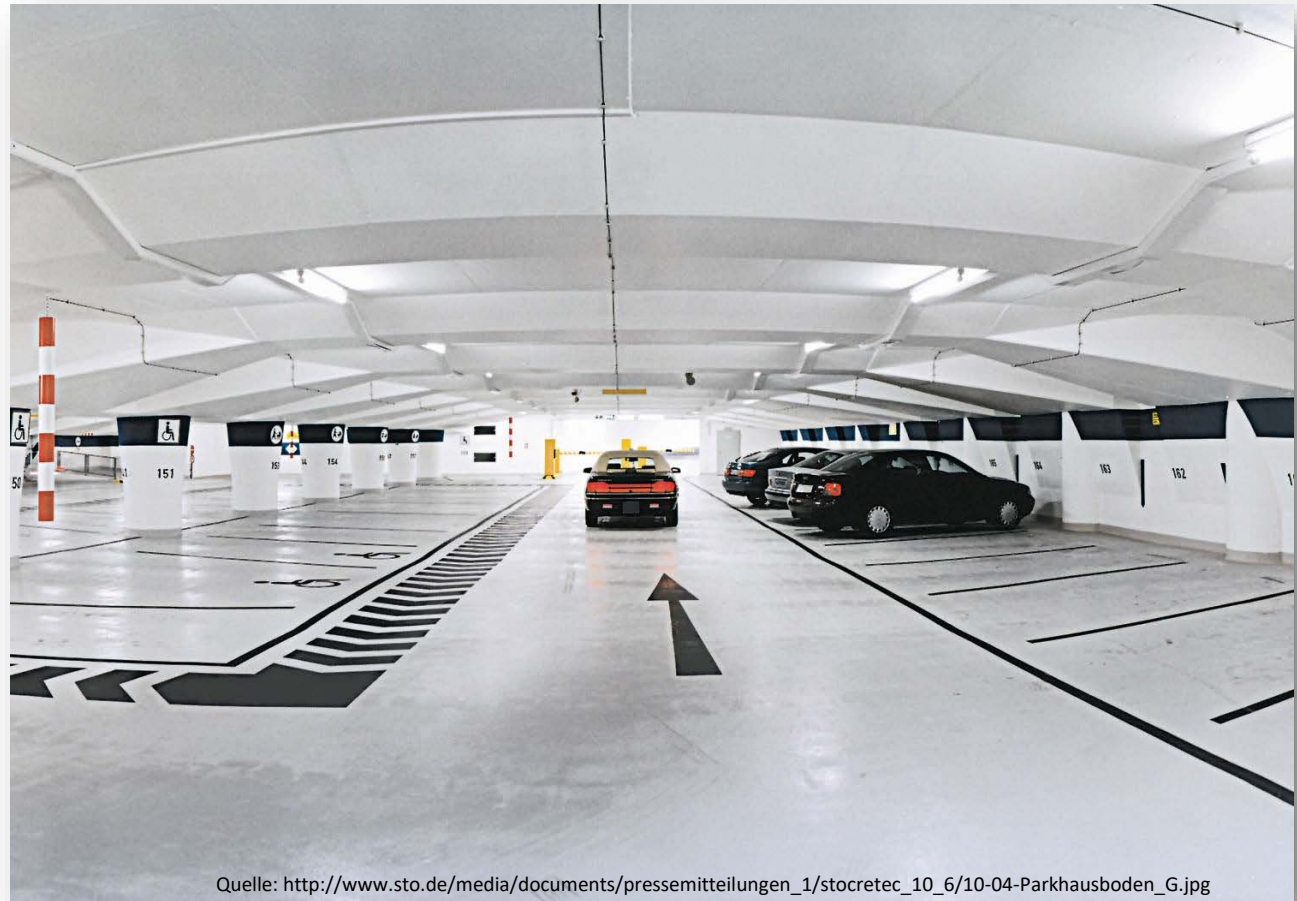


KEYENCE

OS-Systeme praxisnah bewerten

Verschleiß von beschichteten Betonoberflächen

Danke
für das Interesse
und die
Aufmerksamkeit



Quelle: http://www.sto.de/media/documents/pressemitteilungen_1/stocretec_10_6/10-04-Parkhausboden_G.jpg