

Wolfgang Breit, Eva-Maria Ladner, Anja Tusch

Praxisnahe Bewertung des Verschleißverhaltens von befahrenen Oberflächenschutzsystemen – Praxistest vs. Normprüfung

F 3146

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2019

ISBN 978-3-7388-0341-9

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00
Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/bauforschung

Gebäude 60
Gottlieb-Daimler-Straße
67663 Kaiserslautern
Telefon: (0631) 2 05 – 22 97
Telefax: (0631) 2 05 – 31 01
E-Mail: wolfgang.breit@bauing.uni-kl.de
www.bauing.uni-kl.de/fw

ENDBERICHT

F250-9201547

vom 15. Dezember 2018

SWD-10.08.18.7-16.42

Praxisnahe Bewertung des Verschleißverhaltens von befahrenen Oberflächenschutzsystemen – Praxistest vs. Normprüfung

**Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des
Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.**

(Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-16.42)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

Inhalt

	Seite
Übersicht	4
1 Ausgangssituation.....	5
1.1 Kurzbeschreibung	5
1.2 Beschreibung der zu lösenden Probleme.....	5
1.3 Begründung des Forschungsvorhabens.....	6
1.4 Ausgangsbasis	6
2 Aufbau des Forschungsvorhabens	7
2.1 Allgemein.....	7
2.2 Arbeitspaket 1	7
2.3 Arbeitspaket 2	8
2.4 Arbeitspaket 3	8
2.5 Arbeitspaket 4	9
2.6 Arbeitspaket 5	9
3 Ergebnisse.....	10
3.1 Arbeitspaket 1	10
3.2 Arbeitspaket 2	10
3.2.1 Allgemein.....	10
3.2.2 Prüfungen mit dem BCA-Verfahren.....	11
3.2.3 Prüfungen mit dem PAT-Verfahren.....	21
3.3 Arbeitspaket 3	29
3.3.1 Reifenauswahl.....	29
3.3.2 Versuchsablauf.....	31
3.3.3 Ergebnisse	32
3.4 Arbeitspaket 4	35
3.5 Arbeitspaket 5	36
4 Ergebnisverwertung.....	37

Literaturverzeichnis	38
Abbildungsverzeichnis	39
Tabellenverzeichnis	40

Übersicht

BBR-Bericht:	SWD-10.08.18.7-16.42
Titel:	Praxisnahe Bewertung des Verschleißverhaltens von befahrenen Oberflächenschutzsystemen – Praxistest vs. Normprüfung
Zuwendungsgeber:	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) Zukunft BAU Deichmanns Aue 31-37 D-53179 Bonn
Zuwendungsgeber, vertreten durch:	Herr Dipl.-Ing. Steffen Kisseler
Bearbeiter:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Breit (TU Kaiserslautern) Dipl.-Ing. Eva-Maria Ladner (TU Kaiserslautern) M.Eng. Anja Tusch (TU Kaiserslautern)
Interne Forschungsnummer:	F250-9201547
Ausgestellt am:	15.12.2018
Berichtsumfang:	40 Seiten

1 Ausgangssituation

1.1 Kurzbeschreibung

Der normgemäße Nachweis bzgl. der Eignung von Oberflächenschutzsystemen (OS-System) erfolgt derzeit anhand der Bestimmung des Abriebwiderstands mit verschiedenen Prüfverfahren, die aus Bereichen wie z. B. textiler Bodenbeläge bzw. Estriche entliehen sind [1, 2]. Die grundsätzliche Eignung eines OS-Systems, das den o. g. Beanspruchungen ausgesetzt ist, kann jedoch mit den heute geregelten Prüfverfahren nicht realitätsnah nachgewiesen werden, da zum einen die zu prüfenden Proben wesentlich vom vorgegebenen Aufbau (nach allgemeinem bauaufsichtlichem Prüfzeugnis, abP) abweichen und die im Rahmen der Prüfung angesetzten Beanspruchungen im Vergleich zur Praxis deutlich geringer sind. Dies führt in der Praxis häufig schon nach kurzer Nutzungszeit zu erheblichen Schäden. Aus diesem Grund wurde an der Technischen Universität Kaiserslautern der Prüfstand „Parking Abrasion Test (PAT)“ im Rahmen des BBR-Forschungsvorhabens (SF-10.08.18.7-11.26) entwickelt und optimiert, der den Verschleiß deutlich realitätsnaher simuliert [3-5]. Nicht Bestandteil des Forschungsvorhabens war der Vergleich zwischen PAT- und BCA-Verfahren [6]. Durch einen Vergleich/Abgleich der beiden Verfahren sollte eine Korrelation zwischen dem Normverfahren und dem neuen Prüfverfahren hergestellt und die entstandene Lücke geschlossen werden. Zusätzlich sollten weitere Einflüsse auf das Bewertungsergebnis, z. B. die Art des PKW-Reifens, erprobt werden.

1.2 Beschreibung der zu lösenden Probleme

Auf der Basis der Ergebnisse des o.g. vorangegangenen Forschungsvorhabens (SF-10.08.18.7-11.26) konnte gezeigt werden, dass der Parking Abrasion Test das Verschleißverhalten von mechanisch beanspruchten OS-Systemen praxisnah simulieren kann. Ziel musste es daher im Folgenden sein die notwendige Praxisakzeptanz von allen Beteiligten für das Verfahren zu erzielen, um den Eingang in die Regelwerke zu schaffen. Hierzu galt es zwei noch offene Fragestellungen zu beantworten:

1. Im Rahmen der Entwicklung des PAT-Verfahrens wurde bezüglich der Beanspruchung durch den PKW-Reifen nur ein bestimmter Reifentyp untersucht. Die Diskussionen im Rahmen der zahlreichen Präsentationen der bisherigen erfolgversprechenden Ergebnisse hat gezeigt, dass es notwendig ist auch den Einfluss des Reifentyps und -profils (z. B. Sommer-, Winterreifen), der Reifenbreite und des Reifendrucks genauer zu untersuchen. Hieraus könnten sich Änderungen gegenüber den bisher getroffenen Festlegungen ergeben.
2. Die auf dem Markt befindlichen Oberflächenschutzsysteme sind nach den aktuell gültigen Normen bzw. Regelwerken geprüft und zugelassen. Dies erfolgt auf der Basis der Verschleißprüfung nach dem BCA-Verfahren. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse bewerten

zu können, ist es unabdingbar beide Verfahren vergleichend zu prüfen, um ggf. auch eine Korrelation zwischen beiden Verschleißverfahren herstellen zu können. Gelingt dies, steht einer Verankerung des PAT-Verfahrens in den entsprechenden Normen und Regelwerken nichts mehr im Weg.

Aufgabe des Forschungsvorhabens war es die beiden offenen Fragestellungen zu behandeln, mit dem Ziel das PAT-Verfahren weitergehend zu konkretisieren und abzusichern, dass eine Aufnahme in die Regelwerke erfolgen kann.

1.3 Begründung des Forschungsvorhabens

Im Rahmen von vergleichenden Untersuchungen zum Verschleißverhalten mit dem Parking Abrasion Test und dem BCA-Verfahren sollte geklärt werden, ob

- eine Korrelation zwischen den Prüfverfahren Parking Abrasion Test und BCA-Verfahren hergestellt werden kann,
- ein entsprechender Bewertungsmaßstab festgelegt werden kann (z. B. Verschleißklassen),
- grundsätzliche Ergänzungen oder Änderungen an dem Parking Abrasion Test notwendig sind, um dieses Verfahren abschließend empfehlen und normativ verankern zu können,
- die Einführung des Parking Abrasion Tests als Bestandteil der in Überarbeitung befindlichen DAfStb-Rili SIB „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ zu empfehlen ist.

Eine Akzeptanz für das Prüfverfahren Parking Abrasion Test wird in der Praxis voraussichtlich nur dann gegeben sein, wenn eine Korrelation zwischen den erzielten Ergebnissen des Parking Abrasion Tests und des BCA-Verfahrens hergestellt werden kann. In diesem Fall könnte ggf. in Zukunft sogar vollständig auf das wenig aussagekräftige BCA-Verfahren verzichtet werden.

1.4 Ausgangsbasis

Ausgangsbasis für dieses Forschungsvorhaben ist das vorausgegangene Forschungsvorhaben "Nachweis der Verschleißbeständigkeit von Parkhausbeschichtungssystemen unter realitätsnahen Prüfbedingungen" (SF-10.08.18.7-11.26), das von der Forschungsinitiative Zukunft BAU gefördert wurde.

In diesem wurden mit Hilfe des neu entwickelten Prüfstands Parking Abrasion Test verschiedene Oberflächenschutzsysteme (OS 8, OS 10, OS 11 und OS 13) hinsichtlich des Verschleißverhaltens untersucht. Es zeigte sich, dass der Verschleiß von Oberflächenschutzsystemen deutlich realitätsnaher bestimmt werden kann, die Verschleißmuster denen der Praxis entsprachen und verwertbare Resultate im Bereich von Parkhausbeschichtungen erzielt werden konnten. Das

Prüfverfahren wurde hinsichtlich der Auswertung weiterentwickelt und modifiziert. Somit ist es nun möglich den Abrieb bzw. Verschleiß zerstörungsfrei mit einem Laser zu dokumentieren.

2 Aufbau des Forschungsvorhabens

2.1 Allgemein

Das Forschungsvorhaben „Praxisnahe Bewertung des Verschleißverhaltens von befahrenen Oberflächenschutzsystemen – Praxistest vs. Normprüfung“ knüpft an das Forschungsvorhaben „Nachweis der Verschleißbeständigkeit von Parkhausbeschichtungssystemen unter realitätsnahen Prüfbedingungen“ an. In diesem hatte sich gezeigt, dass der Parking Abrasion Test den Verschleiß, der an befahrenen Oberflächenschutzsystemen in der Praxis auftritt, im Rahmen der Laborprüfung widerspiegelt.

Wünschenswert wäre jedoch auch die Herstellung einer Korrelation zwischen dem gegenwärtigen normativen Prüfverfahren und dem entwickelten Parking Abrasion Test. Daher wurde in Arbeitspaket 1 der vorhandene PAT-Prüfstand um das BCA-Verfahren erweitert. Ebenfalls wurden Probekörper für die weiteren Untersuchungen hergestellt. In Arbeitspaket 2 wurden die beiden Prüfverfahren verglichen und die Verschleißuntersuchungen durchgeführt. Im Rahmen von Ergebnispräsentationen zum PAT-Verfahren wurde immer wieder der Einfluss unterschiedlicher PKW-Reifen auf das Verschleißverhalten diskutiert. Um auch hierzu die entsprechenden Antworten geben zu können, wurden in Arbeitspaket 3 verschiedene PKW-Reifen getestet. Ziel von Arbeitspaket 4 war es eine Korrelation zwischen dem Parking Abrasion Test und dem BCA-Verfahren herzustellen. Das abschließende Arbeitspaket 5 beinhaltete die Erstellung dieses Berichtes und Ergänzung bzw. Konkretisierung des Regelwerkentwurfs aus dem vorausgegangenen Forschungsvorhaben.

2.2 Arbeitspaket 1

Laboruntersuchungen (Erweiterung um BCA-Verfahren, Herstellung von Probekörpern, Durchführung von Verschleißuntersuchungen mit PAT- und BCA-Verfahren, Dokumentation des Verschleißes)

- Erweiterung des PAT-Prüfstandes um das BCA-Verfahren
- Herstellung von Betongrundkörpern (Referenzbeton) und Applikation von Oberflächenschutzsystemen durch Produkthersteller

Prüfungen an 7 verschiedenen Systemen (1 OS 8, 5 OS 11 und 1 OS 13)

- Parallele Durchführung der Verschleißuntersuchungen mit dem Parking Abrasion Test und dem BCA-Verfahren
- Ermittlung von Festbetondruckfestigkeiten, Haftzugfestigkeiten vor und nach der Verschleißprüfung
- Ermittlung des Verschleißes
 - zerstörend (Bohrkernentnahme zu Beginn und Ende der Verschleißprüfung) und
 - zerstörungsfrei (Schichtdickenmessung und Laserscanning in definierten Zyklenabständen)
- Auswertung der Ergebnisse und Vergleich
- Bewertung

2.3 Arbeitspaket 2

Vergleich der beiden Prüfverfahren, Verschleißbestimmung und Datenbasis (Auswertung der Verschleißversuche aus AP1)

- Vergleich der beiden Prüfverfahren, hinsichtlich der Entstehung/ Generierung/ Herbeiführung des Verschleißes
- Vergleich der Bestimmung des Verschleißes der beiden Prüfverfahren
- Vergleich der Datenbasen, die den Verschleißergebnissen zugrunde liegen
- Auswertung vorhandener Prüfergebnisse beider Prüfverfahren
- Bewertung

2.4 Arbeitspaket 3

Vergleichende Verschleißuntersuchungen mit unterschiedlichen PKW-Reifen (Weitere Verschleißuntersuchungen mit dem PAT-Verfahren, Variationen der PKW-Reifen wie z. B. Reifenprofile, Luftdruck etc.)

- Festlegung der verschiedenen PKW-Reifen (Breite, Profil, Reifendruck)
- Ggf. weitere Prüfungen durchführen mit veränderten Randbedingungen (z. B. Abweichung des festgelegten Luftdrucks)
- Auswertung der Ergebnisse

- Bewertung

2.5 Arbeitspaket 4

Korrelation zwischen PAT- und BCA-Verfahren (Festlegung von Parametern für die Korrelation, ggf. Festlegung von Änderungen am PAT-Verfahren für eine bessere Korrelation, ggf. weitere Prüfungen)

- Festlegung von Parametern zur Erstellung einer Korrelation
- Festlegung welche Änderungen an dem Parking Abrasion Test zur Herstellung einer besseren/genaueren Korrelation notwendig sind
- Ggf. weitere Prüfungen durchführen mit veränderten Randbedingungen um anschließend eine Korrelation herzustellen
- Auswertung der Ergebnisse
- Bewertung

2.6 Arbeitspaket 5

Abschlussbericht, Veröffentlichungen

- Konkretisierung des Regelwerkentwurfs

3 Ergebnisse

3.1 Arbeitspaket 1

Arbeitspaket 1 beinhaltete im Wesentlichen vorbereitende Arbeiten für die anschließenden Untersuchungen. Hierzu zählte die Erweiterung des PAT-Prüfstands um das BCA-Verfahren (Abbildung 1). Mit dem BCA-Verfahren (nach DIN EN 13892-4) erfolgt u. a. im Gegensatz zum PAT-Verfahren (kein normatives Prüfverfahren) die Zulassung von Beschichtungssystemen. Die Erweiterung erfolgte im Wesentlichen in Zusammenarbeit zwischen dem Fachgebiet Werkstoffe im Bauwesen und den Zentralen Werkstätten (Elektronik- und Metallwerkstatt) der Technischen Universität Kaiserslautern.

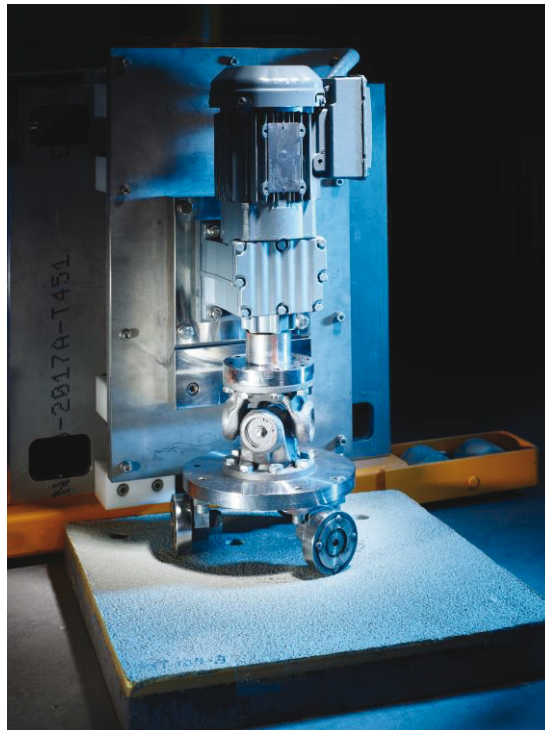


Abbildung 1: BCA-Verfahren – Kopplung an PAT-Prüfstand

3.2 Arbeitspaket 2

3.2.1 Allgemein

Vergleichende Untersuchungen mit dem PAT- und BCA-Verfahren wurden in Arbeitspaket 2 durchgeführt. Es wurden ein OS 13-System, ein OS 8-System und fünf OS 11-Systeme verschiedener Produkthersteller untersucht (siehe Tabelle 1).

Grundkörper für alle Probekörper waren Betonplatten aus dem Referenzbeton des Typs C (0,45) nach DIN EN 1766 (analog zu [3]). Die Maße der Probekörper betragen: 50 cm x 50 cm x 5cm. Die

Beschichtung der Probekörper erfolgte durch die Produkthersteller. Geprüft wurde mit beiden Prüfverfahren an gegenüberliegenden Stellen auf einer Platte. Die einzelnen Prüfstellen haben sich dabei nicht überlagert, sodass die Ergebnisse hätten verfälscht werden können. Bei beiden Prüfverfahren wurde bis 15.000 Zyklen bzw. Umdrehungen (und damit beim BCA-Verfahren 25.000 Überfahrungen je Prüfstelle) geprüft. Die Verschleißdokumentation erfolgt alle 1.000 Zyklen bis zum Erreichen von 5.000 Zyklen und anschließend alle 2.500 Zyklen.

Tabelle 1 Geprüfte Probekörper

Probekörperbezeichnung	Oberflächenschutzsystem
PK 1	OS 11a
PK 2	OS 11a
PK 3	OS 11b
PK 4	OS 11b
PK 5	OS 11b
PK 6	OS 8
PK 7	OS 13

3.2.2 Prüfungen mit dem BCA-Verfahren

3.2.2.1 BCA-Verfahren

Das BCA-Verfahren (nach DIN EN 13892-4) ist ein Verfahren zur Bestimmung des Verschleißwiderstands an Estrichen. Zusätzlich ist es normativ für die Prüfung der Verschleißbeständigkeit von Oberflächenschutzsystemen vorgesehen. Drei Stahlräder mit einem Durchmesser von 76 mm und einer Gesamtauflast von $(65 \pm 0,5)$ kg rotieren in einem Nenndurchmesser von (225 ± 11) mm. Die Rotationsgeschwindigkeit beträgt (180 ± 15) Umdrehungen pro Minute, sodass für die Prüfung nach Norm mit (2.850 ± 10) Umdrehungen etwa 15 Minuten dauert. Mit Prüfende erfolgt eine Tiefenmessung an acht Messpunkten. Abweichend vom normativen Prüfablauf wurden die unter 3.2.1 gewählten Intervalle gewählt und die Tiefenmessung mit einem Laser über die Gesamtfläche durchgeführt. Zwischen jedem Prüfintervall wurde eine Pause von mindestens zwei Minuten eingelegt, sodass sich der Probekörper nicht erhitzen konnte.

3.2.2.2 Ergebnisse

In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Prüfungen mit dem BCA-Verfahren dargestellt. Es zeigte sich deutlich, dass mit dem BCA-Verfahren kein Verschleiß auf den Beschichtungssystemen erzeugt werden kann. Die Anzahl der Überfahrungen wurde von 2.850 auf 15.000 (Anzahl der Zyklen beim Parking Abrasion Test) erhöht. Auch bei einer 5-fachen Erhöhung der Überfahrungen konnten mit dem BCA-Verfahren lediglich die Kornspitzen der OS-Systeme abgefahren werden. Eine Ausnahme zeigt nur PK7 (OS 13), bei dem mit dem BCA-Verfahren ein Verschleiß dokumentierbar war. Die Stahlräder beim BCA-Verfahren führten dazu, dass die eingestreuten Körner sich regelrecht pulverisierten. Es dürfte bei diesem OS-System

daher weniger zum Versagen des Gesamtsystems kommen, sondern eher zum Versagen der oberflächlich eingestreuten Gesteinskörnung.

Tabelle 2: BCA-Versuchsergebnisse PK1

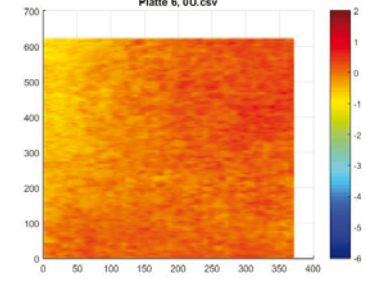
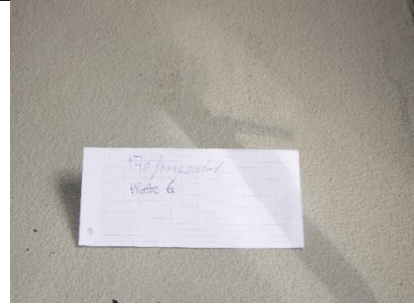
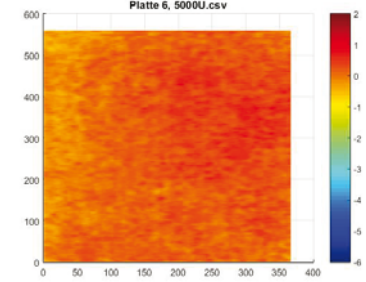
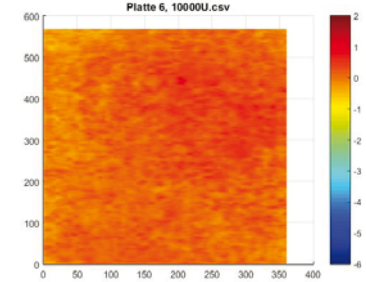
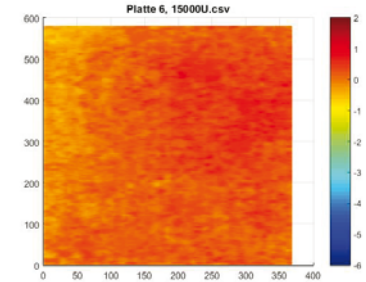
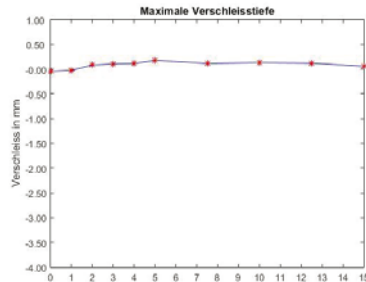
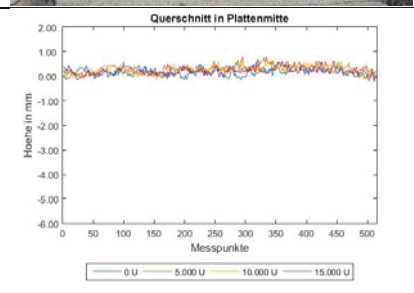
Anfangszustand		
5.000 U		
10.000 U		
15.000 U		
Verschleißtiefen- entwicklung und Querschnitts- darstellung		

Tabelle 3: BCA-Versuchsergebnisse PK2

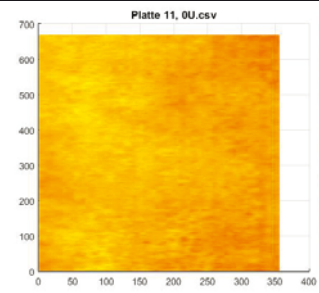
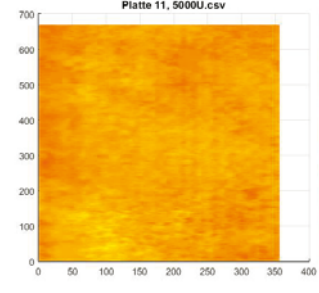
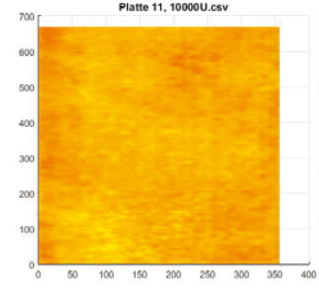
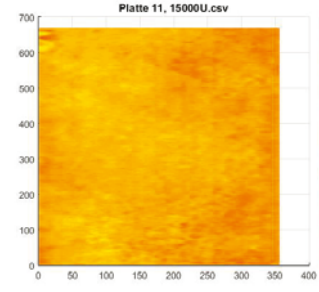
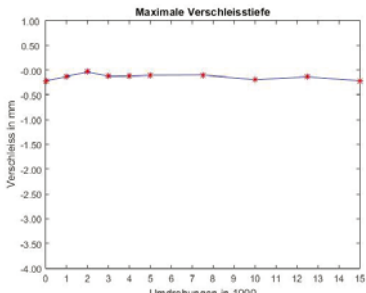
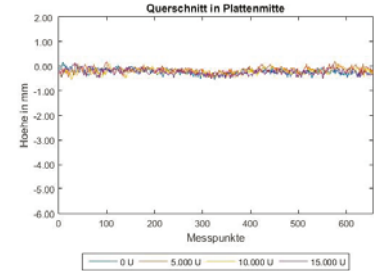
Anfangszustand		
5.000 U		
10.000 U		
15.000 U		
Verschleißtiefen- entwicklung und Querschnitts- darstellung		

Tabelle 4: BCA-Versuchsergebnisse PK3

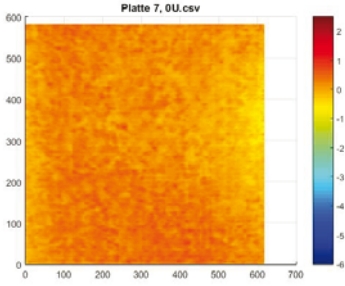
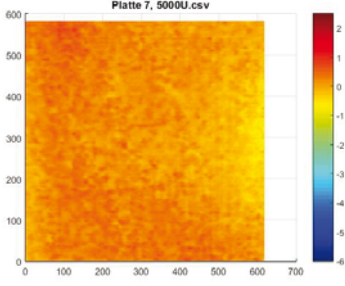
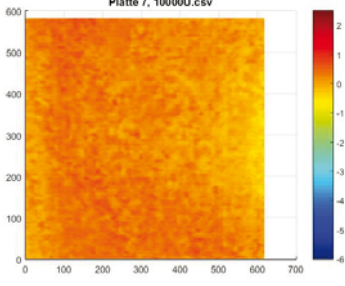
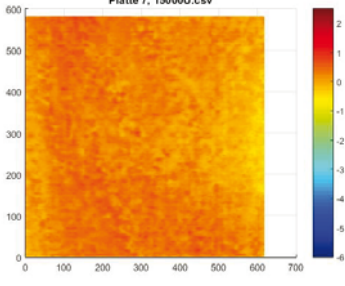
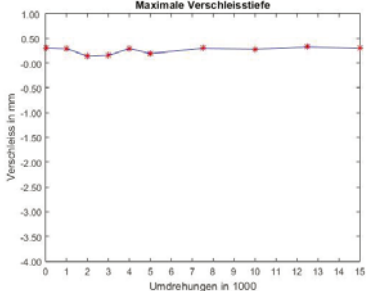
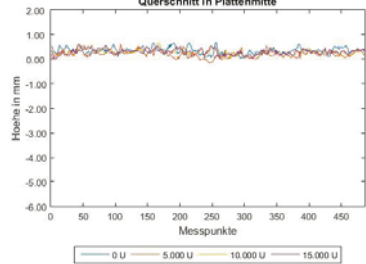
Anfangszustand		
5.000 U		
10.000 U		
15.000 U		
Verschleißtiefen- entwicklung und Querschnitts- darstellung		

Tabelle 5: BCA-Versuchsergebnisse PK4

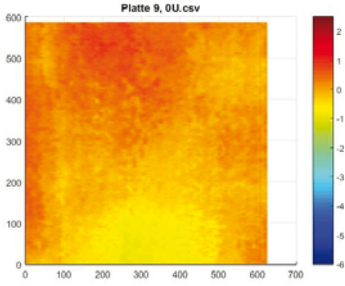
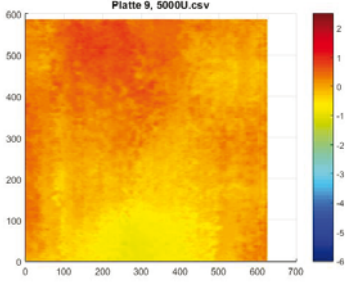
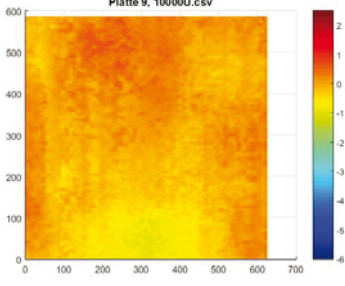
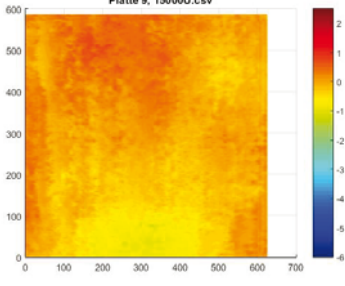
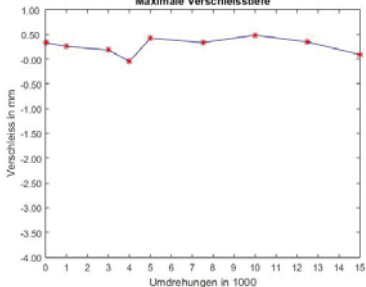
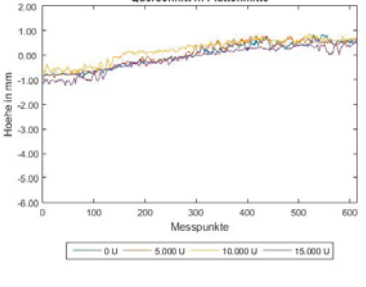
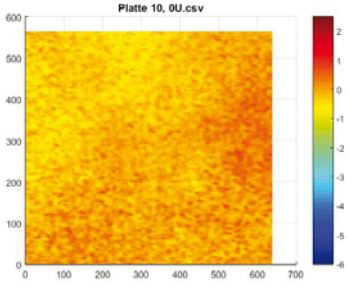
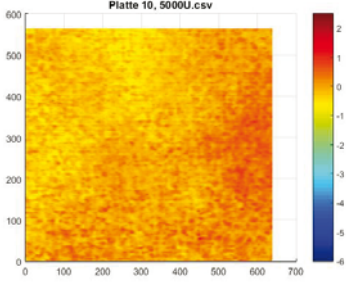
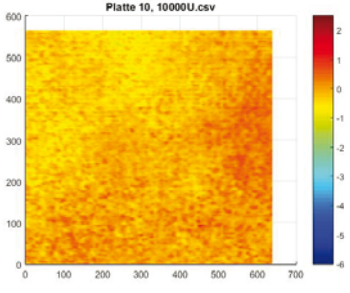
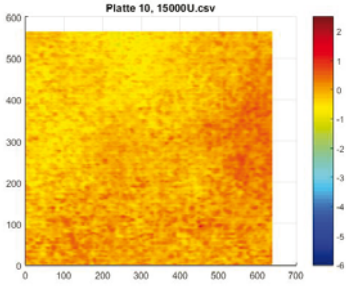
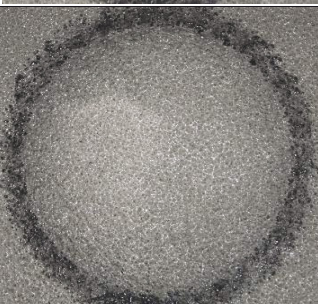
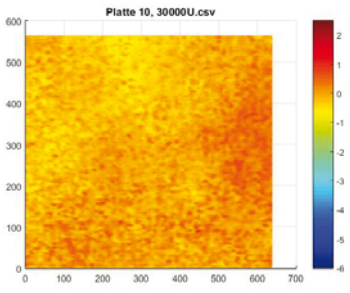
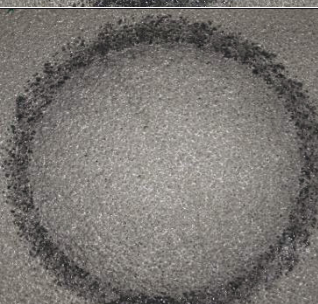
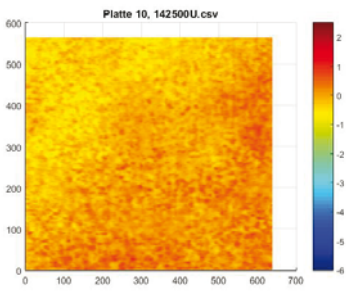
Anfangszustand		
5.000 U		
10.000 U		
15.000 U		
Verschleißtiefen- entwicklung und Querschnitts- darstellung		

Tabelle 6: BCA-Versuchsergebnisse PK5

Anfangszustand		
5.000 U		
10.000 U		
15.000 U		
30.000 U		
142.500 U		

Verschleißtiefen-
entwicklung und
Querschnitts-
darstellung

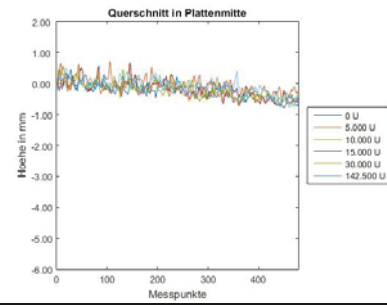
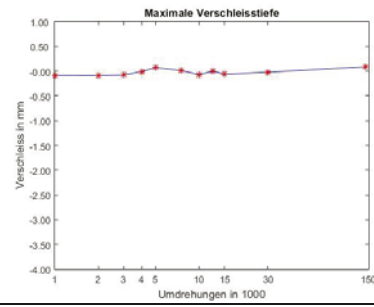


Tabelle 7: BCA-Versuchsergebnisse PK6

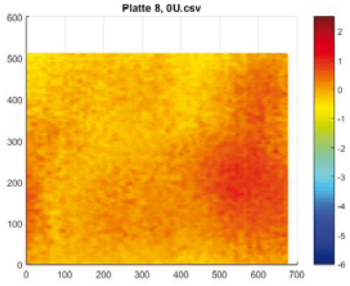
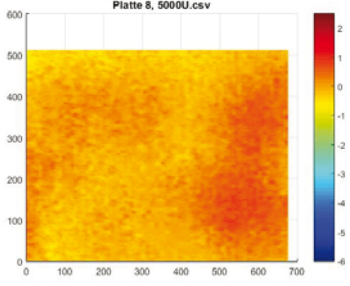
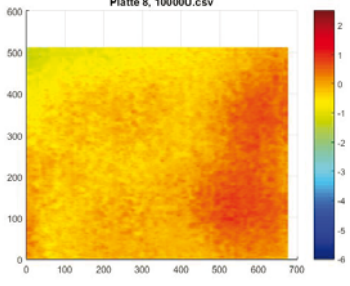
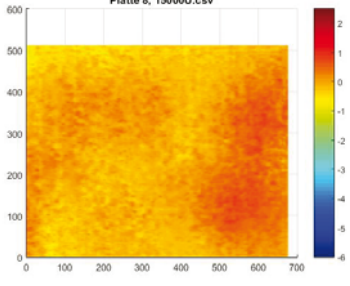
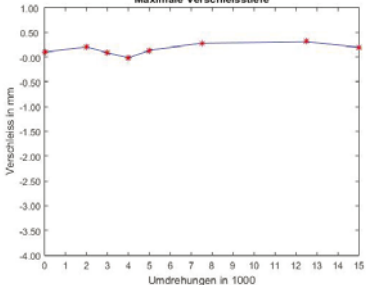
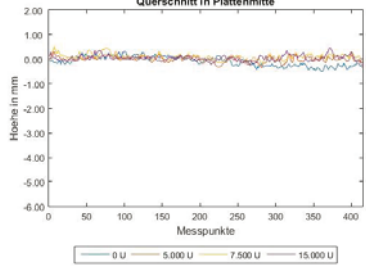
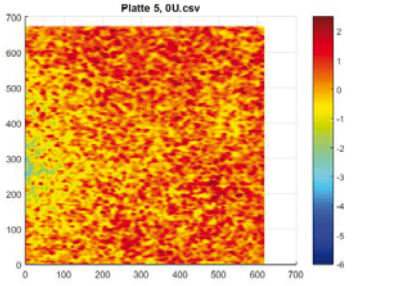
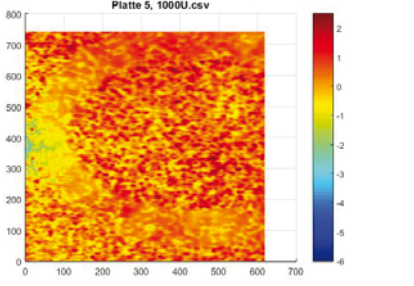
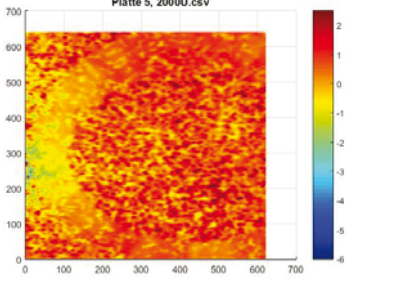
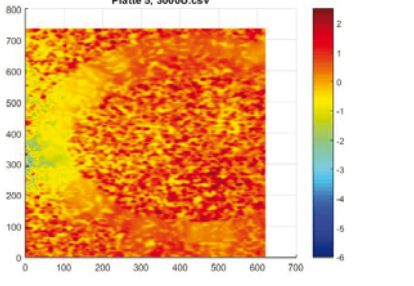
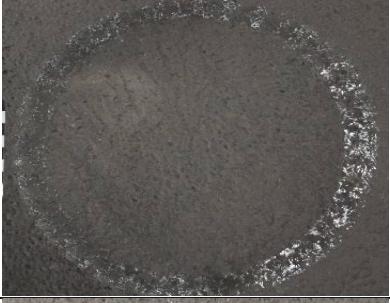
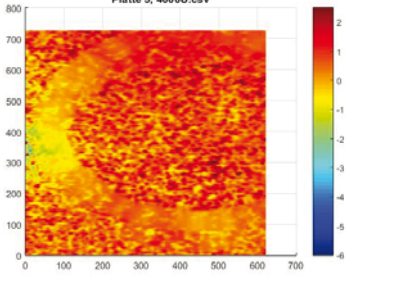
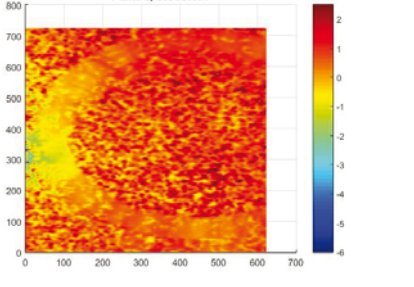
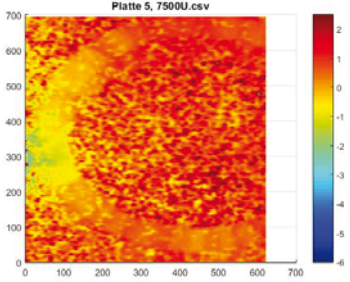
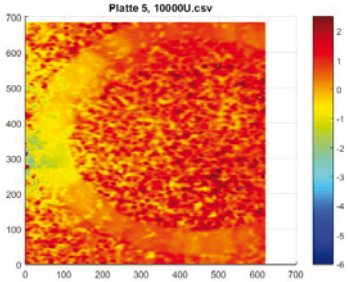
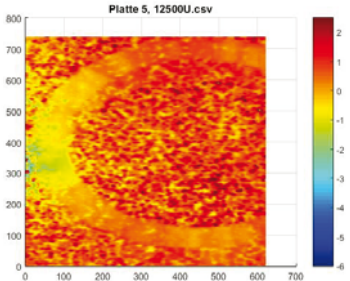
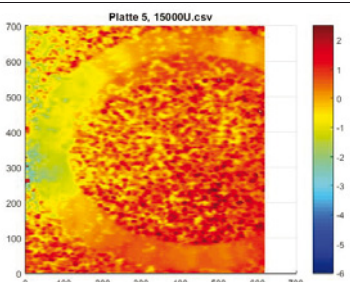
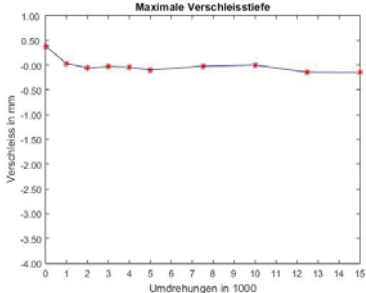
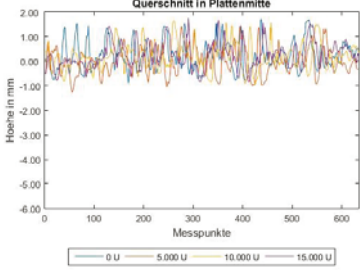
Anfangszustand		
5.000 U		
10.000 U		
15.000 U		
Verschleißtiefen- entwicklung und Querschnitts- darstellung		

Tabelle 8: BCA-Versuchsergebnisse PK7

Anfangszustand		
1.000 U		
2.000 U		
3.000 U		
4.000 U		
5.000 U		

7.500 U		
10.000 U		
12.500 U		
15.000 U		
Verschleißtiefen- entwicklung und Querschnitts- darstellung		

3.2.3 Prüfungen mit dem PAT-Verfahren

3.2.3.1 PAT-Verfahren Allgemein

Bei dem Parking Abrasion Test (PAT, Abbildung 1) rotiert ein handelsüblicher PKW-Reifen mit einer Auflast von 400 kg auf der Stelle. Der Rotationswinkel beträgt 90°. Die Rotationszeit beträgt 4 Sekunden. Nach einer 7-sekündigen Pause rotiert das Rad zurück. Der Verschleiß wird mit einem Laser aufgezeichnet und anhand von Bildern fotografisch dokumentiert.

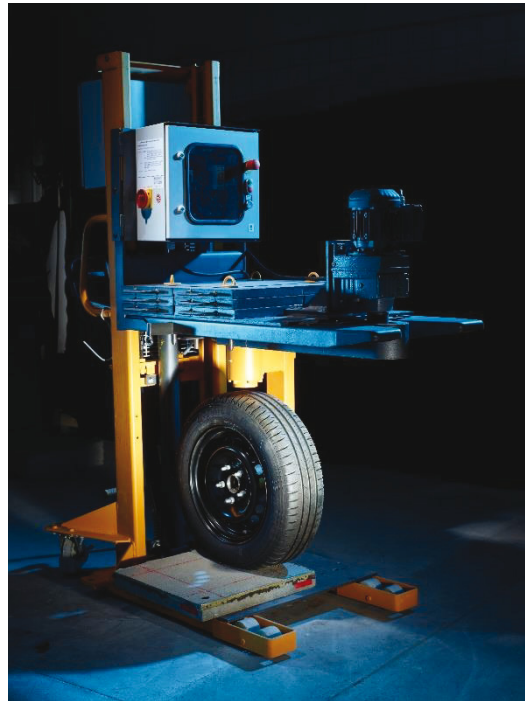


Abbildung 2: PAT-Prüfstand

3.2.3.2 Ergebnisse

In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse mit dem Parking Abrasion Test dargestellt. Deutlich wird dabei die unterschiedliche Verschleißbeständigkeit der Beschichtungssysteme. Probekörper, während im Rahmen des BCA-Verfahrens die Verschleißbeständigkeit nachgewiesen werden konnte. Der Parking Abrasion Test bildet das Verschleißverhalten deutlich praxisnäher ab. Die Verschleißbilder entsprechen den bekannten Erscheinungsbildern aus der Praxis.

Tabelle 9: PAT-Versuchsergebnisse PK1

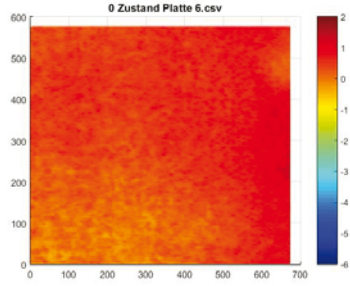
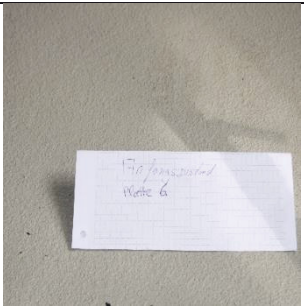
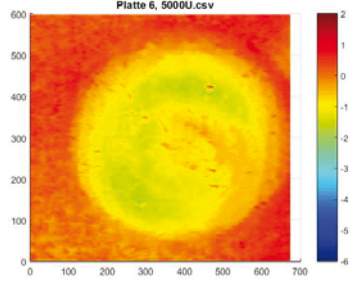
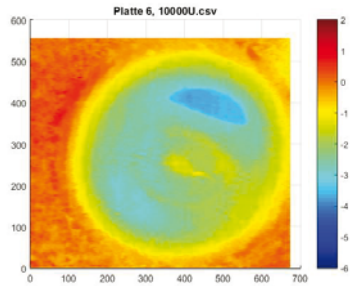
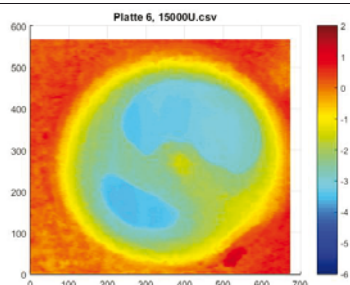
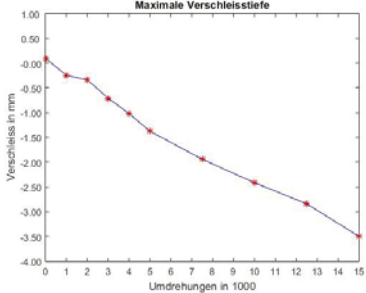
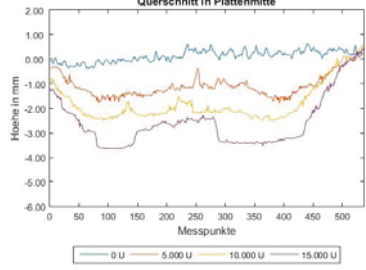
Anfangszustand		
5.000 Z		
10.000 Z		
15.000 Z		
Verschleißtiefen- entwicklung und Querschnitts- darstellung		

Tabelle 10: PAT-Versuchsergebnisse PK2

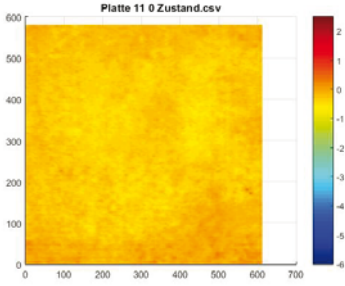
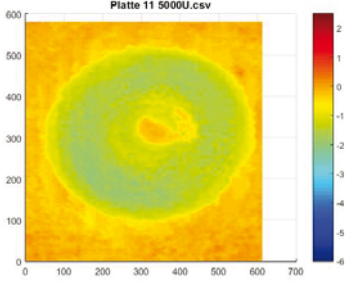
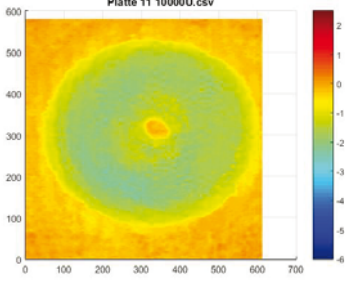
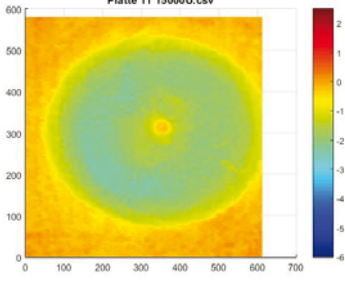
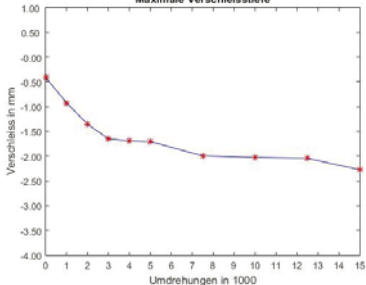
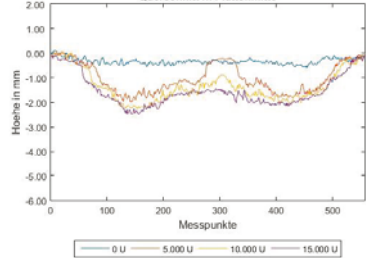
Anfangszustand		
5.000 Z		
10.000 Z		
15.000 Z		
Verschleißtiefen- entwicklung und Querschnitts- darstellung		

Tabelle 11: PAT-Versuchsergebnisse PK3

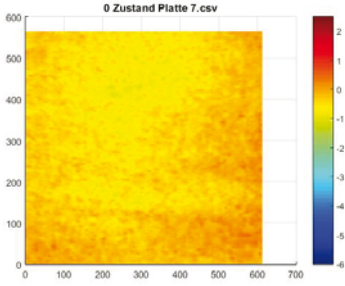
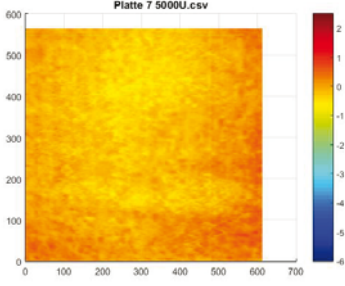
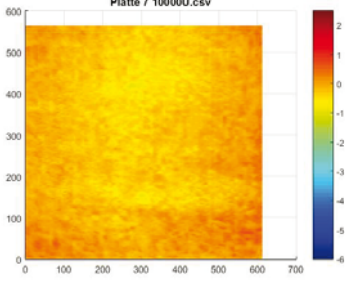
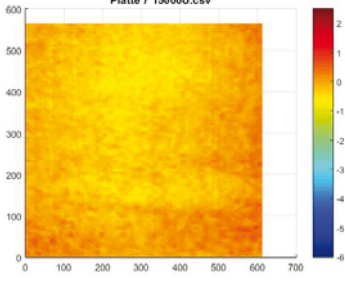
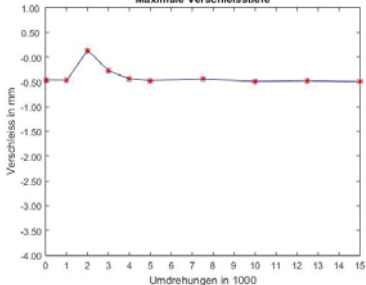
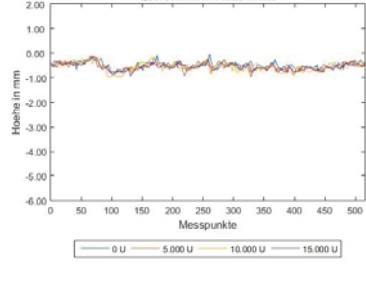
Anfangszustand		
5.000 Z		
10.000 Z		
15.000 Z		
Verschleißtiefen- entwicklung und Querschnitts- darstellung		

Tabelle 12: PAT-Versuchsergebnisse PK4

Anfangszustand		
5.000 Z		
10.000 Z		
15.000 Z		
Verschleißtiefen- entwicklung und Querschnitts- darstellung		

Tabelle 13: PAT-Versuchsergebnisse PK5

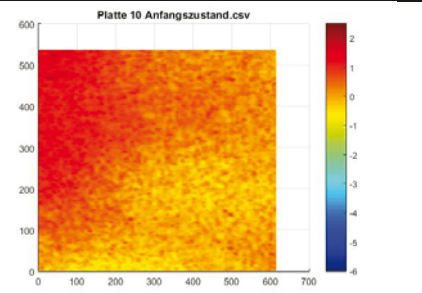
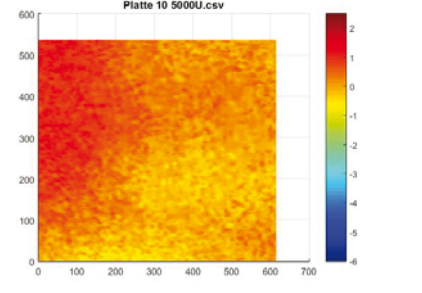
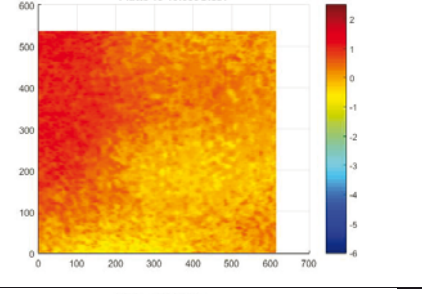
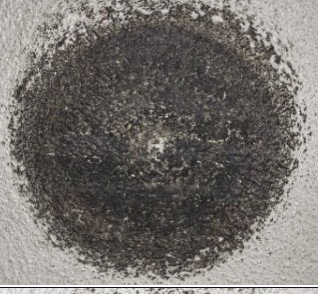
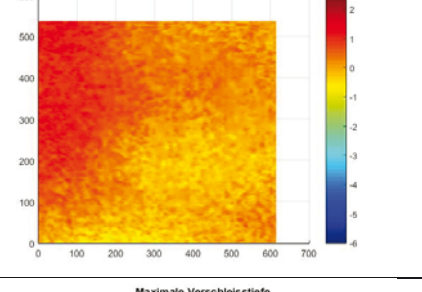
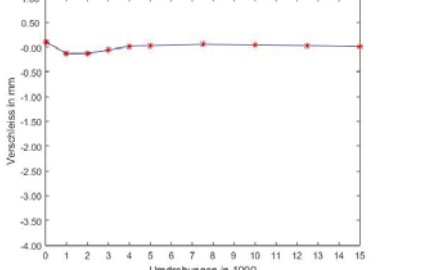
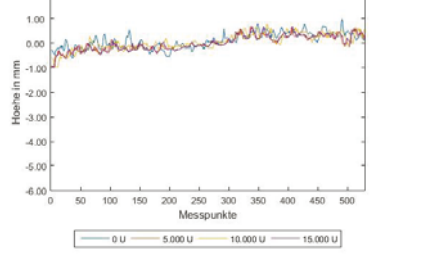
Anfangszustand		
5.000 Z		
10.000 Z		
15.000 Z		
Verschleißtiefen- entwicklung und Querschnitts- darstellung		

Tabelle 14: PAT-Versuchsergebnisse PK6

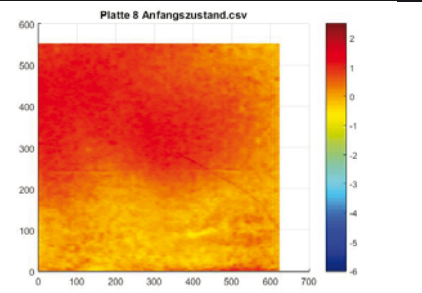
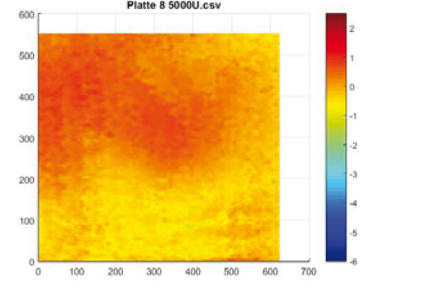
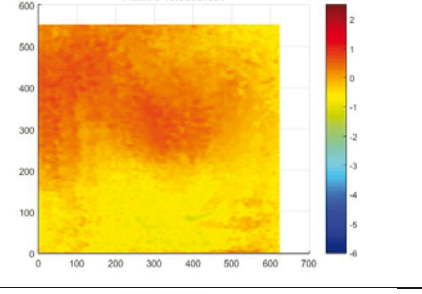
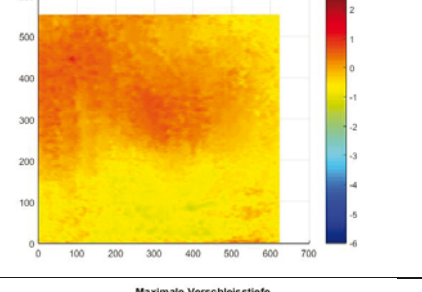
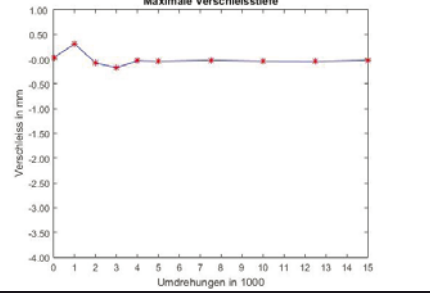
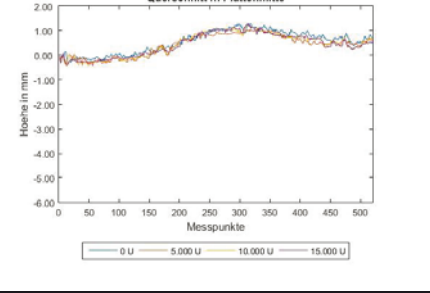
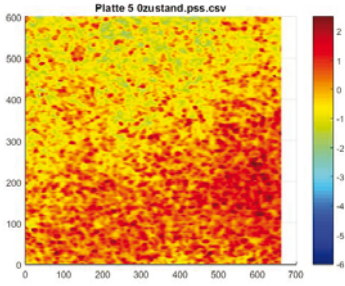
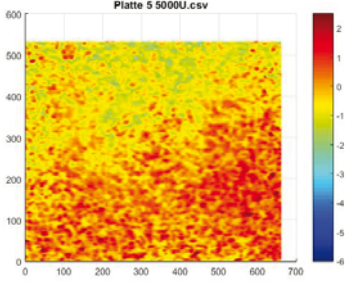
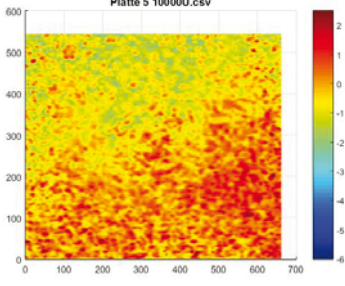
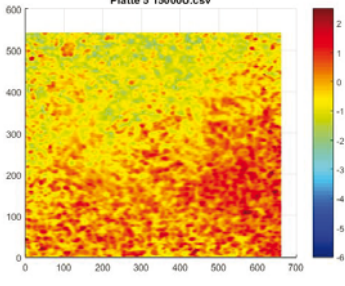
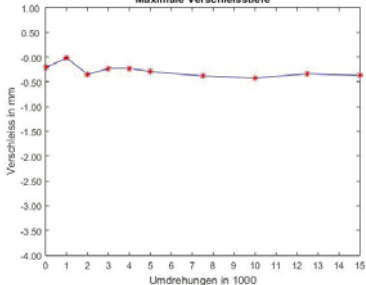
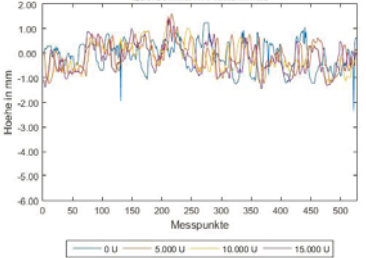
Anfangszustand		
5.000 Z		
10.000 Z		
15.000 Z		
Verschleißtiefen- entwicklung und Querschnitts- darstellung		

Tabelle 15: PAT-Versuchsergebnisse PK7

Anfangszustand		
5.000 Z		
10.000 Z		
15.000 Z		
Verschleißtiefen- entwicklung und Querschnitts- darstellung		

3.3 Arbeitspaket 3

3.3.1 Reifenauswahl

Auf dem Parking Abrasion Test der Technischen Universität Kaiserslautern können alle gängigen Reifengrößen montiert werden. Standardmäßig wird ein Sommerreifen mit der Größe 195/65 R15 verwendet. Die erste Zahl gibt die Reifenquerschnittsbreite in mm (195), die zweite (65) das Höhen-Breitenverhältnis in % und die dritte (15) das Felgen- oder Reifeninnenmaß in Zoll an. R steht für die Bauart (radial). Um den Einfluss der PKW-Reifen auf das Verschleißverhalten prüfen zu können, wurden verschiedene Sommer- und Winterreifen in unterschiedlichen Größen ausgewählt. Üblich ist nach wie vor die Verwendung von Sommer- und Winterreifen, 68 % der Befragten in einer Studie des ADAC gaben 2016 dies an. Knapp 17 % verwenden Ganzjahresreifen (siehe Abbildung 3). Da nach wie vor die meisten Autofahrer zwei Reifensätze verwenden, wurde dies bei der Reifenauswahl berücksichtigt.

Aktuelle Reifen: Reifenbesitz

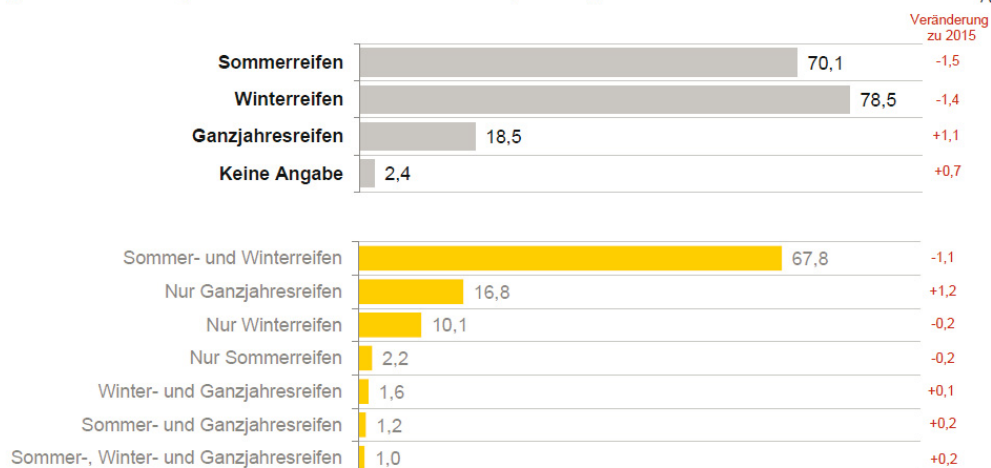
ADAC
Reifen-Monitor

Reifenbesitz für das aktuell genutzte Auto

68% der Befragten besitzen eine Kombination aus Sommer- und Winterreifen. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Reifenbesitz von Ganzjahresreifen weiter gestiegen

„Bitte geben Sie zunächst an, welche dieser Reifen Sie aktuell für ihr hauptsächlich genutztes Auto besitzen?“

Angaben in %



Basis: befragte ADAC Mitglieder, die zurzeit einen PKW fahren: n=4.055 (2016) / n=4.066 (2015)
ADAC Reifen-Monitor 2016, ADAC Verlag

27

Abbildung 3: Umfrage ADAC zum Thema „Reifenbesitz für das aktuell genutzte Auto“ [7]

Weiterhin wurden die marktüblichen Reifengrößen vom Bundesverband Reifenhandel und Vulkaniseurhandwerk e.V. erhoben. Hierbei zeigte sich, dass die häufigste verwendete Reifengröße ein 205/55 R16 sowohl als Sommer- als auch Winterreifen ist. An zweiter Stelle liegen die Reifen mit einer Größe von 195/65 R15, die sich auch standardmäßig auf dem

Prüfstand befinden. Diese Reifengrößen werden üblicherweise bei Wagen der Mittel- und Kompaktklasse verwendet. Die Umfrageergebnisse können Abbildung 4 und Abbildung 5 entnommen werden.

Dimensionsstatistik Pkw-Sommerreifen (neu) Rangfolge 2016



Nr.	Dimension	Speedindex	% Anteil	Hersteller, Fahrzeugmodelle (Beispiele)
1	205/55 R 16	V	10,1%	Audi: A3; BMW: 1er; Fiat: 500L; Ford: C-Max, Focus; Mazda: 5; Mercedes-Benz: A-Klasse, B-Klasse, CLA; Mini: Clubman; Opel: Meriva; Peugeot: 2008, 308; Renault: Mégane; Seat: Altea, Exeo, Leon; Skoda: Octavia, Superb; Volkswagen: Cross Touran, Golf, Jetta; Volvo: S60, V40
2	195/65 R 15	H	4,9%	Citroën: C4; Fiat: 500L, Bravo; Mazda: 5; Mercedes-Benz: B-Klasse, CLA; Opel: Meriva; Peugeot: 308; Renault: Mégane; Seat: Altea, Leon; Skoda: Octavia; Volkswagen: Golf
3	225/45 R 17	WZ	3,5%	Alfa Romeo: Giulietta; Audi: A3; BMW: 1er, 2er, Z4; Mercedes-Benz: A-Klasse, B-Klasse, CLA, SLK; Peugeot: 308 CC; Renault: Mégane; Seat: Exeo, Leon; Skoda: Octavia, Superb; Volkswagen: Golf, Jetta, Scirocco; Volvo: V40
4	225/40 R 18	WZ XL	3,3%	Alfa Romeo: Giulietta; Audi: A3; BMW: 2er; Citroën: C4; Honda: Civic; Kia: cee'd; Mercedes-Benz: A-Klasse, CLA, SLK; Opel: Meriva; Peugeot: 308; Renault: Mégane; Seat: Exeo, Leon; Skoda: Octavia, Superb; Toyota: GT 86; Volkswagen: Golf, Jetta; Volvo: V40
5	205/55 R 16	H	3,1%	Citroën: C4; Dacia: Sandero; Fiat: 500L; Ford: C-Max, Focus; Hyundai: i30, i20; Peugeot: 308; Renault: Captur, Fluence Z.E., Mégane; VW: E-Golf, Jetta
6	205/55 R 16	WZ	3,1%	Audi: A3; BMW: 2er; Mercedes-Benz: SLK; Seat: Exeo; Skoda: Octavia; Volvo: V40
7	175/65 R 14	ST	2,8%	Citroën: C2, C3; Fiat: 500; Ford: Fiesta, Ka; Peugeot: 206+; Seat: Mii; Skoda: Citigo; Toyota: Prius; VW: up!
8	225/45 R 17	WZ XL	2,2%	Citroën: C8; Opel: Meriva; Peugeot: 308 CC; Skoda: Superb
9	195/65 R 15	V	2,0%	Fiat: Bravo, Stilo; Ford: C-Max, Focus; Hyundai: i30; Mazda: 3, 5, 6 SW; Mercedes-Benz: A-Klasse; Volkswagen: Golf, New Beetle, Touran
10	165/70 R 14	ST	1,7%	Citroën: C3; Fiat: Panda; Nissan: Micra; Opel: Agila; Seat: Mii; Skoda: Citigo; Suzuki: Splash; Volkswagen: up!
11	205/55 R 16	V XL	1,6%	Ford: C-Max; Opel: Meriva; Skoda: Superb
12	185/65 R 15	ST	1,5%	Alfa Romeo: MiTo; Citroën: C3; Dacia: Lodgy, Logan MCV, Sandero; Fiat: Punto, Qubo; Hyundai: i20; Kia: cee'd, Rio; Mazda: 2; Nissan: Note; Opel: Adam, Corsa; Peugeot: 207, 208; Renault: Clio, Zoe
13	185/60 R 15	H XL	1,2%	Opel: Combo, Meriva; Renault: Modus
14	195/60 R 15	H	1,1%	Ford: B-Max; Opel: Corsa
15	185/65 R 15	H	1,1%	Alfa Romeo: MiTo; Citroën: C3; Dacia: Lodgy; Fiat: Punto; Kia: cee'd, Rio; Mazda: 2; Nissan: Note; Opel: Corsa; Renault: Clio

Quelle: Continental

Abbildung 4: Umfrage BRV zum Thema „Dimensionsstatistik PKW-Sommerreifen (neu) Rangfolge 2016“ [8]

Dimensionsstatistik Pkw-Winterreifen (neu) Rangfolge 2016



Nr.	Dimension	Speedindex	% Anteil	Hersteller, Fahrzeugmodelle (Beispiele)
1	205/55 R 16	H	13,9%	Audi: A3, A3 Sportback; BMW: 1er; Ford: Focus Turnier; Mercedes-Benz: A-Klasse, B-Klasse, SLK; Mini: Clubman; Peugeot: 2008, 308; Renault: Mégane; Skoda: Octavia Combi; VW: Golf, Golf Variant, Jetta, EOS, Touran; Volvo: V40
2	195/65 R 15	QT	13,1%	Opel: Meriva; Peugeot: 308, Partner; Skoda: Octavia, Octavia Combi; VW: Caddy, Golf
3	185/65 R 15	QT	4,7%	Dacia: Sandero, Logan, Lodgy; Mazda: 2; Opel: Corsa; Peugeot: 207SW, 208; Renault: Clio, Zoe
4	175/65 R 14	QT	4,2%	Ford: Ka; Mazda: 2; Peugeot: 206+; Skoda: Citigo
5	205/60 R 16	H	2,9%	Audi: A4; BMW: 2er Active Tourer, 2er Gran Tourer, 3er, 3er Touring; Mercedes-Benz: B-Klasse, C-Klasse, E-Klasse; Mini: Countryman; Opel: Astra, Astra Sportstourer, Insignia; Renault: Fluence, Scénic, Laguna Grandtour, Captur; Volkswagen: Sharan, Touran; Volvo: V40, V70, S80
6	165/70 R 14	QT	2,9%	Opel: Agila; Skoda: Citigo; Volkswagen: up!
7	185/60 R 15	QT XL	2,9%	Mercedes-Benz: Vaneo; Renault: Modus
8	205/55 R 16	QT	2,5%	Audi: A3, A3 Sportback; BMW: 1er, 2er; Ford: Focus, Focus Turnier; Mercedes-Benz: A-Klasse, B-Klasse, SLK; Mini: Clubman; Peugeot: 2008, 308; Renault: Mégane; Skoda: Octavia, Octavia Combi; Volkswagen: Golf, Golf Variant, Jetta, EOS, Touran; Volvo: V40
9	215/60 R 16	H XL	2,2%	Ford: Galaxy; Peugeot: Expert
10	205/60 R 16	H XL	2,2%	Ford: Tourneo; Opel: Insignia, Insignia Sports Tourer; Volkswagen: Sharan
11	175/70 R 14	QT	1,6%	Citroën: Nemo; Nissan: NV200; Seat: Ibiza, Toledo; Skoda: Praktik
12	215/65 R 16	H	1,5%	Audi: Q3; Dacia: Duster; Hyundai: Tucson; Nissan: Qashqai, X-Trail; Opel: Mokka; Renault: Kadjar; Volkswagen: Tiguan; Volvo: XC70
13	205/55 R 16	H XL	1,4%	Ford: C-Max; Mercedes-Benz: Citan; Opel: Meriva; Seat: Alhambra; Skoda: Superb; Volkswagen: Caddy, Passat, Passat Variant, Sharan
14	185/60 R 15	QT	1,4%	Audi: A1; Citroën: C3; Opel: Adam, Agila; Peugeot: 206+; Renault: Twingo, Modus, Grand Modus; Seat: Ibiza, Ibiza ST; Skoda: Fabia, Fabia Combi, Rapid; Volkswagen: Polo
15	185/60 R 14	QT	1,2%	Ford: Fusion; Seat: Ibiza, Cordoba; Skoda: Fabia; Volkswagen: Fox, Polo

Quelle: Continental

Abbildung 5: Umfrage BRV zum Thema „Dimensionsstatistik PKW-Winterreifen (neu) Rangfolge 2016“ [8]

Unter Berücksichtigung der beiden Statistiken wurde eine entsprechende Reifenauswahl getroffen. Die verwendeten Reifen sind von unterschiedlichen Herstellern und verfügen alle auch über unterschiedliche Profile sowie Reifenmischungen.

Tabelle 16 Reifenauswahl für Untersuchungen

Nummer	Dimension	Reifenart
1	165/65 R15	Sommerreifen
2	165/65 R15 M+S	Winterreifen
3	175/55 R15	Sommerreifen
4	175/60 R15M+S	Winterreifen
5	195/65 R15	Sommerreifen
6	195/65 R15 M+S	Sommerreifen
7	195/65 R15	Sommerreifen
8	195/65 R15	Winterreifen
9	195/65 R15 Allwetter	Allwetterreifen
10	205/50 R15	Sommerreifen
11	205/50 R15 M+S	Winterreifen
12	215/60 R15	Sommerreifen
13	215/60 R15 M+S	Winterreifen

3.3.2 Versuchsablauf

Es wurden an drei Stellen mittels Temperatursensoren Temperaturverläufe aufgezeichnet. Aufgezeichnet wurden die Temperaturen bis zum Erreichen einer konstanten Maximaltemperatur. Die Dokumentation erfolgte zunächst an einer Stahlplatte, anschließend auch auf einem OS 11a-System. Die Anordnung der Messstellen kann Abbildung 6 entnommen werden. In Abbildung 7 sind die fixierten Temperatursensoren auf einer Stahlplatte dargestellt.

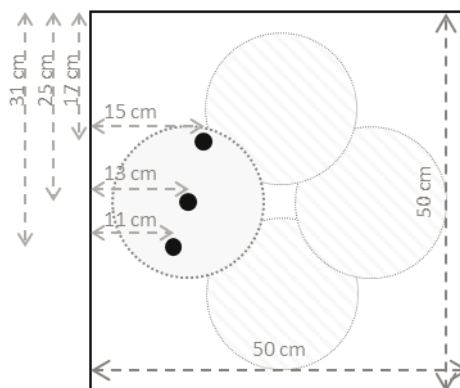


Abbildung 6: Schematische Anordnung der Temperatursensoren

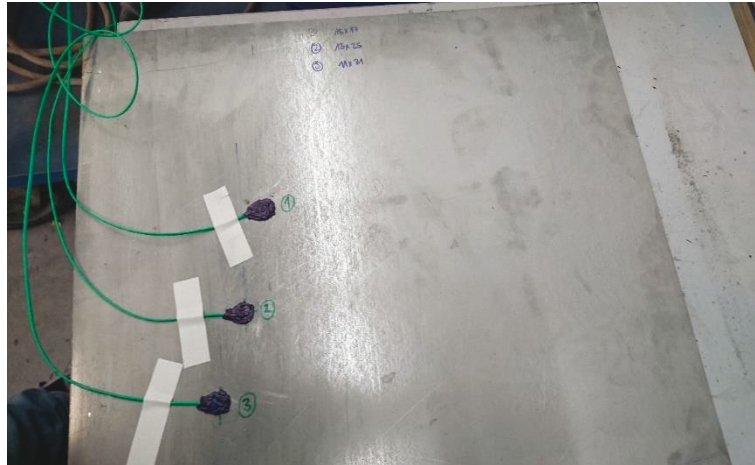


Abbildung 7: Anordnung der Temperatursensoren auf der Unterseite der Stahlplatte

Die Profile und damit auch die Radaufstandsflächen variierten von Reifen zu Reifen sehr stark. Für die Ermittlung der Radaufstandsflächen wurde der montierte Reifen mit handelsüblicher Farbe abgetupft und anschließend der Reifen auf ein weißes Papier abgelassen. Anschließend wurden mit einer Bildbearbeitungssoftware die Flächen ermittelt.

3.3.3 Ergebnisse

Der Reifen ist ein rotationssymmetrischer, nicht isotroper, aus mehreren verschiedenen Gummikomponenten bestehender Verbundwerkstoff, der durch textile bzw. Stahl-Verstärkungsmaterialien bezüglich seiner Festigkeitseigenschaften bestimmt wird. Ein Stahlgürtelreifen, der aus über 20 verschiedenen Gummikomponenten bestehen kann, wird u. a. im Bereich des Laufstreifens durch seine Shorehärte beschrieben. Abriebeigenschaften sind im Wesentlichen vom zugesetzten Rußtyp, vom Ruß-Weichmacherverhältnis, von der Dosierung des Vulkanisationsmittels sowie der eigentlichen Gummimischung abhängig.

Neben den materialtechnischen Eigenschaften können die fahrdynamischen Eigenschaften zusätzlich durch unterschiedliche Profile beeinflusst werden. Diese werden permanent optimiert, sodass diese von Saison zu Saison teilweise variieren. Dies hat auch zur Folge, dass Radaufstandsflächen von kleineren Reifen nicht unbedingt kleiner sind (siehe

Tabelle 17). Die Maximaltemperaturen auf der Stahlplatte konnten schneller erreicht werden. Diese lagen bis zu 20 °C über denen auf dem OS 11a-System. Erstaunlich war, dass die gemessenen Temperaturen nicht eine Abhängigkeit von Radaufstandsfläche oder Reifegröße aufwiesen. Die Reifenmischungen für den Winterreifen erzeugen deutlich niedrigere Temperaturen. Bei den Untersuchungen zeigte sich auch, dass die gewählten Pausenzeiten von sieben Sekunden zwischen den Rotationen dazu führen, dass die Reibungstemperatur 50 °C nicht überschreitet und die Glasübergangstemperatur des Beschichtungssystems nicht erreicht wird.

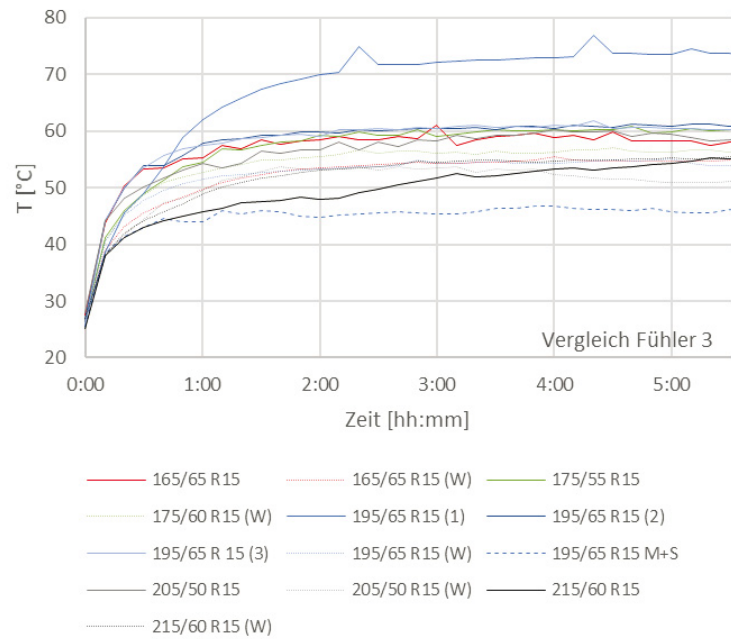


Abbildung 8: Temperaturen in Abhängigkeit von der Reifengröße auf der Stahlplatte

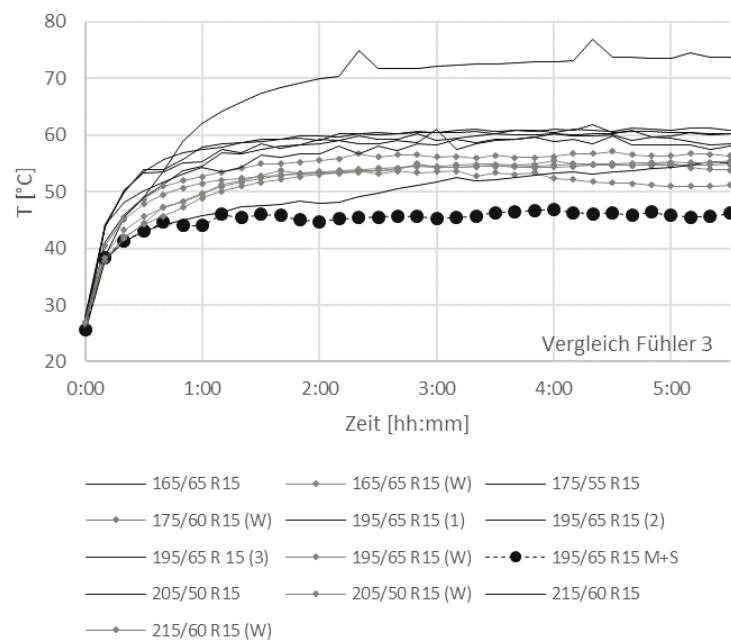


Abbildung 9: Temperaturen in Abhängigkeit von der Reifenart auf der Stahlplatte

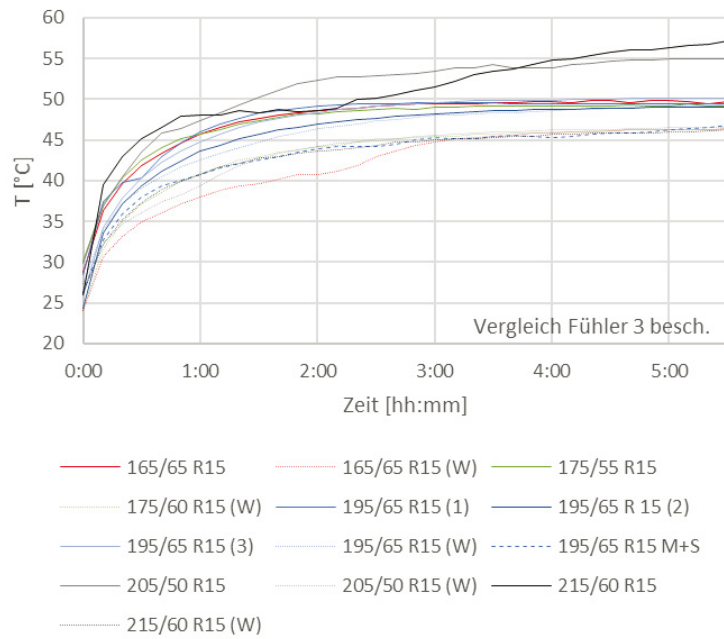


Abbildung 10: Temperaturen in Abhängigkeit von der Reifengröße auf dem OS 11a-System

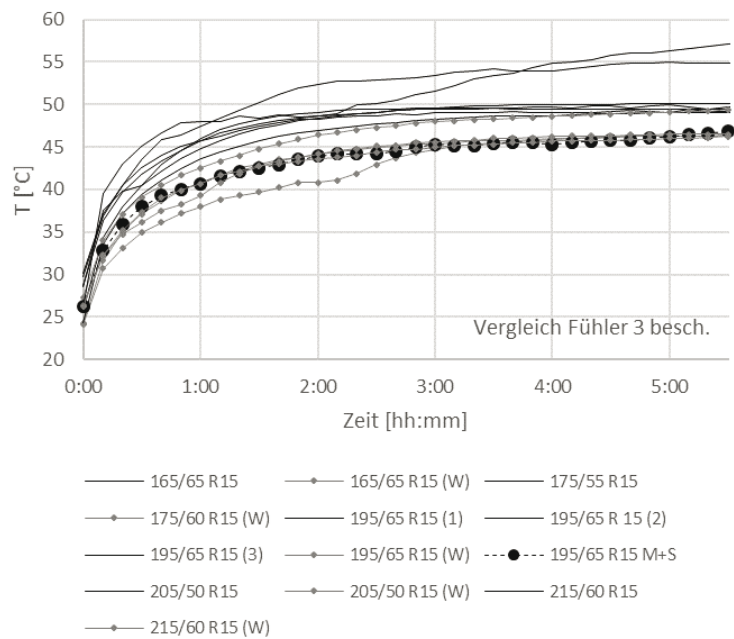


Abbildung 11: Temperaturen in Abhängigkeit von der Reifenart auf dem OS 11a-System

Tabelle 17: Minimal-/Maximaltemperaturen und Radaufstandsflächen

Nr.	Minimaltemperatur [°C]			Maximaltemperatur [°C]			Radaufstandsfläche [cm²]
	Stahl 1	Stahl 2	Be- schichtet	Stahl 1	Stahl 2	Be- schichtet	
1	24,5	24,8	28,7	61,1	63,4	49,9	107,9
2	25,6	24,6	24,1	56,4	53,2	46,4	118,4
3	26,0	25,8	30,1	61,6	61,8	49,4	127,8
4	25,9	24,8	24,2	57,1	55,5	46,4	114,6
5	22,2	25,6	28,5	76,9	73,4	49,6	162,7
6	26,8	24,2	24,3	61,6	61,3	49,2	125,7
7	25,8	25,9	25,8	61,9	60,8	50,1	130,2
8	27,1	28,2	27,3	55,6	55,3	49,4	112,6
9	25,6	26,1	26,3	47,5	47,3	46,8	124,9
10	28,0	23,9	29,2	60,8	61,7	41,9	133,9
11	26,7	26,8	26,4	53,8	55,3	46,6	122,9
12	25,1	26,0	26,0	56,7	59,6	58,2	144,3
13	27,0	23,8	26,2	56,2	54,9	46,3	112,8

3.4 Arbeitspaket 4

Im Rahmen der Untersuchungen musste festgestellt werden, dass eine Korrelation der Prüfergebnisse zwischen PAT- und BCA-Verfahren aufgrund unterschiedlicher tribologischer Beanspruchungen nicht möglich ist. Die Reaktion der Oberflächenschutzsysteme auf die unterschiedlichen Belastungen ist deutlich verschieden. Rissüberbrückende Systeme (OS 11) verschleifen mit dem PAT-Verfahren, während deutlich starrere Systeme (OS 13) beim dem BCA-Verfahren auf die Beanspruchungen reagieren. Bei den OS 8-Systemen war mit keinem der beiden Verfahren ein Verschleiß feststellbar.

OS 11-Systeme sind elastische, rissüberbrückende Beschichtungssysteme. Bei genauerer Betrachtung des Systemaufbaus wird deutlich, dass die elastischste Schicht, die über eine geringere Steifigkeit verfügt, sich in der Mitte des Systems befindet. Die Deckversiegelung hat dagegen wieder eine höhere Steifigkeit. Im Maschinenbau gilt die Konstruktionsregel des positiven Gradienten der Scherfestigkeit. Dies bedeutet, dass die oberste Schicht eine geringere Festigkeit aufweist als die darunterliegende, sodass innere Reibung vermieden wird. Bei den Oberflächenschutzsystemen wird dieser Grundsatz nicht eingehalten und es kann davon ausgegangen werden, dass innere Reibungsprozesse vorliegen. Beim PAT-Verfahren entstehen durch die Gleitbewegung und ständige Überwindung der Haftreibung (aufgrund der Pausen)

Schubspannungen im Probekörper. Veranschaulicht wird dies an Probekörper 1. Aufgrund des Systemaufbaus (OS 11a) entstehen Materialaufwölbungen und plastische Verformungen, die zu einer Materialermüdung führen. Durch die Rollbewegung beim BCA-Verfahren entstehen keine Schubspannungen sondern hauptsächlich Normalspannungen. Die innere Reibung ist vergleichsweise gering, sodass an diesem System kein nennenswerter Verschleiß erzeugt wird.

OS 13-Systeme sind starrere Systeme mit einer statischen Rissüberbrückungsfähigkeit. Mit dem PAT-Verfahren erwiesen sich die Systeme ähnlich robust wie die OS 8-Systeme. Aufgrund der nicht vorhandenen elastischen Schicht konnten keine Schubspannungen erzeugt werden. Die OS 13-Systeme waren jedoch die einzigen Beschichtungssysteme, bei denen aus der Belastung mit dem BCA-Verfahren Verschleiß resultierte. Der Grund hierfür kann auf das verwendete Zuschlagsmaterial zurückgeführt werden. Aufgrund des eingestreuten Splitts verfügen die Systeme über eine große Oberflächenrauheit. Weiterhin haben die Stahlrollen eine größere Oberflächenhärte als die verwendete Gesteinskörnung. Aufgrund der spröden Eigenschaften und des starren, nicht elastischen Schichtaufbaus ist es nicht möglich lokale Spannungsspitzen abzutransportieren. Dies erklärt warum die Gesteinskörnung kontinuierlich „zermahlen“ wurde bis die Oberflächenrauheit relativ gering war und die auftretenden Spannungen über eine größere Fläche abgetragen werden konnten. Anschließend konnte kein weiterer Verschleiß festgestellt werden und das Beschichtungssystem wurde nicht weiter bzw. vollständig abgetragen.

Die untersuchten OS 8-Systeme verfügen über eine geringere Oberflächenrauheit und gewähren somit eine größere Auflagefläche. Bei diesen Systemen konnte daher kein Verschleiß festgestellt werden.

3.5 Arbeitspaket 5

Arbeitspaket 5 beinhaltet die Erstellung dieses Berichtes sowie Empfehlungen bzgl. der Weiterverarbeitung der Ergebnisse, die in diesem Forschungsvorhaben erzielt wurden. Es hat sich gezeigt, dass der Regelwerkentwurf aus dem Forschungsvorhaben "Nachweis der Verschleißbeständigkeit von Parkhausbeschichtungssystemen unter realitätsnahen Prüfbedingungen" (SF-10.08.18.7-11.26) bezüglich der Auswertung weiter optimiert werden konnte. Die unterschiedlichen Reifen erzeugten nur minimale unterschiedliche Temperaturverläufe. Dies lässt den Rückschluss zu, dass die Reifenmischung einen höheren Einfluss hat als die Radaufstandsfläche, welche zusätzlich durch Profil und nicht nur durch die Reifengröße beeinflusst wird. Daher wird empfohlen die Reifentemperatur eines neuen Modells zu überprüfen, sodass sie beim beschichteten Probekörper 50 °C nicht übersteigt.

4 Ergebnisverwertung

Die Zwischenergebnisse wurden bei nachfolgend genannten Veranstaltungen präsentiert:

4th International Conference on Durability of Building Materials and Components in Ghent (29.-31. Mai 2017) [10]

5. DAfStb-Jahrestagung und 58. Forschungskolloquium an der TU Kaiserslautern (20.-21. September 2017) [11]

8. Kolloquium Parkbauten in Ostfildern/Stuttgart (23.-24. Januar 2018) [12]

Zusätzlich fand eine Ergebnispräsentation bei den 8. Projekttagen am 6. März 2018 in Bonn statt.

Weiterhin werden die Ergebnisse aus diesem Forschungsvorhaben bei der Veranstaltung 6. Kolloquium Erhaltung von Bauwerken in Ostfildern/Stuttgart am 22. und 23. Januar 2019 präsentiert. Darüber hinaus werden die Ergebnisse in das durch den Projektträger Jülich - Forschungszentrum Jülich GmbH begleitete Forschungsvorhaben „Entwicklung eines Prüfverfahrens zur Bestimmung der Verschleißbeständigkeit von befahrenen Oberflächenschutzsystemen mit Hilfe des Parking Abrasion Test (PAT-Verfahren)“ im Rahmen eines WIPANO (Wissens- und Technologietransfer durch Patente und Normen – eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)) mit einfließen.

Literaturverzeichnis

- [1] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb): Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (einschließlich 2. Berichtigung vom Dezember 2005), Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2001
- [2] DIN V 18026:2006-06 Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2:2005-01
- [3] Breit, W., Ladner, E.-M., Krams, J.: Nachweis der Verschleißbeständigkeit von Parkhausbeschichtungssystemen unter realitätsnahen Prüfbedingungen, Forschungsinitiative Zukunft Bau. Bd. 2954, Abschlussbericht, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2015
- [4] Ladner, E.-M.; Krams, J.; Breit, W.; Schulze, J.: Bestimmung des Verschleißes an Oberflächenschutzsystemen von Parkbauten - In: 3. Kolloquium Erhaltung von Bauwerken vom 22.-23. Januar 2013 in Esslingen, S. 177-183, Technische Akademie Esslingen, Esslingen, 2013
- [5] Ladner, E.-M.; Breit, W.; Krams, J.: Realitätsnahe Verschleißprüfverfahren für Beschichtungssysteme, Bautechnik 91 (2014), Heft 10, S. 711-719
- [6] DIN EN 13892-4:2003-02 Prüfverfahren für Estrichmörtel und Estrichmassen – Teil 4: Bestimmung des Verschleißwiderstands nach BCA
- [7] Eisenberger, J.: Trendforschung im Reifen-Markt, Präsentation, 2016.
- [8] Mueller, N.: Reifenersatzgeschäft Deutschland BRV-Marktdaten, Präsentation, 2016
- [9] Sitzenstuhl, P.: Einfluss unterschiedlicher Pkw-Reifen auf das Temperatur- und Verschleißverhalten beim Parking Abrasion Test, Bachelorarbeit an der Technischen Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern, 2018
- [10] Ladner, E.-M.; Breit, W.: Determination of wear and material properties of surface protection systems for car parks, XIV DBMC 14th International Conference on Durability of Building Materials and Components, 28.-31.05.2017, Ghent, S. 267-268
- [11] Ladner, E.-M.; Breit, W.: Oberflächenschutzsysteme im praxisnahen Verschleißtest - Bestimmung von Materialparameter unter verschiedenen Randbedingungen und deren Einfluss auf das Verschleißverhalten von Oberflächenschutzsystemen, Beiträge zur 5. DAfStb-Jahrestagung mit 58. Forschungskolloquium Forschungskolloquium Band 1 20./21. September 2017 Technische Universität Kaiserslautern, 20.09.2017, Kaiserslautern, S. 13-21
- [12] Ladner, E.-M.; Breit, W.; Pusel, T.; Kühner, S.: Prüfung der Verschleißbeständigkeit an befahrenen Oberflächenschutzsystemen, 8. Kolloquium Parkbauten, Technische Akademie Esslingen, 23.-24.01.2018, Ostfildern, S. 237-244

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: BCA-Verfahren – Kopplung an PAT-Prüfstand	10
Abbildung 2: PAT-Prüfstand.....	21
Abbildung 3: Umfrage ADAC zum Thema „Reifenbesitz für das aktuell genutzte Auto“ [7]	29
Abbildung 4: Umfrage BRV zum Thema „Dimensionsstatistik PKW-Sommerreifen (neu) Rangfolge 2016“ [8].....	30
Abbildung 5: Umfrage BRV zum Thema „Dimensionsstatistik PKW-Winterreifen (neu) Rangfolge 2016“ [8]	31
Abbildung 6: Schematische Anordnung der Temperatursensoren.....	32
Abbildung 7: Anordnung der Temperatursensoren auf der Unterseite der Stahlplatte	32
Abbildung 8: Temperaturen in Abhängigkeit von der Reifengröße auf der Stahlplatte	33
Abbildung 9: Temperaturen in Abhängigkeit von der Reifenart auf der Stahlplatte	33
Abbildung 10: Temperaturen in Abhängigkeit von der Reifengröße auf dem OS 11a-System.....	34
Abbildung 11: Temperaturen in Abhängigkeit von der Reifenart auf dem OS 11a-System	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Geprüfte Probekörper	11
Tabelle 2: BCA-Versuchsergebnisse PK1	12
Tabelle 3: BCA-Versuchsergebnisse PK2	13
Tabelle 4: BCA-Versuchsergebnisse PK3	14
Tabelle 5: BCA-Versuchsergebnisse PK4	15
Tabelle 6: BCA-Versuchsergebnisse PK5	16
Tabelle 7: BCA-Versuchsergebnisse PK6	18
Tabelle 8: BCA-Versuchsergebnisse PK7	19
Tabelle 9: PAT-Versuchsergebnisse PK1	22
Tabelle 10: PAT-Versuchsergebnisse PK2	23
Tabelle 11: PAT-Versuchsergebnisse PK3	24
Tabelle 12: PAT-Versuchsergebnisse PK4	25
Tabelle 13: PAT-Versuchsergebnisse PK5	26
Tabelle 14: PAT-Versuchsergebnisse PK6	27
Tabelle 15: PAT-Versuchsergebnisse PK7	28
Tabelle 16 Reifenauswahl für Untersuchungen	31
Tabelle 17: Minimal-/Maximaltemperaturen und Radaufstandsflächen	35