

TEXTE

76/2023

Abschlussbericht

Pkw-Reifen – Marktübersicht und Kontrollmessung einer Stichprobe mit Fokus auf das Rollgeräusch

von:

Lars Netsch

TÜV SÜD Product Service GmbH, Garching

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 76/2023

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und
Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3720 54101 0
FB001125

Abschlussbericht

Pkw-Reifen – Marktübersicht und Kontrollmessung einer Stichprobe mit Fokus auf das Rollgeräusch

von

Lars Netsch

TÜV SÜD Product Service GmbH, Garching

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 [umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

 [umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

TÜV SÜD Product Service GmbH
Ridlerstrasse 65
80339 München

Abschlussdatum:

Februar 2023

Redaktion:

Fachgebiet I 2.3 Lärminderung im Verkehr
Dr. Lars Schade

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Juni 2023

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Pkw-Reifen – Marktübersicht und Kontrollmessung einer Stichprobe mit Fokus auf das Rollgeräusch

Der Straßenverkehr ist die wichtigste Lärmquelle in Deutschland. Während bei niedrigen Geschwindigkeiten und beim Beschleunigen in der Regel das Antriebsgeräusch die dominante Lärmquelle ist, dominiert das Reifen-Fahrbahn-Geräusch bei Pkw in gleichmäßig fließendem Verkehr bereits ab Geschwindigkeiten oberhalb von ca. 30 km/h die Schallemissionen des Fahrzeugs. Es sollten dazu folgende drei Fragestellungen beantwortet werden:

Frage 1: Bilden die aktuellen Grenzwerte für das Rollgeräusch von Pkw-Reifen den Stand der Technik ab?

Frage 2: Beeinflusst das EU-Reifenlabel die Kaufentscheidung der Verbraucherinnen und Verbraucher in gewünschter Weise?

Frage 3: Welche zusätzlichen Instrumente könnten dem Lärmschutz am Reifenmarkt mehr Geltung verschaffen?

Zur Beantwortung dieser drei Fragestellungen wurde eine Kombination folgender drei Ansätze verwendet:

- ▶ Messung des Reifen-Abrollgeräusches für eine repräsentative Stichprobe von Reifensätzen,
- ▶ Umfrage zur Entscheidungsfindung beim Reifenkauf, und
- ▶ Analyse verfügbarer Daten zum Fahrzeug- und Reifenmarkt, zum EU-Reifenlabel und aus Literaturrecherchen.

Die Untersuchungen offenbaren ein geringes Potenzial für Grenzwertsenkungen und belegen, dass der Einfluss des EU-Reifenlabels auf die Entscheidung beim Reifenkauf im Sinne des Lärmschutzes vernachlässigbar ist. Die große Messunsicherheit bei der Geräuscheinstufung wird als Hindernis für besseren Lärmschutz benannt, ein Problem, das aktuell in den Gremien der UNECE und der ISO intensiv diskutiert und bearbeitet wird. Ein weiteres Hindernis für besseren Lärmschutz ist die Praxis der Familienbildung im Zulassungsprozess.

Abstract: Passenger car tyres - market overview and control measurement of a sample with focus on rolling noise

Road traffic is the most important source of noise in Germany. While at low speeds and when accelerating, drivetrain noise is usually the dominant source of noise, the tyre-road noise dominates the noise emissions of passenger cars in evenly flowing traffic at speeds of approx. 30 km/h and above. The following three questions were addressed:

Question 1: Do the current limit values for the rolling noise of passenger car tyres reflect the state of the art?

Question 2: Does the EU tyre label influence consumers' purchasing decisions in the desired way?

Question 3: What additional instruments could strengthen the importance of noise protection in the tyre market?

To answer these three questions, a combination of the following three approaches was used:

- ▶ Measurement of tyre rolling noise for a representative sample of tyre sets,
- ▶ Survey on decision-making when buying tyres, and

- Analysis of available data on the vehicle and tyre market, the EU tyre label and literature reviews.

The studies reveal a low potential for limit value reductions and prove that the influence of the EU tyre label on the decision to purchase tires in terms of noise protection is negligible. The large measurement uncertainty in noise classification is identified as an obstacle to better noise protection, a problem that is currently being intensively discussed and worked on in the UNECE and ISO committees. Another obstacle to better noise protection is the practice of family formation in the approval process.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	9
Tabellenverzeichnis	10
Abkürzungsverzeichnis.....	11
Zusammenfassung.....	12
Summary	22
1 Bilden die aktuellen Grenzwerte für das Rollgeräusch von Pkw-Reifen nach EU-Verordnung 661/2009/EG bzw. Nachfolgeverordnung den Stand der Technik ab?.....	32
1.1 Messtechnische Untersuchung von 60 Reifentypen	32
1.1.1 Auswahl des zu untersuchenden Reifenkollektivs als repräsentative Stichprobe	32
1.1.1.1 Auswahl an Hand von Amtlichen Statistiken.....	32
1.1.1.2 Auswahl an Hand von Mobilitätstrends	44
1.1.1.3 Auswahl an Hand von Daten des Reifenhandels	49
1.1.1.4 Auswahl an Hand von veröffentlichten Reifentests zur Verbraucherinformation.....	51
1.1.1.5 Statistische Bewertung der Reifendimensionen in den Auswahlkriterien	56
1.1.1.6 Zusammenfassung aller Auswahlkriterien.....	59
1.1.2 Prüfungen der Reifenabrollgeräusche.....	61
1.1.2.1 Übersicht der Prüfergebnisse	61
1.1.2.2 Zusammenfassung und Auswertung der Prüfergebnisse	64
1.1.3 Abschätzung der Bandbreite durch Verbraucherentscheidung	67
1.1.4 Betrachtung der Unsicherheiten des Prüfverfahrens.....	67
1.2 Untersuchung der Aspekte zum Alter und Verschleiß der Reifen	67
1.2.1 Einfluss von Alter und Verschleiß von Reifen auf die Rollgeräusche im Markt.....	67
1.2.2 Auswahl des Teilkollektivs für zusätzliche Prüfungen	68
1.2.3 Parameter künstliche Alterung.....	69
1.2.3.1 Materialalterung.....	69
1.2.3.2 Profiltiefe	71
1.2.4 Versuchsmethodik und -Planung für das Teilkollektiv.....	74
1.2.5 Prüfungen der Reifenabrollgeräusche des gealterten Teilkollektivs.....	75
1.2.6 Ergebnisse der Untersuchung.....	76
1.3 Untersuchung der Aspekte zur Geräusche-Familienbildung	77
1.3.1 Technische Interpretationen zur Auswahl der repräsentativen Prüfmuster.....	77
1.3.2 Statistische Auswertung von EU-Geräuschlabeleinstufungen.....	78

1.3.3	Messtechnische Erfassung der Abrollgeräuschwerte und Vergleich für ein Teilkollektiv	79
1.3.4	Ergebnisse der Untersuchung.....	81
1.4	Zusammenfassende Antwort auf die erste Frage.....	81
2	Beeinflusst das EU-Reifenlabel die Kaufentscheidung der Verbraucherinnen und Verbraucher in gewünschter Weise?	83
2.1	Konzept einer Umfrage zur Analyse der Entscheidungsfindung beim Reifenkauf	83
2.2	Umfrageergebnisse	83
2.3	Zusammenfassende Antwort auf die zweite Frage	85
3	Welche zusätzlichen Instrumente könnten dem Lärmschutz am Reifenmarkt mehr Geltung verschaffen?	87
3.1	Strategische Analyse der Ausgangslage.....	87
3.1.1	Eignung der aktuellen Prüfmethode und Grenzwerte	87
3.1.2	Aktivitäten bei internationalen Normungsorganisationen und Regulierungsorganen	87
3.1.3	Internationale, innovative Modelle zu Geräusch-Monitoring und -Reduzierung	87
3.1.4	Zielkonflikte bei Reifen- und Fahrzeugherstellern.....	89
3.1.5	Wechselwirkung des Reifenprofils mit der Fahrbahnoberfläche und Einfluss auf das Abrollgeräusch, lärm mindernde Fahrbahnbeläge	90
3.2	Konzepte und Instrumente zur wirksamen Reduzierung der Abrollgeräusche.....	90
3.2.1	Potenzial zur Reduzierung der Abrollgeräusch-Grenzwerte	90
3.2.2	Überarbeitung und Verbesserung der Prüfmethode-das Forschungsprogramm "CEDR, STEER"	90
3.2.3	Realisierung lärm mindernder Fahrbahnoberflächen in Europa.....	91
3.3	Vorschläge für Maßnahmen der zukünftigen Lärmschutzpolitik.....	92
3.3.1	Reduzierung der Abrollgeräusch-Grenzwerte und Berücksichtigung der Alterung	92
3.3.2	Verbesserung der Reproduzierbarkeit der Messmethode und Reduzierung der Unsicherheit.....	93
3.3.3	Änderung des Typgenehmigungsverfahrens und des Reifenlabelings bezüglich der Familienbildung und der Ermittlung der Kennwerte; Marktüberwachung	93
3.3.4	Steuerung des Baus und Einsatzes von lärm mindernden Fahrbahnen	94
3.3.5	Steuerung der Reifenindustrie und der Märkte	94
3.4	Zusammenfassende Bewertung der Vorschläge.....	94
4	Quellenverzeichnis	97
A	Anhang	101
A.1	Analyse der Familienbildung beim Reifenlabeling.....	101
A.1.1	Zum Anhang A gehörig.....	106

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Häufigkeit von Reifendimensionen in der Erstausrüstung.....	37
Abbildung 2:	Häufigkeit von Reifendimensionen in der Erstausrüstung bei Trends	48
Abbildung 3:	Reifendimensionen in ADAC-Tests von Sommerreifen	51
Abbildung 4:	Reifendimensionen in ADAC-Tests von Winter- und Ganzjahresreifen	52
Abbildung 5:	Reifendimensionen in weiteren Tests von Sommerreifen	53
Abbildung 6:	Reifendimensionen in weiteren Tests von Winter- und Ganzjahresreifen	54
Abbildung 7:	Reifenhersteller in Tests.....	56
Abbildung 8:	Abrollgeräuschmessung auf der Teststrecke	61
Abbildung 9:	Ergebnisse der Abrollgeräuschmessung (1)	64
Abbildung 10:	Ergebnisse der Abrollgeräuschmessung (2)	65
Abbildung 11:	Ergebnisse der Abrollgeräuschmessung (3)	65
Abbildung 12:	Ergebnisse der Abrollgeräuschmessung (4)	66
Abbildung 13:	Ergebnisse der Abrollgeräuschmessung (5)	66
Abbildung 14:	Methode zur künstlichen Alterung.....	70
Abbildung 15:	Härteprüfer.....	70
Abbildung 16:	Neureifen.....	72
Abbildung 17:	Neureifen, abgeraut auf 6 mm	72
Abbildung 18:	Gebrauchtreifen	73
Abbildung 19:	Neureifen, abgeraut auf 4 mm	73
Abbildung 20:	Neureifen, abgeraut auf 2 mm	74
Abbildung 21:	Ergebnis der Messungen mit gealterten Reifen (50 km/h)	76
Abbildung 22:	Ergebnis der Messungen mit gealterten Reifen (80 km/h)	76
Abbildung 23:	Die wichtigsten Entscheidungshilfen beim Reifenkauf	83
Abbildung 24:	Die wichtigsten Eigenschaften der Reifen beim Kauf.....	84
Abbildung 25:	Lärminformationssystem in Südkorea.....	88
Abbildung 26:	Reifen-Effizienzkennzeichnung mit Geräuschlabel in Südkorea	88
Abbildung 27:	Messung der Geräuschquellen am Fahrzeug im fließenden Verkehr in Japan	89

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bestandsstärkste Pkw-Typen in Deutschland.....	32
Tabelle 2:	Bestandsbarometer nach ausgewählten Segmenten	33
Tabelle 3:	Originalausrüstung (OE) – Bereifungsoptionen.....	34
Tabelle 4:	Rangliste von Pkw-Neuzulassungen	38
Tabelle 5:	Bereifungen von SUV und Geländewagen	40
Tabelle 6:	Bereifungsoptionen von Modellen mit hohen Zulassungszahlen	41
Tabelle 7:	Besonderheit Mischbereifung	42
Tabelle 8:	Optionale Mischbereifung	42
Tabelle 9:	Optionen mit einer in Mischbereifung	42
Tabelle 10:	Bereifungsoptionen für Elektrofahrzeuge	43
Tabelle 11:	Bereifungsoptionen der ID-Reihe von Volkswagen.....	44
Tabelle 12:	Bereifungsoptionen für Fahrzeuge im Car-Sharing	46
Tabelle 13:	Bandbreite Tall-and-Narrow-Index bei Elektrofahrzeugen	58
Tabelle 14:	Prüfergebnisse der Abrollgeräuschmessungen.....	61
Tabelle 15:	Versuchsplan zur Untersuchung des Profiltiefen- und Alterungseinflusses.....	75
Tabelle 16:	Ergebnisse der Messungen zum Profiltiefen- und Alterungseinflusses.....	75
Tabelle 17:	Ergebnisse der Messungen zur Familienbildung	79
Tabelle 18:	Statistische Analyse der Messungen zur Familienbildung	80
Tabelle 19:	Antworten auf generelle Fragen zum Reifenlabel und zum Reifenkauf.....	85
Tabelle 20:	Bewertung der vorgeschlagenen Maßnahmen zur Minderung von Reifenlärm	96

Abkürzungsverzeichnis

ACE	Automobilclub Europa
ACEA	European Automobile Manufacturers' Association
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
CoC	Certificate of Conformity – Übereinstimmungsbescheinigung
CEDR	Conference of European Directors of Roads
DVR	Deutscher Verkehrssicherheitsrat
EPREL	Europäische Produktdatenbank für die Energieverbrauchskennzeichnung
ETRTO	European Tyre and Rim Technical Organisation
ETRMA	European Tire & Rubber Manufacturers Association
GTÜ	Gesellschaft für technische Überwachung
HL	High Load
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
LI	Load Index – Lastindex (Tragfähigkeit)
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration (USA)
NQB	Nennquerschnittsbreite
OE	Original Equipment – Erstausrüstung
OEM	Original Equipment Manufacturer
OICA	Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles
SDP	Schalldruckpegel
RDW	Niederländische Kraftfahrzeug-Behörde
SI	Speed Index – Geschwindigkeitsindex
SNCH	Societe Nationale de Certification et d'Homologation (Luxemburg)
STEER	Strengthening the Effect of quieter tyres on European Roads
TREAD	Transportation Recall Enhancement, Accountability and Documentation
TNI	Tall and Narrow Index
UBA	Umweltbundesamt
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
VCA	Vehicle Certification Agency (UK)
VTI	Statens väg- och transportforskningsinstitut

Zusammenfassung

Hintergrund und Problemstellung

Der Straßenverkehr ist die wichtigste Lärmquelle in Deutschland. Während bei niedrigen Geschwindigkeiten und beim Beschleunigen in der Regel das Antriebsgeräusch die dominante Lärmquelle ist, dominiert das Reifen-Fahrbahn-Geräusch bei Pkw in gleichmäßig fließendem Verkehr bereits ab Geschwindigkeiten oberhalb von ca. 30 km/h die Schallemissionen des Fahrzeugs. Das Reifen-Fahrbahn-Geräusch entsteht dabei im Zusammenspiel von Reifen und Fahrbahndeckschicht in deren Kontaktfläche. Die öffentliche Hand kann als Bauherr und Eigentümer nahezu aller Straßen bei der Wahl der Fahrbahndeckschicht die Aspekte des Lärmschutzes berücksichtigen. Pkw-Reifen sind dagegen ein Verschleißartikel des motorisierten Individualverkehrs und unterliegen den Kräften des freien Marktes, wo die Reifenhersteller die Angebotsseite bestimmen und die Verbraucherinnen und Verbraucher die Nachfrageseite. Die öffentliche Hand kann die Lärmaspekte der Pkw-Reifen hier nur mittelbar beeinflussen, z. B. auf der Angebotsseite über die EU-weit harmonisierten Zulassungsvorschriften und auf der Nachfrageseite über Verbraucherinformationen mittels des EU-Reifenlabels.

Zielsetzung und Gegenstand des Forschungsprojekts

Im Forschungsprojekt sollte untersucht werden, ob die von der öffentlichen Hand gewählten Instrumente zur Beeinflussung des Pkw-Reifenmarktes dahingehend effektiv sind, den Aspekten des Lärmschutzes angemessen Geltung zu verschaffen. Konkret sollten folgende drei Fragestellungen beantwortet werden:

Frage 1: Bilden die aktuellen Grenzwerte für das Rollgeräusch von Pkw-Reifen nach EU-Verordnung 661/2009/EG bzw. Nachfolgeverordnung den Stand der Technik ab?

Diese Frage kann bejaht werden, wenn das Gros der Reifen nah am Grenzwert liegt und keine substantiellen Unterschreitungen zu beobachten sind. Unterschreitet jedoch ein signifikanter Anteil der Reifen den Grenzwert deutlich, so muss davon ausgegangen werden, dass der Grenzwert zu hoch gewählt und weitgehend wirkungslos ist. Diese Fragestellung kann nur statistisch für das Reifenkollektiv der deutschen Pkw-Flotte beantwortet werden.

Zwei technische Aspekte sollten im Rahmen dieser Fragestellung mit untersucht werden:

Der erste Aspekt betrifft die Alterung von Reifen. Die Einhaltung des Grenzwerts wird im Rahmen der Typgenehmigung mit Neureifen überprüft. Daher stellt sich die Frage, wie sich das Geräuschverhalten des Reifens über seine Lebensdauer ändert, insbesondere durch die sinkende Profiltiefe und steigende Profilgummihärte. Ist das Geräuschverhalten des Neureifens repräsentativ für ein über seine Lebensdauer gemitteltes Geräuschverhalten?

Der zweite Aspekt betrifft die Familienbildung. Bei der Typgenehmigung wird ein für eine Familie von Reifen repräsentativer Reifen geprüft, und das Ergebnis gilt dann für die gesamte Familie. Dabei ist sicherzustellen, dass alle Mitglieder der Familie dem repräsentativen Reifen bezüglich des Rollgeräusches mindestens gleichwertig sind. Diese Forderung nach Gleichwertigkeit ist nicht explizit formuliert, sondern ergibt sich aus den CoP-Regelungen (Konformität der Produktion) und wird auch nur im Rahmen dieser geprüft. Das Reifenlabel nach EU-Reifenkennzeichnungsverordnung 1222/2009/EG bzw. Nachfolgeverordnung sieht keine Familienbildung vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Hersteller auch hier mit Reifenfamilien arbeiten. Es stellen sich die Fragen, wie die Familienbildung von den Reifenherstellern praktiziert wird und welche Auswirkung sie hat, insbesondere auf die Aussagekraft des EU-Reifenlabels.

Frage 2: Beeinflusst das EU-Reifenlabel die Kaufentscheidung der Verbraucherinnen und Verbraucher in gewünschter Weise?

Hierbei sollte der Aspekt des Lärmschutzes isoliert betrachtet werden, es ging also speziell um die Frage, ob bzw. wie stark die Geräuschangabe auf dem EU-Reifenlabel bei der Kaufentscheidung berücksichtigt wird.

Frage 3: Welche zusätzlichen Instrumente könnten dem Lärmschutz am Reifenmarkt mehr Geltung verschaffen?

Diese Fragestellung sollte – aufbauend auf den Erkenntnissen der ersten beiden Fragestellungen – Hinweise und konkrete Vorschläge für eine Optimierung des bestehenden Instrumentariums der Lärmschutzpolitik in Bezug auf Pkw-Reifen geben und Ideen für zusätzliche neue Instrumente liefern.

Zur Beantwortung dieser drei Fragestellungen sollte eine Kombination folgender drei Ansätze verwendet werden:

- Messung des Reifen-Geräusches nach UNECE-Regelung Nr. 117
- Umfrage zur Entscheidungsfindung beim Reifenkauf
- Analyse verfügbarer Daten zum Fahrzeug- und Reifenmarkt und zum EU-Reifenlabel.

Vorgehensweise und angewandte Methoden

Zur Beantwortung der ersten Frage, ob die aktuellen Grenzwerte für das Rollgeräusch von Pkw-Reifen den Stand der Technik abbilden, bildete die messtechnische Untersuchung von 60 Reifentypen den methodischen Kern; von zentraler Bedeutung war dabei die Auswahl des zu untersuchenden Reifenkollektivs. Dazu wurde eine für den Reifen- und Fahrzeugmarkt repräsentative Stichprobe von Reifenspezifikationen für die Messungen der Reifenabrollgeräusche ermittelt, und zwar unter Berücksichtigung von Trends und Tendenzen im Pkw- und Reifenmarkt. Auswahlkriterien dabei waren der Status quo nach aktuellem Fahrzeugbestand einschließlich Reifentests zur Verbraucherinformation und Verkaufszahlen im deutschen Reifenhandel, Trends, die sich derzeit im Markt abzeichnen (Fahrzeuge und Reifen), sowie Zukunftstrends im Mobilitätsbereich. Der derzeitige Fahrzeugbestand wurde aus veröffentlichten, amtlichen Statistiken zu Fahrzeugzulassungen und Bestand an Kraftfahrzeugen ermittelt, die Prognose zukünftiger Fahrzeugbestände erfolgte auf Basis der Statistiken für Neuzulassungen von Personenkraftwagen nach Marken und Modellreihen und durch Ermittlung von Trends im Mobilitätsbereich, die sich derzeit im Markt abzeichnen, insbesondere das Car Sharing und die Elektrifizierung der Pkw. Die Auswahl orientierte sich ebenfalls an Statistiken und Zeitreihen für Reifen nach Dimensionen und Herstellern bzw. Handelsmarken, verwendet bei Verbraucherinformationstests in Deutschland. Eine weitere wichtige Informationsquelle waren Statistiken zu Verkaufszahlen im deutschen Reifenmarkt mit Daten aus dem Reifengroßhandel zu aktuellen Bevorratungs- bzw. Verkaufszahlen und den jeweiligen Trends bezüglich Reifengrößen und der Verwendungsarten (Sommer-, Winter- und Ganzjahresreifen). Die Reifenmarken der Hersteller im Handel sind sehr vielfältig und das Angebot variiert mit schnellem Wechsel. Verkaufszahlen hängen neben Faktoren wie Preis und Qualität (Testergebnisse und / oder Werkstattempfehlungen) von den Vertriebsaktivitäten der Großhändler und deren individuellen Angeboten (wie auch sog. Eigenmarken), u. a. auf Internetplattformen ab.

Es wurde deshalb eine Clusterung von Herstellern und Marken nach Preis- und Qualitätsklassen vorgenommen.

Die Prüfungen der Reifenabrollgeräusche für alle Reifen des Testkollektivs wurden auf handelsüblichen Pkw und nach dem in der UNECE-Regelung Nr. 117 beschriebenen Messverfahren auf einer zur einschlägigen ISO-Norm konformen Fahrbahn durchgeführt. Erste Priorität der Fahrzeugauswahl war die Ausstattung mit der jeweiligen Reifenspezifikation wie im Markt,

zweite Priorität war die Reduzierung der Fahrzeugvarianten auf ein Minimum, um den Einfluss des Fahrzeugs auf die Varianz der Messergebnisse zu reduzieren. Die Reifen wurden dazu auf für das jeweilige Fahrzeug und den Reifen geeigneten, handelsüblichen Rädern montiert; wenn erforderlich, insbesondere im Fall von Elektrofahrzeugen ohne verfügbare Räder im Handel, wurden die für die Erstausrüstung der Fahrzeuge verwendeten Original-Räder beschafft. Alle Reifensätze wurden vor der Prüfung über einer Strecke von 100 km auf öffentlichen Straßen und unter mäßiger Belastung eingefahren.

Die Messdaten wurden entsprechend den Vorgaben nach UNECE-Regelung Nr. 117 ausgewertet. Die Interpretation der Ergebnisse erfolgte unter Berücksichtigung der Varianzen des Prüfverfahrens nach aktuellen Erkenntnissen und Erfahrungen zur Anwendung im Feld.

Die relevante akustische Bandbreite der Verbraucherkaufentscheidung zwecks eines bewussten Beitrags zur Reduzierung der Abrollgeräusche wurde an Hand der Ergebnisse aus den Messungen abgeschätzt.

Zur Beantwortung der zweiten Frage, ob das EU-Reifenlabel die Kaufentscheidung der Verbraucherinnen und Verbraucher in gewünschter Weise beeinflusst, wurde eine Umfrage zur Analyse der Entscheidungsfindung beim Reifenkauf mit Fokus auf das Lärmschutz-relevante Reifenabrollgeräusch außerhalb des Fahrzeuges ausgearbeitet. Die Befragung wurde als anonymisierte Online-Umfrage konzipiert und zusammen mit einer Pressemeldung und einer Mailingkampagne in Kombination mit Veröffentlichung in sozialen Netzwerken realisiert. Dazu wurde zeitlich der Übergang vom Reifenlabel der ersten Generation zur Implementierung des neuen Reifenlabels mit Inkrafttreten der neuen EU-Reifenkennzeichnungsverordnung 2020/740/EU im Mai 2021 gewählt, um die entsprechende Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit zu dieser Thematik auszunutzen.

Zur Beantwortung der dritten Frage, welche zusätzlichen Instrumente dem Lärmschutz am Reifenmarkt mehr Geltung verschaffen könnten, wurde untersucht, wie die bestehende Lärmschutzpolitik und das aktuelle Instrumentarium mit Bezug auf Pkw-Reifen optimiert werden können. Zunächst wurde die Ausgangslage strategisch analysiert, um darauf aufbauend Optimierungsideen zu skizzieren, deren Wirkungsweise zu erläutern und eine Abschätzung der Kosten, des Nutzens und der Umsetzbarkeit abzuleiten.

Zur strategischen Betrachtung von Möglichkeiten zur Optimierung der bestehenden Lärmschutzpolitik wurden Recherchen zu folgenden Aspekten durchgeführt: Forschungs- und Entwicklungsprogramme in Europa, Aktivitäten bei internationalen Normungsorganisationen und Regulierungsorganen einschließlich veröffentlichter Berichte und Entwürfe zu weiterentwickelter Normung und Gesetzgebung, bereits implementierte Instrumente oder laufende bzw. geplante Aktivitäten in- und außerhalb Europas zur Reduzierung der Reifenabrollgeräusche. In diesem Zusammenhang wurden auch detailliert der Aspekt der bekannten Wechselwirkung des Reifenprofils mit der Fahrbahnoberfläche und deren signifikanter Einfluss auf das Abrollgeräusch erörtert und aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse und Projektergebnisse zur Realisierung lärmindernder Fahrbahnbeläge herangezogen.

Bestehende Zielkonflikte bei Reifen- und Fahrzeugherstellern bezüglich niedrigem Abrollgeräusch und Fahrsicherheit (insbesondere auf nassen Fahrbahnen), sowie Energieeffizienz und auch Haltbarkeit/Verschleiß wurden in die Betrachtungen einbezogen, indem für Fahrzeug- und Reifenhersteller und die Europäische Kommission angefertigte und veröffentlichte Studien zur Leistungsfähigkeit von Reifen und Studien zur Feststellung und möglichen Reduzierung der Fahrgeräusche ausgewertet wurden. Hieraus wurde auch das verfügbare Potenzial zur möglichen Verschärfung der Abrollgeräuschgrenzwerte ermittelt.

Im Rahmen der strategischen Betrachtung wurde auch intensiv die Frage der Eignung der aktuellen Prüfmethoden und Grenzwerte erörtert, gestützt durch Recherchen und durch Literaturstudien.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Zur Frage 1: Bilden die aktuellen Grenzwerte für das Rollgeräusch von Pkw-Reifen nach EU-Verordnung 661/2009/EG bzw. Nachfolgeverordnung den Stand der Technik ab?

Das Reifenkollektiv für die Prüfungen der Reifenabrollgeräusche umfasste primär die fünf, für die angewandten Auswahlkriterien übereinstimmenden, repräsentativen Dimensionen mit Handelsmarken aus allen Preis- und Qualitätsklassen und mit globaler Herkunft, sowie Sommer, Winter- und Ganzjahresreifen. Dieses Teilkollektiv repräsentiert knapp über die Hälfte der Gesamtauswahl.

Durch die Berücksichtigung von Markt- und Mobilitätstrends mit den zum Teil von den üblichen Regeln abweichenden Geometrien bei den Rad- und Reifendimensionen und zum Zweck der Untersuchung der Familienbildung ergaben sich dann in der Gesamtauswahl insgesamt 60 Reifensätze, je 4 Reifen in 27 unterschiedlichen Reifengrößen und von 35 verschiedenen Fabrikaten (hier spezifisch die Profiltypen). In dem Kollektiv von 60 Sätzen enthalten sind 5 Fabrikate in 8 Dimensionen mit insgesamt 10 Reifensätzen, die speziell für die Ausstattung von Elektrofahrzeugen vorgesehen sind.

Zur Berücksichtigung der Varianzen des Prüfverfahrens wurden die Gesamt-Messunsicherheiten basierend auf dem Stand von Wissenschaft und Technik herangezogen; dies beinhaltet die Normentwürfe, die derzeit gemeinsam durch die UNECE-Arbeitsgruppe für die Bestimmung der Messunsicherheiten und die Internationale Standardisierungsorganisation ISO entwickelt werden. Seitens ISO wurde bereits eine Ergänzung der einschlägigen Norm für die Abrollgeräuschmessung (ISO 13325) erarbeitet. Die kombinierte Standard-Unsicherheit unter Berücksichtigung aller möglichen Variationen von Prüfstrecke, Umgebung, Tag der Prüfung, Messeinrichtungen, Fahrzeug und Personal beträgt demnach 2,2 dB(A) für Pkw-Reifen. Alleine der Einzel-Beitrag der Variabilität durch die jeweilige Prüfstrecke zur Berechnung der Gesamt-Unsicherheit umfasst dabei eine Bandbreite von 1,8 dB(A).

Das in den einschlägigen Prüfvorschriften zulässige Mess-Unsicherheitsbudget bzw. die zu berücksichtigende Messtoleranz von 1 dB(A), wie es auch für Zwecke der Marktüberwachung und bei Feststellung der Konformität der Produktion („CoP“) verwendet wird, reicht demnach bei weitem nicht aus, um die tatsächliche Variabilität der Prüfergebnisse im Feld der unterschiedlichen Prüfeinrichtungen zu berücksichtigen. Deshalb wurden inzwischen Maßnahmen eingeleitet, um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu verbessern und die große Streubreite zu reduzieren, u. a. die weitere Konkretisierung der Anforderungen an die Oberflächen der für die Prüfungen verwendeten Fahrbahnen.

In den UNECE-Arbeitsgruppen für die Bestimmung der Messunsicherheiten und der Internationalen Standardisierungsorganisation ISO wird weiter an der Harmonisierung der Vorschläge für die Bestimmung und Betrachtung der Unsicherheiten gearbeitet.

Da im Rahmen dieses Projektes immer dieselbe Prüfstrecke und dieselben Messeinrichtungen benutzt wurden und der Einfluss unterschiedlicher Fahrzeuge so weit möglich vermieden wurde, ist für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse innerhalb der durchgeführten Prüfungen im Wesentlichen die sogenannte Tag-zu-Tag-Variabilität als Beitrag zur Gesamt-Unsicherheit einschlägig, in einer Größenordnung von bis zu 0,6 dB(A); die Unterscheidung von Ergebnissen innerhalb der Messreihen bei Abständen oberhalb dieser möglichen Auflösung war somit als „Nachweisgrenze“ anwendbar.

Als Abschätzung für die relevante akustische Bandbreite der Verbraucherkaufentscheidung an Hand der Ergebnisse aus den 60 Messungen wird die Spreizung der in den Prüfungen ermittelten Schalldruckpegel, d. h. Typgenehmigungswerte gem. UNECE-Regelung Nr. 117 bzw. Labelwerte herangezogen: diese liegen insgesamt zwischen 68 und 73 dB(A), die Bandbreite beträgt insgesamt 5 dB(A). Wenn man das Teilkollektiv mit vergleichbaren Reifendimensionen für die Fahrzeugklassen Kompakt- und Mittelklasse betrachtet (hier 44 Reifensätze), dann stehen mit der festgestellten Bandbreite von 68 bis 72 dB(A) noch 4 dB(A) als Entscheidungsspielraum zur Verfügung.

Zur Untersuchung des Einflusses von Alter und Verschleiß auf die Geräuschemissionen wurde ein Versuchsplan erarbeitet, mit dem stufenweise der Einfluss von Profiltiefe und Alterung untersucht werden konnte. Folgende Versuchsreihen wurden dazu durchgeführt:

Zum Einfluss der Profiltiefe: Neureifen, abgeraute Reifen mit Restprofiltiefe von 6 mm, 4 mm und 2 mm, jeweils mit ungealterten Neureifen.

Zum Einfluss von Alter bzw. Profilgummihärte: Neureifen, künstlich um 3 Jahre gealterte und künstlich um 6 Jahre gealterte Reifen, jeweils auf 4 mm Restprofiltiefe abgeraut.

Zur Verifizierung der Methode der künstlichen Alterung stand ein 3 Jahre alter Satz Gebraucht-reifen mit 4 mm Restprofiltiefe zur Verfügung.

Die Messergebnisse zeigen eine signifikante Abhängigkeit der ermittelten Abrollgeräuschpegel von der Profiltiefe. Die Korrelationsanalyse mit statistischem Test zur Bestimmung des Signifikanzniveaus war für den untersuchten Geschwindigkeitsbereich von 50 km/h bis 80 km/h positiv; für das ausgewählte Fabrikat ergibt sich durch die Reduzierung der Profiltiefe eine Zunahme, d. h. Verschlechterung des gemessenen Geräuschpegels von maximal 1,6 dB(A) bei 80 km/h und sogar 1,8 dB(A) bei 50 km/h.

Bezüglich der Alterung bzw. der Profilgummihärte konnte keine signifikante Abhängigkeit festgestellt werden. Die Spreizung der Ergebnisse ohne zusätzlichen Einfluss der Profiltiefe (hier bei festgehaltener Profiltiefe 4 mm) beträgt maximal 0,7 dB(A) bei 50 km/h wie auch bei 80 km/h, d. h. innerhalb der zulässigen Toleranz des Prüfverfahrens von 1 dB(A).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der signifikante Einfluss der Profiltiefe auf die Zunahme des Abrollgeräuschs nachgewiesen werden konnte; die Frage, ob Reifen bei der Typgenehmigung auch im abgefahrenen Zustand zu prüfen sind, ist zu bejahen. Dies gilt auch insbesondere deshalb, weil, wie bei den parallel durchgeführten Literaturrecherchen festgestellt, auf realen Fahrbahnen (mit rauerer Oberflächen) der Einfluss noch deutlich größer sein kann. Ein zusätzlicher Einfluss der Gummialterung über die Toleranzen des Prüfverfahrens hinaus konnte nicht nachgewiesen werden.

Aspekte zur Geräusche-Familienbildung der Hersteller:

Die Typgenehmigungsbehörden erlassen in einigen Fällen Technische Interpretationen oder Regeln zur Auswahl des Prüfmusters. Diese dienen zur Auswahl einer repräsentativen Variante aus unterschiedlichen Spezifikationen innerhalb einer Reifentypen-Definition, die i.d.R. auf einer Betrachtung des ungünstigsten Falls („worst-case selection“) beruht. Diese Regeln basieren im Wesentlichen auf den geometrischen Konstruktionsmerkmalen Nennquerschnittsbreite und Querschnitts-Höhenverhältnis.

Die tatsächlich durch Hersteller angewandte Familienbildung wurde für 50 der ausgewählten Reifenfabrikate des Kollektivs erhoben unter Zuhilfenahme veröffentlichter Informationen der Hersteller bzw. Inverkehrbringer. Berücksichtigt wurden dabei über 1900 individuelle

Einstufungen des Rollgeräuschs nach Verordnung 1222/2009/EG bzw. der neuen Verordnung 2020/740/EU.

Zusätzlich zu den anfangs betrachteten Auswahlkriterien zur Familienbildung wurden weitere Parameter mit einbezogen: Es wurden die Konstruktionsmerkmale Laufflächenbreite (Nennquerschnittsbreite), Verhältnis Querschnittshöhe zu Nennquerschnittsbreite und Raddurchmesser und der Lastindex betrachtet, insbesondere, da fast alle Dimensionen in unterschiedlichen, diesbezüglichen Spezifikationen angeboten werden, d. h. zusätzlich als verstärkte („reinforced“ bzw. XL-) Ausführung(en) mit höheren Lastindizes. Die Abhängigkeit der angegebenen Abrollgeräuschwerte („Labelwerte“) von den ausgewählten Merkmalen je Reifenfabrikat wurde mit einem statistischen Signifikanztest für die einfache lineare Korrelation untersucht. Folgende vier unterschiedlichen Muster für die Einstufung in die Rollgeräuschklassen sind nachweisbar:

1. Familienbildung mit repräsentativem Prüfmuster im Sinne der Typgenehmigung an Hand Auswahl des ungünstigsten Falles, der mit einem Abrollgeräuschwert die gesamte Profildfamilie, d. h. den Reifentyp abdeckt (sog. „worst-case selection“).
2. Familienbildung nach Laufflächenbreite mit Einstufung in zwei oder drei Labelwert-Kategorien; dies für die Hersteller und Fabrikate nicht einheitlich und meist nicht in Anlehnung an die Abstufung der Grenzwerte der Typgenehmigung.
3. Individuelle Abrollgeräusch-Einstufung nach den untersuchten Konstruktionsmerkmalen (nach einzelnen oder allen) und zusätzlich Differenzierung nach Spezifikationen innerhalb derselben Konstruktion, wie Geschwindigkeitsindex, spezielle Erstausrüstungs-Spezifikationen und differenzierte Auslegung hinsichtlich der anderen beiden Kennzeichnungsmerkmale Rollwiderstandsklasse und Nassgriff-Einstufung.
4. Individuelle Einstufung, deren Systematik an Hand der untersuchten Merkmale nicht eindeutig erklärt werden kann. In einigen Fällen wurde beobachtet, dass für denselben Profiltyp und die gleiche Dimension, teilweise sogar für die identische Betriebskennung (nach Dimension, Last- und Geschwindigkeitsindex), Produktspezifikationen mit einer Bandbreite der angegebenen Abrollgeräuschpegel von 3 dB(A), 4 dB(A) oder sogar mehr angeboten werden; in diesen Fällen war keine Familienbildung ableitbar.

Ein Versuchsplan mit Sensitivitätsanalyse für die Einflussfaktoren bezüglich der Abrollgeräusche und der Familienbildung und der Vergleich mit den Labelwerten nach der Methode eines experimentellen Versuchsdesigns wurde mit Reifensätzen desselben Profiltyps in 16 unterschiedlichen Dimensionen durchgeführt. Die Korrelationsanalyse mit Test zur Bestimmung der statistischen Signifikanz hat zu folgenden Ergebnissen geführt: Zwischen den angegebenen Labeleinstufungen und den ermittelten Abrollgeräuschwerten besteht in dieser Teil-Stichprobe ein geringer Zusammenhang, während dieser zwischen den Labeleinstufungen und den Abrollgeräusch-Grenzwerten sehr stark (in diesem Fall deckungsgleich) ist. Demnach erfolgte die Labeleinstufung (und Familienbildung) für diese Stichprobe von Reifen eines identischen Reifentyps (Profils) mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit jeweils nur an Hand des zugeordneten Grenzwertes.

Weiterhin wurde festgestellt, dass die Festlegung der gesetzlichen Grenzwerte und damit auch die Labeleinstufung alleine nach dem Dimensionsmerkmal Querschnittsbreite bei den heute für den Straßenverkehr repräsentativen Reifendimensionen nur bedingt geeignet ist. Neben den lateralen Konstruktionsmerkmalen der Reifen sollten deshalb zur besseren Differenzierung auch die radialen Dimensionierungen und deren Kombinationen (aus Raddurchmesser, Reifen-Außendurchmesser und Querschnitts-Höhenverhältnis) berücksichtigt werden. Die Auswertung bestätigt dahingehend auch die Eignung der o.g. festgelegten bzw. angewandten Regeln der Typgenehmigungsbehörden zur Familienbildung.

Zu Frage 2: Beeinflusst das EU-Reifenlabel die Kaufentscheidung der Verbraucherinnen und Verbraucher in gewünschter Weise?

An der Umfrage zur Analyse der Entscheidungsfindung haben bis August 2022 gut 270 Personen teilgenommen. Die Auswertung der Befragungsergebnisse zeigt, dass das Reifenlabel überwiegend verstanden wird, es insgesamt aber keinen wesentlichen Beitrag zur Kaufentscheidung leistet. Das Abrollgeräusch außerhalb des Fahrzeugs wird von den Befragten als weniger wichtig eingestuft, gegenüber allen anderen relevanten Eigenschaften, insbesondere zur Fahrsicherheit und zum -Komfort, einschließlich Geräuscentwicklung im Fahrzeuginneren. Eine Nutzung der Labelwerte zur bewussten Lärmreduzierung erfolgt praktisch nicht, obwohl die Mehrheit der Befragten angibt, dass die Angaben auf dem Reifenlabel bezüglich der Eigenschaft Abrollgeräusch gut verständlich sind.

Zur Frage 3: Welche zusätzlichen Instrumente könnten dem Lärmschutz am Reifenmarkt mehr Geltung verschaffen?

Die Ausgangslage zur strategischen Betrachtung von Möglichkeiten bildete die Untersuchung der Eignung der aktuellen Prüfmethoden und Grenzwerte. Die Erkenntnisse aus der Forschung und der Entwicklung der Prüfvorschriften bezüglich der Toleranzen der Prüfergebnisse und der daraus resultierenden Unsicherheiten zeigen, dass der Vergleich der Absolutwerte der Geräuschpegel, insbesondere auf verschiedenen Prüfstrecken, nur mit relativ großer Unschärfe möglich ist. Inzwischen wurde dazu seitens der Standardisierungsorganisationen bereits an einer zweiten, umfassenden Revision der Norm für die Prüfstrecken (ISO 10844) gearbeitet; die Implementierung in eine revidierte Fassung der Typgenehmigungsvorschriften ist bereits eingeleitet.

Die Relevanz der Ergebnisse aus Typgenehmigungsprüfungen für den Verkehr auf realen Fahrbahnoberflächen wird generell in Frage gestellt. Hier gibt es in der Literatur rechnerische Abschätzungen, dass die Unterschiede der Abrollgeräuschpegel zwischen den für die Prüfung genutzten „ISO-Fahrbahnen“ und realen (lauteren) Fahrbahnen im Mittel 3 dB(A) betragen.

Aktuelle Vorschläge zur Änderung der Vorschriften bei der UNECE zielen deshalb schwerpunktmäßig darauf ab, die Unschärfe der Prüfmethoden zu reduzieren und damit die Population der Reifen im Markt insgesamt geräuschärmer zu machen.

Für die Europäische Kommission angefertigte Studien zur Reduzierung der Fahrgeräusche diskutieren die Möglichkeit der Verschärfung der Abrollgeräuschgrenzwerte: In den Kosten-Nutzen-Analysen („CBA“) bezüglich einer Verbesserung des Gesundheitsschutzes wurde in den betrachteten Szenarien u. a. die Reduzierung der Abrollgeräuschgrenzwerte bei Reifen um 2 bis zu 4 dB(A) in zwei Stufen angenommen.

Bezüglich einer Verschärfung der Abrollgeräuschgrenzwerte wurde ebenfalls durch die Europäische Kommission angesichts der bestehenden, großen Unschärfen bei der Bestimmung der Messwerte zunächst auf die notwendige Verbesserung der Prüfmethoden verwiesen.

Das in dieser Forschungsarbeit u. a. herangezogene internationale Forschungsprogramm „STEER“ (Strengthening the Effect of quieter tyres on European Roads) der Conference of European Directors of Roads „CEDR“ verfolgt das Hauptziel, eine Grundlage für Entscheidungsträger zu schaffen, die es ihnen ermöglicht, neue Richtlinien und Politiken zu entwickeln, um die Wirkung leiserer Reifen auf Europäischen Straßen zu verbessern. Der in dem Programm angefertigte Bericht zur Reproduzierbarkeit der aktuellen Prüfmethode für das Abrollgeräusch stellt fest, dass der größte Beitrag zur Gesamtunsicherheit der Prüf-Fahrbahn zuzuweisen ist. Als Lösung wird eine Kalibrierung bzw. Normalisierung der Messwerte verschiedener Prüfstrecken mit einem standardisierten Referenzreifen bzw. auf Basis in regelmäßigen Abständen von zwei

Jahren durchzuführender Round-Robin-Tests vorgeschlagen; damit ließe sich der Beitrag zur Unsicherheit halbieren. Als weiterer Lösungsansatz dient hier eine vereinfachte Prüfmethode auf einem Trommelprüfstand, mit der sich eine Reduzierung des Unsicherheits-Beitrags um zwei Drittel erzielen lässt.

Als dritter Vorschlag wird die striktere Anforderung an die Versuchsfahrzeuge hinsichtlich des Fahrwerks und des Unterbodens dargestellt, was jedoch nur eine leichte Verbesserung erzeugt. Viertens wird die Verbesserung der Temperaturkorrektur zur Ermittlung des endgültigen Messergebnisses vorgeschlagen, u. a. basierend auf der Boden- und Umgebungslufttemperatur, was zu einer Reduzierung des Unsicherheitsbeitrages von einem Drittel führen kann.

Als Resultat ergibt sich nach mathematischer Verrechnung der Einzelbeiträge ein Potenzial zur Halbierung der Gesamtunsicherheit

Bezüglich Repräsentativität der ermittelten Abrollgeräuschwerte geräuscharmer Reifen für reale Fahrbahnen stellt der Bericht fest, dass diese gegeben ist, wenn auf Verkehrsstraßen glatte oder mittelraue Fahrbahnbeläge eingesetzt werden und auf Korngrößen größer 14 mm verzichtet wird.

Eine Reduzierung der Grenzwerte für Abrollgeräusch wird bei der Berichterstattung im Rahmen STEER-Projektes nicht explizit vorgeschlagen, stattdessen werden Subventionen für die Reifenhersteller bzw. Vereinbarungen oder Selbstverpflichtung der Industrie zur Herstellung und zum Verkauf- oder Kundenanreize zum Kauf geräuscharmer Reifen empfohlen.

Um die Effektivität des Reifenlabels für die Reduzierung von Verkehrslärm zu erhöhen, wird vorgeschlagen, die Familienbildung bei der Typgenehmigung (wie im Abschnitt zur Geräusche-Familienbildung der Hersteller gezeigt) zu unterbinden und stattdessen alle Varianten einer Familie mit individuellem Wert zu klassifizieren, oder aber zumindest die Bandbreite der Abrollgeräuschwerte innerhalb der Familie zu bestimmen.

Diese Anforderung wird auch durch die Ergebnisse der in diesem Forschungsprojekt durchgeführten Prüfungen bestätigt, wonach die derzeitige Praxis der Familienbildung für die Zwecke des Lärmschutzes nicht geeignet ist.

Der für die strategische Betrachtung ebenfalls wichtige Aspekt des signifikanten Einflusses der Fahrbahnoberfläche auf das Abrollgeräusch wurde erörtert. Nach Studien in wissenschaftlichen Arbeiten besitzen Offenporige Asphalte („OPA“) große Vorteile bezüglich einer Lärmreduzierung. Als Nachteile werden Kornausbrüche beziehungsweise Schädigungen im Korngefüge durch hohe Belastung, sowie Verkürzung der Lebensdauer der Asphaltdeckschichten durch Alterung des verwendeten Bindemittels angeführt. Als Lösungsmöglichkeiten werden Epoxidharz als Bindemittelzusatz bzw. Polyurethan (PU) als alternatives Bindemittel zu Bitumen im Straßenbau untersucht mit dem Ziel, das Asphalt-Mischgut langlebiger und resistenter gegen Alterungs- und Verschleißerscheinungen zu machen. Der Einsatz von Offenporigem PU-Asphalt wird als ein vielversprechendes Konzept identifiziert.

Die Interaktion Fahrbahnbelag-Reifen wird durch die Europäischen Verbände der Reifenhersteller, ETRTO und ETRMA, sowie der Fahrzeughersteller, ACEA, ebenfalls untersucht und in den jüngsten, z.T. gemeinsamen, Positionspapieren zur zukünftigen Regulierung des Verkehrsgeräusches dargestellt; als eine der wirksamen Maßnahmen, speziell im Bereich sog. „Geräusch-Hot-Spots“, wird der Einsatz „leiser“ Fahrbahnoberflächen empfohlen. Darüber hinaus rät man zur technischen Unterdrückung der Schallausbreitung in bewohnten Gebieten.

Das französische „Zentrum für die technische Bewertung des akustischen Umfelds“ (Bruitparif), führt im Rahmen des durch die EU-Kommission mitgefördertes Innovationsprojekts „Cool and Low Noise Asphalt – Project LIFE“, u. a. zur Gestaltung innovativer, geräuscharmer

Straßenbeläge („Low Noise Asphalt“) im städtischen Bereich an drei ausgewählten Pilotstandorten in Frankreich Maßnahmen bezüglich der Lärmquelle Reifen-Fahrbahnkontakt ein. Explizites Ziel ist es, damit die Abrollgeräusche an der Entstehungsstelle im Reifen-Fahrbahn-Kontakt um 3 dB(A) zu reduzieren. Im Rahmen der Umsetzung soll bis zum Jahr 2027 die Wirksamkeit jedes Fahrbahnbelags im Vergleich zu konventionellen Belägen durch permanente Lärmmessstationen direkt an der Fahrbahn bewertet werden.

In die strategische Betrachtung mit einbezogen wurden auch internationale, innovative Modelle zu Geräusch-Monitoring und -Reduzierung über Reglementierung der Fahrgeräusche hinaus; dabei waren zwei wesentliche methodische Ansätze erkennbar: Erstens die gezielte Information von Verbrauchern über ihre Möglichkeit, direkt Einfluss auf die Belastung der Umgebung durch Fahrgeräusche zu nehmen, z. B. durch Einsatz lärmarmer Reifen und zweitens die gezielte, selektive Detektierung von- bzw. Vorhersage zu Geräuschquellen im realen Straßenverkehr, um geeignete Maßnahmen einzuleiten. Insbesondere auch die Vermeidung von Einzelevents mit hohen Schalldruckpegeln wird als erforderliche und wirksame Maßnahme dargestellt.

Im ersten Fall werden z. B. durch Behörden die Abrollgeräuschwerte von Reifentypen aufgelistet und zur Information der Bürger und Bürgerinnen zentral bereitgestellt; als Beispiel soll hier eine Initiative aus Südkorea erwähnt werden; der Anteil des Reifengeräuschs am Verkehrslärm wurde durch das dortige Umweltministerium explizit als relevant eingestuft und die Notwendigkeit von Maßnahmen zur Reduzierung wurde festgestellt. Die Thematik der Reifenabrollgeräusche wurde im Rahmen des nationalen „Lärminformationssystems“ berücksichtigt und, wie u. a. auch die in Echtzeit gemessenen Umwelt-Lärmpegel, online dargestellt. Weiterhin konnten die Informationen zur Klassifizierung der Abrollgeräusche von Reifenfabrikaten, jeweils nach Verifizierung durch die Behörde, auf deren Website abgerufen werden.

Im zweiten Fall wurden am Beispiel eines Versuchs in Japan akustische Kameras im laufenden Verkehr in Verbindung mit Rechen-Vorhersagemodellen eingesetzt, um den Beitrag der einzelnen Komponenten als Geräuschquellen (i. W. Antrieb und Reifen) qualitativ oder/und quantitativ zu erfassen und vorherzusagen. Die Ergebnisse werden eingesetzt, um die Effektivität bereits eingeführter Maßnahmen zur Verschärfung von Abroll- bzw. Fahrgeräuschgrenzwerten in realen Verkehrsszenarien und auf öffentlichen Fahrbahnen zu beurteilen und die Einführung weiterer Schritte zur Geräuschreduzierung zu planen.

Auch die Frage, ob die Rollgeräusch-Typgenehmigung und die Labeleinstufung nur im neuwertigen Zustand des Profils erfolgen soll, wurde in die strategische Betrachtung mit einbezogen.

Erkenntnisse aus Literaturstudien geben Hinweise, dass Reifen durch Alterung (i. W. Aushärtung des Reifenprofils) und Abrieb (Reduzierung der Profiltiefe) auf einigen Fahrbahn-Ausführungen, insbesondere rauen Oberflächen, lauter abrollen als im Neuzustand. Allerdings wurde auch gezeigt, dass diese Effekte auf den genutzten Prüfstrecken für die Typgenehmigung (relativ glatte Oberfläche und feinkörniges Gefüge) nicht signifikant nachweisbar sind; die messtechnische Erfassung des tatsächlichen Alterungs-/Verschleißeinflusses und ggf. die Reglementierung im aktuell bestehenden Typgenehmigungsverfahren ist deshalb möglicherweise sehr eingeschränkt realisierbar. Zusammen mit den in diesem Forschungsprojekt messtechnisch erzielten Ergebnissen aus den Messungen mit „gealterten“ Reifen ist es jedoch angeraten, bei der Typgenehmigung bezüglich der Abrollgeräusche bei gealterten Reifen zumindest die Profiltiefe mit zu berücksichtigen. Es wird deshalb zur tatsächlich wirksamen Reduzierung der Abrollgeräusche im Straßenverkehr eine Prüfung zusätzlich in künstlich Profiltiefen-reduziertem Zustand empfohlen, oder die Grenzwerte sollten alternativ mit empirisch zu ermittelnden Verschlechterungsfaktoren auf Grund des Profilverschleißes versehen werden.

Es wurden aus den durchgeführten Betrachtungen Vorschläge für zukünftige Lärmschutzpolitik und Instrumente bezüglich Normung und Gesetzgebung und andere Maßnahmen abgeleitet:

Die Ergebnisse der in diesem Projekt durchgeführten Abrollgeräuschmessungen und die Abrollgeräusch-Einstufungen der Reifenhersteller lassen die Annahme zu, dass die moderate Reduzierung der zulässigen Abrollgeräusch-Grenzwerte um einen Betrag von 1 dB(A) kurzfristig realisierbar ist; mit weiterem Zeithorizont wären nach bei der Europäische Kommission vorliegenden Szenarien weitere Schritte möglich, d. h. Reduzierung um insgesamt 2 bis 4 dB(A) in zwei Stufen.

Aus den dargestellten Entwicklungen im Bereich Normung und Gesetzgebung und einigen in anderen Bereichen der Typgenehmigung und Verbraucherinformation bereits implementierten Methoden sowie der Forschung und Entwicklung im Straßenbau lassen sich mehrere realisierbare Maßnahmen ableiten; diese umfassen folgende fünf Pakete:

- ▶ Reduzierung der Abrollgeräusch-Grenzwerte und Berücksichtigung der Alterung im Typgenehmigungsverfahren
- ▶ Verbesserung der Reproduzierbarkeit der Messmethode und Reduzierung der Unsicherheit
- ▶ Änderung des Typgenehmigungsverfahrens und des Reifenlabelings bezüglich der Familienbildung und der Ermittlung der Kennwerte kombiniert mit Maßnahmen der Marktüberwachung
- ▶ Steuerung des Baus und Einsatzes von lärmindernden Fahrbahnen
- ▶ Steuerung der Reifenindustrie und der Märkte (Subventionen, Selbstverpflichtung, freiwillige Zertifizierung, Kaufanreize).

Zur Bewertung der vorgeschlagenen fünf Maßnahmenpakete bezüglich Kosten, Nutzen und weiteren relevanten Aspekten wurde eine Experteneinschätzung bei TÜV SÜD durchgeführt. Als Bewertungsmaßstäbe wurden folgende Kriterien herangezogen:

- ▶ Zu erwartende Wirksamkeit auf die Lärminderung,
- ▶ Kosten / Aufwand für den Bund,
- ▶ Kosten / Aufwand für die Länder / Kommunen,
- ▶ Kosten für die Verbraucher und Verbraucherinnen,
- ▶ Akzeptanz bei Bürgern und Bürgerinnen,
- ▶ Kosten für die Reifen- bzw. Fahrzeugindustrie,
- ▶ Akzeptanz bei der Industrie und
- ▶ Dauer für die Umsetzung.

Die Eignung konnte für alle der vorgeschlagenen Maßnahmen festgestellt werden, bei jeweils sehr unterschiedlicher Gewichtung der Bewertung gemäß der herangezogenen Maßstäbe.

Summary

Background and problem definition

Road traffic is the most important source of noise in Germany. While at low speeds and when accelerating, drivetrain noise is usually the dominant source of noise, the tyre-road noise dominates the noise emissions of passenger cars in evenly flowing traffic at speeds of approx. 30 km/h and above. The tyre-road noise arises from the interaction of tyres and road surface in their contact area. As the owner and builder of almost all roads, the public sector can take noise protection aspects into account when choosing the road surface pavement. Passenger car tyres, on the other hand, are consumables of motorized individual transportation and are subject to the forces of the free market, where tyre manufacturers determine the supply side and consumers the demand side. The public sector can only indirectly influence the noise aspects of passenger car tyres, e.g. on the supply side through the EU-wide harmonized approval regulations and on the demand side through consumer information via the EU tyre label.

Objective and subject of the research project

The aim of the research project was to investigate whether the instruments chosen by the public sector to influence the passenger car tyre market are effective in ensuring that the aspects of noise protection are adequately enforced. Specifically, the following three questions should be addressed:

Question 1: Do the current limit values for rolling noise of passenger car tyres according to European Regulation 661/2009/EC or the successor Regulation reflect the state of the art?

This question can be answered in the affirmative way if the majority of tyres is close to the limit value and no substantial undershoot can be observed. However, if a significant proportion of tyres falls significantly below the limit value, it must be assumed that the limit value is too high and largely ineffective. For the tyre collective of the German passenger car fleet this question can only be answered statistically.

Two technical aspects were to be examined in the context of this question:

The first aspect concerns the ageing of tyres. Compliance with the limit value is checked with new tyres within the framework of type approval. Therefore, the question arises how the noise behaviour of the tyre changes over its service life, in particular due to the decreasing tread depth and increasing tread rubber hardness. Is the noise behaviour of the new tyre representative of the noise behaviour averaged over its service life?

The second aspect concerns the family approach. For the purpose of type approval, a tyre representative of a family of tyres is tested and the result is then valid for the whole family. It shall be ensured that all members of the family are at least equivalent to the representative tyre in terms of rolling noise. This requirement for equivalence is not explicitly formulated, but results from the CoP rules (Conformity of Production) and is only examined within the framework of these. The tyre label according to EU Tyre Labelling Regulation 1222/2009/EC or successor Regulation does not provide provisions for family formation. However, it can be assumed that manufacturers will also work with tyre families in this matter. The questions arise how formation of families is practiced by tyre manufacturers and what effect it has, in particular on the significance of the EU tyre label.

Question 2: Does the EU tyre label influence consumers' purchasing decisions in the desired way?

Here, the aspect of noise protection was to be considered in isolation, i. e. it was specifically about the question of whether or to what extent the noise indication on the EU tyre label is considered in the purchase decision.

Question 3: What additional instruments could strengthen noise protection in the tyre market?

Based on the findings of the first two questions, this question should provide indications and concrete proposals for optimizing the existing instruments of noise protection policy with regard to passenger car tyres and provide ideas for additional new instruments.

To answer these three questions, a combination of the following three approaches should be used:

- Measurement of tyre noise according to UNECE Regulation No. 117
- Performing a tyre purchase decision making survey
- Analysis of available data on the vehicle and tyre market and the EU tyre label.

Procedures and implemented methods

In order to answer the first question, whether the current limit values for rolling noise of passenger car tyres reflect the state of the art, the metrological examination of 60 tyre samples formed the methodological core; of central importance was the selection of the tyre collective to be examined. For this purpose, a sample of tyre specifications representative of the tyre and vehicle market was identified for the measurement of tyre rolling noise, considering trends and tendencies in the passenger car and tyre market. Selection criteria were the status quo according to current vehicle stock including tyre tests for consumer information and sales figures in the German tyre trade, trends that are currently emerging in the market (vehicles and tyres), as well as future trends in the mobility sector. The current vehicle stock was determined from published, official statistics on vehicle registrations and the number of motor vehicles, the forecast of future vehicle stocks was based on the statistics for new registrations of passenger cars by make and model range and by identifying trends in the mobility sector that are currently emerging in the market, in particular car sharing and the electrification of passenger cars. The selection was also based on statistics and time series for tyres by dimensions and manufacturers or brands, used in consumer information tests in Germany. Another important source of information were statistics on sales figures in the German tyre market with data from tyre wholesalers on current stockpiling and sales figures and the respective trends in tyre sizes and categories of use (summer, winter and all-season tyres). The tyre brands of the manufacturers on the market are very diverse and the offer varies with quick changes. In addition to factors such as price and quality (test results and / or workshop recommendations), sales figures depend on the sales activities of wholesalers and their individual offers (as well as so-called “private labels”), including Internet platforms.

For this reason, manufacturers and brands were clustered according to price and quality categories.

The tyre rolling noise tests for all tyres in the collective were carried out on commercial passenger cars and in accordance with the test procedure described in UNECE Regulation No 117 on a test track complying with the relevant ISO standard. The first priority of the vehicle selection was to be equipped with the respective tyre specification as in the market, second priority was

the reduction of vehicle variants to a minimum in order to reduce the influence of the vehicle on the variance of the measurement results. For this purpose, the tyres were mounted on commercially available wheels suitable for the respective vehicle and the tyre; where necessary, in particular in the case of electric vehicles without available wheels in the market, the original wheels used for the equipment of the vehicles have been procured. All sets of tyres were run-in over a distance of 100 km on public roads and under moderate load before the test.

The measurement data were evaluated in accordance with UNECE Regulation No. 117. The interpretation of the results was carried out taking into account the variances of the test method according to current findings and experiences for application in the field.

The relevant acoustic range of the consumer purchase decision for the purpose of a conscious contribution to the reduction of rolling noise was estimated based on the results from the measurements.

In order to answer the second question, whether the EU tyre label influences consumers' purchasing decisions in the desired way, a survey was developed to analyse the decision-making process when buying tyres with a focus on the noise protection-relevant tyre rolling noise outside the vehicle. The survey was designed as an anonymous online survey and realized together with a press release and a mailing campaign in combination with publication in social networks. For this purpose, the transition from the tyre labelling scheme of the first generation to the implementation of the new tyre label with the entry into force of the new EU Tyre Labelling Regulation 2020/740/EU in May 2021 was chosen in order to exploit the corresponding public attention on this topic.

In order to answer the third question, which additional instruments could provide more enforcement to noise protection on the tyre market, it was assessed how the existing noise protection policy and the current instruments with regard to passenger car tyres could be optimized. First, the initial situation was strategically analysed in order to outline optimization ideas, explain their mode of action and derive an estimate of the costs, benefits and feasibility.

In order to strategically consider possibilities for optimizing existing noise protection policies, research was carried out on the following aspects: research and development programmes in Europe, activities at international standardization organizations and regulatory bodies, including published reports and drafts on further development of standardization and legislation, instruments already implemented or ongoing or planned activities inside and outside Europe to reduce tyre rolling noise. In this context, the aspect of the known interaction of the tyre's tread pattern with the road surface and its significant influence on rolling noise were discussed in detail and current scientific findings and project results for the realization of noise-reducing road surfaces were used.

Existing trade-offs among tyre and vehicle manufacturers with regard to low rolling noise and driving safety (especially on wet roads), as well as energy efficiency and lifetime/wear were taken into account by evaluating studies on the performance of tyres prepared and published for vehicle and tyre manufacturers and the European Commission on the determination and possible reduction of driving noise. From this, the available potential for a possible tightening of the rolling noise limits was also determined.

As part of the strategic consideration, the question of the suitability of the current test methods and limit values was also intensively discussed, supported by research and literature studies.

Summary of results

Question 1: Do the current limit values for rolling noise of passenger car tyres according to European Regulation 661/2009/EC or successor Regulation reflect the state of the art?

The tyre collective for the rolling noise tests primarily comprised the five representative dimensions corresponding to the selection criteria applied, with trade marks from all price and quality categories and of global origin, as well as summer, winter and all-season tyres. This sub-collective represents just over half of the total selection.

By taking into account market and mobility trends with wheel and tyre dimensions, some of which deviate from the usual rules, and for the purpose of investigating the family approach, a total of 60 sets of tyres resulted in the overall selection, 4 tyres each, in 27 different tyre sizes and of 35 different makes (here specifically the tread types). Included in the collective of 60 sets are 5 makes in 8 dimensions with a total of 10 sets of tyres, specially designed for equipping electric vehicles.

To take into account the variances of the test method, the total measurement uncertainties based on the state of science and technology were used; this includes the draft standards that are currently being jointly developed by the UNECE working group for the determination of Measurement Uncertainties and the International Organization for Standardization (ISO). ISO has already prepared an amendment to the relevant standard for rolling noise measurement (ISO 13325). The combined standard uncertainty, taking into account all possible variations of test tracks, environment, day of test, measuring equipment, vehicle and personnel, is therefore 2.2 dB(A) for passenger car tyres. The individual contribution of the variability alone by the respective test track to the calculation of the total uncertainty covers a bandwidth of 1.8 dB(A).

The measurement uncertainty budget provided in the relevant test specifications or the measurement tolerance of 1 dB(A) to be taken into account, as it is also used for market surveillance purposes and when determining Conformity of Production ("CoP"), is therefore far from sufficient to take into account the actual variability of the test results in the field of the different test facilities. For this reason, measures have now been taken to improve the reproducibility of the results and to reduce the wide dispersion, including the further specification of the requirements for the road surface pavements used for the tests.

The UNECE working group for the determination of measurement uncertainties and the International Organization for Standardization (ISO) continue to harmonize the proposals for determining and considering the uncertainties.

Since the same test facility and the same measuring equipment were always used in this project and the influence of different vehicles was avoided as far as possible, the so-called day-to-day variability as a contribution to the overall uncertainty is essentially relevant for the comparability of the results within the tests carried out, in the order of 0.6 dB(A); this can be interpreted as a "detection limit" for differences in the series of measurements for this project.

As an estimate for the relevant acoustic range of the consumer purchase decision based on the results from the 60 measurements, the spread of the sound pressure levels determined in the tests, i. e. type approval values according to UNECE Regulation No. 117 or label values, is used. These are between 68 and 73 dB(A), the bandwidth is 5 dB(A) in total. If one considers the sub-collective with comparable tyre dimensions for the compact and mid-size vehicle classes (here 44 sets of tyres), then with the determined range from 68 to 72 dB(A), 4 dB(A) is still available as scope for decision making.

In order to investigate the influence of age and wear on noise emissions, an experimental design was developed that allowed the assessment of the influence of tread depth and ageing step by step. The following series of tests was carried out:

On the influence of tread depth: new tyres, artificially worn (buffed) tyres with residual tread depth of 6 mm, 4 mm and 2 mm, each with unaged new tyres.

On the influence of age or tread rubber hardness: new tyres, artificially aged by 3 years and artificially aged by 6 years, each buffed to 4 mm residual tread depth.

To verify the method of artificial ageing, a 3-year-old set of used tyres with 4 mm residual tread depth was available.

The measurement results show a significant dependence of the determined rolling noise level on the tread depth. The correlation analysis with statistical test to determine the significance level was positive for the investigated speed range from 50 km/h to 80 km/h; for the selected tyre type, the reduction of the tread depth results in an increase, i. e. deterioration of the measured noise level of a maximum of 1.6 dB(A) at 80 km/h and even 1.8 dB(A) at 50 km/h.

With regard to ageing or tread profile rubber hardness, no significant dependency could be determined. The spread of the results without additional influence of the tread depth (here with a fixed tread depth of 4 mm) was a maximum of 0.7 dB(A) at 50 km/h as well as at 80 km/h, i. e. within the permissible tolerance of the test procedures of 1 dB(A).

In summary, the significant influence of tread depth on the increase in rolling noise has been demonstrated; the question whether tyres must also be tested in the worn condition at the time of type approval must be answered in the affirmative. This is also particularly applicable because, as found in the literature research carried out in parallel, the influence can be significantly greater on real roads (with rougher surfaces). An additional influence of rubber ageing beyond the tolerances of the test method could not be demonstrated.

Aspects of noise family approach applied by the manufacturers:

In some cases, type approval authorities adopt technical interpretations or rules for the selection of the test sample. These are used to select a representative variant from different specifications within a tyre type definition, which is usually based on worst-case selection. These rules are essentially based on the geometric design features nominal cross-section width and cross-section-height ratio.

The actual family approach applied by manufacturers was assessed for 50 of the selected tyre brands of the collective with the aid of published information from the manufacturers or distributors. More than 1900 individual classifications of rolling noise according to Regulation 1222/2009/EC or the new Regulation 2020/740/EU were taken into account.

In addition to the selection criteria for family formation considered at the beginning, further parameters were included: The design features tread width (nominal cross-section width), ratio cross-section height to nominal cross-section width and wheel diameter and the load index were considered, especially since almost all dimensions are offered in different, relevant specifications, i. e. additionally as reinforced ("reinforced" or XL) version(s) with higher load indices. The dependence of the specified rolling noise values ("label values") on the selected characteristics per tyre brand was investigated with a statistical significance test for simple linear correlation. The following four different patterns for the classification in the rolling noise classes could be detected:

1. Family approach with representative test sample within the scope of type approval based on selection of the worst-case scenario, which covers the entire tread family, i. e. the tyre type, with a single rolling noise value (so-called "worst-case selection").
2. Family approach by tread width with classification in two or three label value categories; this was not consistent for the manufacturers and brands and was mainly not based on the grading of the limit values applicable for type approval.
3. Individual rolling noise classification according to the assessed design characteristics (according to single or all of them) and additionally differentiation according to specifications within the same design, such as speed index, special original equipment specifications and differentiated design with regard to the other two label features rolling resistance class and wet grip classification.
4. Individual classification, the systematics of which cannot be clearly explained on the basis of the characteristics examined. In some cases, it has been observed that for the same tread type and dimension, sometimes even for the identical service description (by dimension, load and speed index), product specifications are offered with a range of the declared rolling noise levels of 3 dB(A), 4 dB(A) or even more; in these cases, no family approach could be derived.

A sensitivity analysis for the influencing factors regarding rolling noise and family approach and the comparison with the label values according to the method of an experimental test design was carried out with tyre sets of the same tread type in 16 different dimensions. The correlation analysis with test for the determination of statistical significance has led to the following results: There was a low relationship between the specified label classifications and the determined rolling noise values in this sub-sample, while this is very strong (in this case congruent) between the label classifications and the rolling noise limits. Accordingly, the label classification (and family formation) for this sample of tyres of an identical tyre type (tread) was done very likely only based on the assigned limit value.

Furthermore, it was found that the determination of the legal limit values and thus also the label classification solely according to the dimensional characteristic cross-sectional width is appropriate only to a limited extent for the tyre sizes representative of road traffic today. In addition to the lateral design features of the tyres, the radial dimensions and their combinations (wheel diameter, tyre outer diameter and cross-sectional height ratio) should therefore also be taken into account for better differentiation. The evaluation also confirms the suitability of the above-mentioned family approach rules applied by the type approval authorities.

Question 2: Does the EU tyre label influence consumers' purchasing decisions in the desired way?

By August 2022, just over 270 people had taken part in the survey to analyse decision-making. The evaluation of the survey results show that the tyre label is predominantly understood, but that it does not make a significant contribution to the purchase decision overall. External rolling noise outside the vehicle is considered by respondents to be less important than all other relevant characteristics, in particular driving safety and comfort, including noise inside the vehicle. The label gradings are practically not used for deliberate noise reduction, although the majority of respondents state that the information on the tyre label regarding the characteristic rolling noise is easy to understand.

Question 3: What additional instruments could give greater prominence to noise abatement on the tyre market?

The starting point for the strategic consideration of possibilities was the investigation of the suitability of the current test methods and limit values. The findings from research and from the

development of the test specifications with regard to the tolerances of the test results and the resulting uncertainties show that the comparison of the absolute values of the noise levels, especially on different test tracks, is only possible with relatively large uncertainty. In the meantime, the standardization organizations have already been working on a second, comprehensive revision of the standard for the test tracks (ISO 10844); implementation into a revised version of the type approval legislation was already initiated.

The relevance of the results of type approval tests for traffic on real road surfaces is generally questioned. There are mathematical estimations in the literature that the differences in rolling noise levels between the "ISO road surfaces" used for the test and real (noisier) roads amount to an average of 3 dB(A).

Current proposals to amend the Regulations at the UNECE therefore focus on reducing the uncertainties of test methods and thus making the population of tyres in the market quieter overall.

Studies prepared for the European Commission to reduce driving noise discuss the possibility of tightening the rolling noise limits: In the cost-benefit analyses ("CBA") regarding an improvement in health protection, the reduction of the rolling noise limits for tyres by 2 to 4 dB(A) in two stages was assumed in the scenarios considered.

With regard to a tightening of the rolling noise limits, the European Commission also primarily referred to the necessary improvement of the test methods in view of the existing, large uncertainty in the determination of the measured values.

The international research programme "STEER" (Strengthening the Effect of quieter tyres on European Roads) of the Conference of European Directors of Roads "CEDR", which was considered in this research, pursues the main objective of creating a basis for decision-makers to develop new guidelines and policies to improve the effectiveness of quieter tyres on European roads. The report prepared in the program on the reproducibility of the current rolling noise test method states that the highest contribution to the overall uncertainty is attributable to the test track. As a solution, a calibration or normalization of the measured values of different test tracks with a standardized reference tyre or on the basis of round-robin tests to be carried out at regular intervals of two years is proposed; this would halve the individual contribution to the uncertainty. A further solution presented here is a simplified test method on a roller-/drum-test bench, with which a reduction of the uncertainty contribution by two thirds can be achieved.

The third suggestion is the stricter requirement for the test vehicles in terms of chassis and underbody, but this provides only a slight improvement. Fourthly, it is proposed to improve the temperature correction to determine the final measurement result, based among other things on the track surface and ambient air temperature, which can lead to a reduction of the uncertainty contribution of one third.

As a result, after mathematical calculation of the individual contributions, there is a potential to halve the overall uncertainty.

With regard to the representativeness of the determined rolling noise values of low-noise tyres for real road surfaces, the above-mentioned report states that this is the case when smooth or medium-rough road surfaces are used on roads and grain sizes larger than 14 mm are avoided.

A reduction of the limit values for rolling noise is not explicitly proposed in the reporting within the framework of the STEER project, instead subsidies for the tyre manufacturers or agreements or voluntary commitments by the industry to manufacture and to sell low-noise tyres or customer incentives to buy low-noise tyres are recommended.

In order to increase the effectiveness of the tyre label for reducing traffic noise, it is also proposed to prevent forming of families at type approval (as shown in the section on noise family approach) and instead to classify all variants of a family with their individual values, or at least to determine the bandwidth of rolling noise values inside the family. This requirement is also confirmed by the results of the tests carried out in this research project, according to which the current practice of family approach is not suitable for the purposes of noise protection.

The aspect of the significant influence of the road surface on rolling noise, which is also important for the strategic consideration, was discussed. According to studies in scientific papers, open-pore asphalts ("OPA") have excellent properties with regard to noise reduction. The occurrence of grain breakouts or damage to the grain structure, due to the high load, and the reduction of the service life of the asphalt surface by ageing of the binder used are the disadvantages, mentioned. As possible solutions a binder additive, epoxy resin, or polyurethane (PU) as an alternative binder in road construction instead of bitumen are assessed with the aim of making the asphalt mixture more durable and resistant to ageing and wear. Open-pore PU asphalt is identified to be a promising concept.

The interaction between road surface and tyres is also being investigated by the European Associations of tyre manufacturers, ETRTO and ETRMA, as well as the vehicle manufacturers, ACEA, and presented in the latest, partly joint, position papers on the future regulation of traffic noise; as one of the effective measures, especially in the area of so-called "noise hot-spots", the use of "quiet" road surfaces is recommended. In addition, it is recommended to technically minimize sound propagation in populated areas.

The French "Centre for the Technical Assessment of the Acoustic Environment" (Bruitparif) is introducing measures regarding the noise source of tyre-road contact at three selected pilot sites in France as part of the innovation project "Cool and Low Noise Asphalt – Project LIFE", co-funded by the European Commission, including the design of innovative, low-noise road surfaces in urban areas. The explicit goal is to reduce rolling noise at the point of origin in tyre-road contact by 3 dB(A). As part of the implementation, the effectiveness of each road surface compared to conventional surfaces is to be evaluated by permanent noise measuring devices directly near the road by the year 2027.

The strategic analysis also included international, innovative models for noise monitoring and reduction beyond the regulation of driving noise; two main methodological approaches were identified: firstly, the targeted information of consumers about their ability to directly influence the environmental impact of driving noise, e.g. by using low-noise tyres, and secondly, the targeted, selective detection or prediction of noise sources in real road traffic in order to initiate appropriate measures. In particular, the avoidance of individual events with high sound pressure levels is presented as a necessary and effective measure.

In the first case, as an example the rolling noise values of tyre types are listed by Authorities and made centrally available for the information of citizens; as an example, an initiative from South Korea should be mentioned here; the contribution of tyre noise to traffic noise was explicitly classified as relevant by the local Ministry of the Environment and the need for measures to reduce it was identified. The issue of tyre rolling noise was taken into account within the framework of the national "Noise Information System" and, like the environmental noise levels measured in real time, was presented online. Furthermore, the information on the classification of the rolling noise of tyre brands, each after verification by the authority, could be retrieved on its website.

In the second case, acoustic cameras were used in continuous traffic in conjunction with computational prediction models to qualitatively and/or quantitatively record and predict the

contribution of the individual components as noise sources (i. e. drivetrain and tyres). The results will be used to assess the effectiveness of already introduced measures to tighten rolling and driving noise limits in real traffic scenarios and on public roads and to plan the introduction of further steps to reduce noise.

The question of whether the rolling sound type approval and the label classification should only take place in new condition of the tread profile was also included in the strategic consideration.

Findings from literature studies indicate that tyres roll noisier due to ageing (i. e. hardening of the tyre tread) and abrasion (reduction of tread depth) on some road surfaces, especially rough surfaces, than when new. However, it has also been shown that these effects are not significantly detectable on the test tracks used for type approval (relatively smooth surface and fine-grained structure). The metrological assessment of the actual ageing/wear influence and, if applicable, the regulating in the currently existing type approval procedure may therefore be very limited. However, together with the results obtained in this research project from the measurements with "aged" tyres, it is advisable to at least take into account the tread depth during type approval with regard to the rolling noise of aged tyres. Therefore, in order to effectively reduce rolling noise in road traffic, an additional test in an artificially reduced state of tread depth is recommended, or the limit values should alternatively be provided with empirically determined deterioration factors due to tread wear.

Proposals for future noise protection policy and instruments regarding standardization and legislation and other measures were derived from the considerations carried out:

The results of the rolling noise measurements carried out in this project and the rolling noise classifications of the tyre manufacturers suggest that the moderate reduction of the permissible rolling noise limits by an amount of 1 dB(A) is feasible in the short term; with a longer time period, further steps would be possible according to scenarios available to the European Commission, i. e. reduction by a total of 2 to 4 dB(A) in two stages.

Several feasible measures can be derived from the above-mentioned developments in the field of standardization and legislation and some methods already implemented in other areas of type approval and consumer information, as well as from research and development in road construction; these include the following five packages:

- ▶ Reduction of rolling noise limits and consideration of ageing in the type approval process
- ▶ Improving the reproducibility of the measurement method and reduce uncertainty
- ▶ Modification of the type approval procedure and tyre labelling with regard to the family approach and the determination of characteristic values combined with market surveillance measures
- ▶ Governance of the construction and use of noise-reducing road surfaces
- ▶ Governance of the tyre industry and markets (subsidies, voluntary commitment, voluntary certification, purchase incentives).

An expert assessment was carried out at TÜV SÜD to assess the proposed five packages of measures in terms of costs, benefits and other relevant aspects. The following criteria were used as evaluation criteria:

- ▶ Expected effectiveness on noise reduction,
- ▶ Costs / effort for the Federal Government,

- ▶ Costs / effort for the federal states / municipalities,
- ▶ Costs for consumers,
- ▶ Acceptance by citizens,
- ▶ Costs for the tyre and vehicle industry,
- ▶ Acceptance by industry and
- ▶ Duration for implementation.

The suitability could be determined for all of the proposed measures, with very different weighting of the evaluation according to the criteria used.

1 Bilden die aktuellen Grenzwerte für das Rollgeräusch von Pkw-Reifen nach EU-Verordnung 661/2009/EG bzw. Nachfolgeverordnung den Stand der Technik ab?

1.1 Messtechnische Untersuchung von 60 Reifentypen

1.1.1 Auswahl des zu untersuchenden Reifenkollektivs als repräsentative Stichprobe

Um mit einer begrenzten Stichprobe die Messdaten für alle Reifen repräsentativ zu erheben, die in Deutschland in Verkehr gebracht sind, wurde zunächst der Kreis der Probanden eingegrenzt. Grundlage hierfür war die genaue Analyse des aktuellen Fahrzeugbestands mit den jeweiligen Bereifungsoptionen und die Abschätzung der zukünftigen Fahrzeugbestände über Zulassungstrends bzw. Markttrends. Die Auswahl der zu testenden Reifen sollte sowohl in Bezug auf die gewählten Dimensionen als auch auf die Marken und Hersteller ein realistisches und möglichst breit gefasstes Marktsegment auch im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung repräsentieren.

Es wurde daher Wert darauf gelegt, einerseits sog. „Premiummarken“, andererseits auch in- und außereuropäische Reifen des mittleren und unteren Preissegments ins Versuchsprogramm aufzunehmen. Die Auswahl beinhaltet dabei auch jene Reifen des Ersatzmarkts, die als der gleiche Reifentyp auch in der Erstausrüstung der Fahrzeugindustrie zum Einsatz kommen.

Die Messungen wurden an Sommer- und Winterreifen vorgenommen, in einigen Teilkollektiven wurden darüber hinaus zusätzlich noch Ganzjahresreifen herangezogen.

1.1.1.1 Auswahl an Hand von Amtlichen Statistiken

Die Daten zum Fahrzeugbestand und zu den Neuzulassungen wurden aus amtlichen Statistiken erhoben (Stand Januar 2020). Das Kraftfahrt-Bundesamt veröffentlichte zum Beginn des Berichtszeitraums die folgenden Zahlen zu den häufigsten Fahrzeugtypen in Deutschland (KBA 2020):

Tabelle 1: Bestandsstärkste Pkw-Typen in Deutschland

Stand: Januar 2020

Herstellerschlüsselnummer	Hersteller (Klartext)	Typschlüsselnummer und Typ	Handelsname / Motorisierung	Anzahl
0603	VOLKSWAGEN-VW	419 / 1J	GOLF IV, 1.4l, 55 kW	220.304
8566	FORD (D)	AOP / JA8	FIESTA, 1.2l, 60 kW	189.736
0603	VOLKSWAGEN-VW	BGU / AA	UP!, 1.0l, 44 kW	186.665
0603	VOLKSWAGEN-VW	AMD / 1K	GOLF V, 1.4l, 59 kW	159.511
0603	VOLKSWAGEN-VW	BQS / 3C	PASSAT, 2.0l, 110 kW	158.949
0603	VOLKSWAGEN-VW	BEB / 6R	POLO, 1.2l, 66 kW	153.913
0035	OPEL	AFQ / S-D	CORSA D, 1.2l, 59 kW	139.443
0603	VOLKSWAGEN-VW	AMK / 1K	GOLF VI, 1.4l, 90 kW	118.436
0035	OPEL	ALK / S-D	CORSA D, 1.4l, 64 kW	109.639
0603	VOLKSWAGEN-VW	AYJ / 3C	PASSAT, 2.0l, 103 kW	107.280

Herstellerschlüssel- nummer	Hersteller (Klartext)	Typschlüssel- nummer und Typ	Handelsname / Motorisierung	Anzahl
4136	FIAT (I)	AJB / 312	FIAT 500, 1,2l, 51 kW	103.746

Datenbasis sind die Top 11 der Fahrzeugtypen. Berücksichtigt wurden alle, von denen mehr als 100.000 im Bestand sind. Insgesamt sind es elf Typen.

Tabelle 2: Bestandsbarometer nach ausgewählten Segmenten

Stand: Januar 2020

Segment	Anzahl	Anteil in Prozent
Minis	3.344.523	7,0
Kleinwagen	8.934.345	18,7
Kompaktklasse	11.983.057	25,1
Mittelklasse	6.286.659	13,2
Obere Mittelklasse	1.923.514	4,0
Oberklasse	269.441	0,6
SUVs	3.765.451	7,9
Geländewagen	2.594.849	5,4
Sportwagen	918.102	1,9
Mini-Vans	1.995.789	4,2
Großraum-Vans	2.024.873	4,2
Utilities	1.931.837	4,0
Wohnmobile	589.354	1,2

Unter den in Tabelle 1 ausgewählten elf Personenwagen repräsentieren drei Typen des VW Golf die Kompaktklasse. Ford Fiesta, VW Polo und Opel Corsa stehen für Kleinwagen. Fiat 500 und VW UP! fallen unter Kleinstwagen („Minis“). Zwei Typen des VW Passat sind in der Mittelklasse angesiedelt. Somit sind die drei stärksten Segmente durch neun der elf ausgewählten Typen repräsentiert.

Für sie werden in Tabelle 3 die vom Automobilhersteller homologierten und in der Typgenehmigung sowie in der Übereinstimmungsbescheinigung (CoC-Certificate of Conformity) enthaltenen Bereifungsspezifikationen aufgeführt. Es handelt sich also um die Originalausrüstungsvorgaben, die auch OE- oder Erstausrüstungs-Spezifikationen genannt werden. Existieren optionale Erweiterungen der Typgenehmigung, wurden sie ebenfalls aufgenommen (TÜV/Dekra 2021).

Die Liste nennt die Parameter und Seitenwand-Aufschriften, also Größen und Betriebskennungen:

- Die Querschnittsbreite in Millimeter
- Das Verhältnis der Querschnittshöhe zur Querschnittsbreite in Prozent
- Die Bauart (R) bedeutet Radial, also Gürtelreifen

- Den Felgendurchmesser in Zoll (ein Zoll entspricht 2,54 Millimeter)
- Last- und Geschwindigkeitsindex als Kennzahl beziehungsweise Buchstabe.

Beispiel: 205/55 R16 91H

- Nennquerschnittsbreite 205 Millimeter
- Verhältnis der Nennquerschnittshöhe des Reifens zur Breite: 55 Prozent
- Radialbauweise („Gürtelreifen“)
- Die Felge (Scheibenrad) hat einen Durchmesser von 16 Zoll (406 Millimeter)
- 91 steht als Lastindex für die Tragfähigkeit 615 Kilogramm
- Ein Reifen mit dem Geschwindigkeitsindex H ist bis 210 km/h zugelassen

Übliche Geschwindigkeitsindizes für Pkw-Reifen sind Q (160 km/h), T (190), H (210), V (240), W (270) und Y (300).

Tabelle 3: Originalausrüstung (OE) – Bereifungsoptionen

Stand: Januar 2021

Typschlüsselnummer und Typ	Handelsname und Motorisierung	Bereifungsoption (Dimension, Last- und Geschwindigkeitsindex) *
419 / 1J	GOLF IV, 55 kW	175/80 R14 88T 195/65 R15 91T 205/60 R15 91H 205/55 R16 91H
AOP / JA8	FIESTA, 60 kW	175/65 R14 82T 195/50 R15 82H, 195/60 R15 88V, 195/55 R15 85 H 195/45 R16 84V, 195/50 R16 84V 205/40 R17 84V
BGU / AA	VW Up!, 44 kW	165/70 R14 81T 175/65 R14 82T 185/55 R15 82T 185/50 R16 81H 195/40 R17 81V
AMD / 1K	GOLF V, 59 kW	195/65 R15 91T 205/60 R15 91T 205/55 R16 91Q, 205/55 R16 91T 205/50 R17 93T 225/45 R17 91H, 225/45 R17 91T 225/40 R18 92Y
BQS / 3C	PASSAT B8, 110 kW	215/60 R16 95H, 215/60 R16 95V 215/55 R17 94H, 215/55 R17 94V, 215/55 R17 94W 235/45 R18 94V, 235/45 R18 94W 235/40 R19 96W
BEB / 6R	POLO, 66 kW	175/70 R14 84T 185/60 R15 84T 195/55 R15 85T 215/45 R16 86T 215/40 R17 87T

Typschlüsselnummer und Typ	Handelsname und Motorisierung	Bereifungsoption (Dimension, Last- und Geschwindigkeitsindex) *
AFQ / S-D	CORSA, 59 kW	185/70 R14 88T 185/60 R15 84Q, 185/65 R15 88T 195/60 R15 88T 195/55 R16 87H 215/45 R17 87V
AMK / 1K	GOLF VI, 90 kW	185/70 R15 89H 195/65 R15 91H 205/60 R15 91H 205/55 R16 91H, 205/55 R16 91Q 205/50 R17 89H 225/45 R17 91H 225/40 R18 92Y
ALK / S-D	CORSA, 64 kW	175/70 R14 84T 185/70 R14 88T 185/60 R15 84Q, 185/65 R15 88Q, 195/55 R16 87H, 195/60 R15 88T 215/45 R17 87V
AYJ / 3C	PASSAT B7, 103 kW	195/60 R16 93V 205/55 R16 91V 205/50 R17 93V 215/55 R16 93V 225/50 R17 94H 225/45 R18 95H 235/40 R18 91V 235/45 R17 94V
AJB / 312	FIAT 500, 51 kW (Zweitürer)	155/80 R13 79T 165/65 R14 79T 175/65 R14 82T 185/55 R15 82T 195/45 R16 84T

*) Geschwindigkeits- und Lastindex können bei allen Tabellen variieren, abhängig von Verkaufsvariante und individueller Fahrzeugausstattung.

Lastindex

Viele Dimensionen sind mit unterschiedlichen Tragfähigkeiten lieferbar. In der Regel sind es zwei. Ausgewiesen wird dies durch den Lastindex. Die Größe 225/50 R17 gibt es beispielsweise mit den Angaben 94 und 98 und seit neuestem 101. Der in Zulassungsbescheinigungen oder dem CoC vorgeschriebene Index ist eine Mindestangabe; er darf über-, aber nicht unterschritten werden.

Die Reifenhersteller ergänzen die vorgeschriebene Angabe des Lastindex mit einer weiteren, Angabe wie:

- XL – ebenfalls Extra Load
- Reinforced – verstärkt
- HL – High Load.

Geschwindigkeitsindex

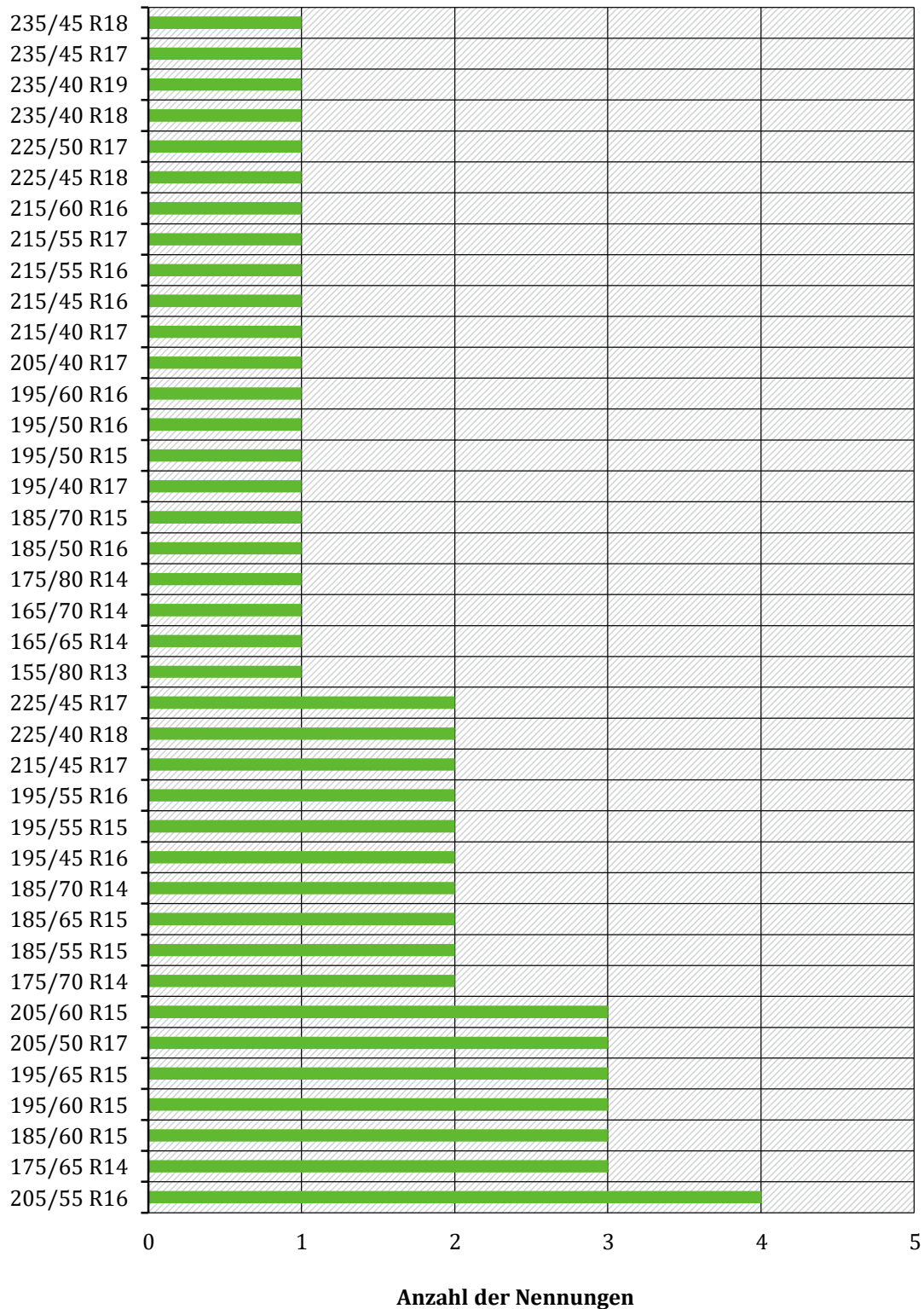
Reifen müssen zumindest für die Höchstgeschwindigkeit des Autos ausgelegt sein.

- ▶ In der Regel plant der Fahrzeughersteller eine Reserve ein und schreibt einen deutlich höheren Geschwindigkeitsindex vor
- ▶ Höhere Werte sind stets zulässig
- ▶ Eine Ausnahme betrifft Winter- und Ganzjahresreifen, die mit M & S und Alpine Symbol markiert sind. Diese dürfen in Deutschland und den meisten anderen europäischen Ländern für eine niedrigere Höchstgeschwindigkeit ausgelegt sein.

Insgesamt sind in diesem Portfolio 39 verschiedene Reifendimensionen gelistet (Abbildung 1).

Abbildung 1: Häufigkeit von Reifendimensionen in der Erstausrüstung

Häufigste Reifendimensionen unter den Top 11 Fahrzeugtypen im Bestand von 2020



Quelle: eigene Darstellung, TÜV SÜD

Davon haben alleine sieben Größen einen Anteil von insgesamt 34 Prozent an den 64 Nennungen.

Es sind dies:

- ▶ 175/65 R14
- ▶ 185/60 R15
- ▶ 195/60 R15
- ▶ 195/65 R15
- ▶ 205/60 R15
- ▶ 205/55 R16
- ▶ 205/50 R17.

Um zukünftige Bestände an Fahrzeugen im Markt und Zulassungstrends abzuschätzen, wurde in Tabelle 4 die Statistik des Kraftfahrt-Bundesamtes zu Fahrzeugzulassungen (FZ) von Personenkraftwagen nach Marken und Modellreihen im Jahr 2020 ausgewertet (KBA 2021).

Tabelle 4: Rangliste von Pkw-Neuzulassungen

Stand: Januar 2021

Platz in der Rangliste	Marke/Modellreihe (Verkaufsbezeichnung)	Anzahl Neuzulassungen
1	VW GOLF	136.324, davon reiner Elektroantrieb 17.438 und Hybridantrieb 16.105
2	VW PASSAT	60.904, davon Hybridantrieb 14.920
3	VW TIGUAN	60.380
4	Ford FOCUS	53.378
5	Skoda OCTAVIA	53.302
6	Opel CORSA	53.199
7	VW T-ROC	50.822
8	BMW 3ER	47.273, davon Hybridantrieb 21.229
9	VW POLO	46.174
10	Fiat DUCATO	44.312
...		

Platz in der Rangliste	Marke/Modellreihe (Verkaufsbezeichnung)	Anzahl Neuzulassungen
22	Hyundai Kona	31.557, davon Elektroantrieb 14.008
23	Audi A6, S6, RS6	31.400, davon Hybridantrieb 31.314
...		
25	Renault ZOE	30.376, alle rein elektrisch
...		
29	VW UP	26.872, davon Elektroantrieb 10.839
...		
64	Tesla MODEL 3	15.202, alle rein elektrisch
...		
69	VW ID.3	14.493, alle rein elektrisch
...		
80	Smart FORTWO	11.557, davon Elektroantrieb 11.544

Bei der Bewertung von Modellen mit den höchsten Neuzulassungszahlen wurden signifikante Anteile von neuen Antriebstechnologien wie Elektro- oder Hybridantrieb beobachtet. Unter den ersten zehn Modellen aus insgesamt 349 stammen sieben aus den Segmenten, die den aktuellen Bestand repräsentieren. Das sind Kleinwagen, die Kompakt- und die Mittelklasse, Zwei kommen aus dem viertstärksten Segment, den Kompakt-SUV und den eng verwandten sowie ebenfalls signifikant vertretenen Geländewagen. Das erste Modell aus dem Segment Pkw-Transporter, der Fiat Ducato, folgt auf Rang 10. Hier ist allerdings ein Sondereffekt des Jahres 2020 zu beachten. Wegen der Pandemie wuchsen die Neuzulassungen von Wohnmobilen überproportional an. Deshalb wird dieses Fahrzeug in der weiteren Bewertung nicht berücksichtigt. Auf Rang 22 erscheint mit dem Hyundai Kona ein Fahrzeug, das inzwischen in fast der Hälfte der Neuzulassungen mit reinem Elektroantrieb ausgestattet ist (Kona EV). Auf Rang 25 folgt mit dem Renault Zoe das erstes rein elektrisch angebotene Fahrzeug. Von ihm wurden über 30.000 Einheiten 2020 neu zugelassen. Weitere in der Statistik mit über 10.000 Einheiten vertretene Elektrofahrzeuge folgen auf den Rängen bis zur Nummer 80. Zu berücksichtigen sind auch die 17.438 neu zugelassenen Einheiten des Golf in der Variante mit Elektroantrieb.

Für die zulassungsstärksten Typen im Bereich SUV / Geländewagen führt die Tabelle 5 die vom Hersteller homologierten und in der Fahrzeug-Typgenehmigung aufgenommenen OE-Bereifungen auf.

Tabelle 5: Bereifungen von SUV und Geländewagen

Stand: Januar 2021

Marke	Handelsname	Bereifungsoptionen (Dimensionen, Last- und Geschwindigkeitsindex)
VW	Tiguan	215/65 R16 98H, 215/65 R16 98HT 215/60 R17 96H, 215/60 R17 96V, 215/60 R17 96 215/65 R17 99V 235/55 R17 99H, 235/55 R17 99V, 235/55 R17 99T 235/50 R18 97H, 235/50 R18 97V, 235/50 R18 97T 235/55 R18 100H 235/50 R19 99V, 235/50R19 103V 255/40 R19 96H, 255/40 R19 96V, 255/40 R19 96T 255/45 R19 100V 235/45 R20 100V 255/40 R20 101V
VW	T-Roc	205/60 R16 92H, 205/60 R16 92V 215/60 R16 95V, 215/60 R16 99V 215/55 R17 94V, 215/55 R17 98V 215/50 R18 92V, 215/50 R18 92W 225/40 R19 93W 235/40 R19 96Y
VW	T-Cross *)	195/60 R16 89H 205/60 R16 92H 205/55 R17 91H, 205/55 R17 91V 215/45 R18 89V
Skoda	Kamiiq *)	195/60 R16 89H 205/60 R16 92H, 205/60 R16 92V 205/55 R17 91V, 205/55 R17 95V 215/45 R18 89V

*) VW T-Cross (Rang 28) und Skoda Kamiiq (Rang 47) erfuhren 2020 eine starke Steigerung der Zulassungszahlen.

Aktuelle Modelle mit hohen Neuzulassungszahlen werden mit den Bereifungsoptionen aus Tabelle 6 angeboten.

Tabelle 6: Bereifungsoptionen von Modellen mit hohen Zulassungszahlen

Reifenspezifikationen beispielhaft für ausgewählte Typen und Motorisierungsvarianten

Marke	Handelsname / Motorisierung	Bereifungsoptionen (Dimensionen, Last- und Geschwindigkeitsindex)
VW	GOLF VIII, 66 kW... 96 kW, einschl. e-Golf 100 kW und Hybridantrieb 81 kW	195/65 R15 91H 205/55 R16 91H, 205/55 R16 91V, 205/55 R16 94V 215/55 R16 91H 205/50 R17 93H 225/45 R17 91W 225/40 R18 92V, 225/40 R18 92Y 225/35 R19 88Y
Ford	Focus Eco Blue / Eco Boost 74 kW... 88 kW	195/65 R16 92H 205/60 R16 92H 215/50 R17 91H 235/40 R18 91H
Opel	Opel Corsa DI(T) 55 kW... 96 kW	185/65 R15 88T, 185/65 R15 88H 195/55 R16 87H 205/50 R16 87H 205/45 R17 84H 205/40 R18 84V
VW	Polo TGI / TSI 66 kW... 70 kW	185/70 R14 88H 185/65 R15 88T 185/60 R16 86H 195/55 R16 87H 215/45 R17 87Y
VW	Passat TDI / TSI 88 kW... 110 kW, einschl. Hybridantrieb 160 kW	215/60 R16 95V 215/55 R17 94H, 215/55 R17 94W 235/45 R18 94W 235/40 R19 96W
Skoda	Octavia TDI / TSI 85 kW... 110 kW	195/65 R15 91T 205/55 R16 91H, 205/55 R16 91V 205/60 R16 92V 205/50 R17 89H 205/55 R17 91V 225/45 R17 91V, 225/45 R17 91W 225/40 R18 92W, 225/40 R18 92Y 225/40 R19
Audi	A6 bis 220 kW, einschl. e-TFSI mit Hyb- ridantrieb	225/60 R17 99H, 225/60 R17 99Y 225/55 R18 102V, 225/55 R18 102Y 245/45 R19 102V, 245/45 R19 102Y 255/40 R20 101Y

Zu bemerken ist eine Zunahme der „Mischbereifung“ in der Gruppe der zulassungsstärksten Modelle, d. h. in der Originalausrüstung teilweise unterschiedliche Reifendimensionen auf Vorder-

und Hinterachse. Tabelle 7 zeigt als Beispiel die Bereifungsvarianten der BMW 3er-Reihe. Bei den bislang bestandstärksten Modellen spielte Mischbereifung keine nennenswerte Rolle.

Tabelle 7: Besonderheit Mischbereifung

Beispiel BMW 3er-Reihe

Marke	Handelsname / Modellreihe	Bereifungsoptionen (Dimensionen, Last- und Geschwindigkeitsindex)
BMW	3er (G20)	205/60 R16 96H, 205/60 R16 96W 225/50 R17 98H, 225/50 R17 98Y 225/45 R18 95H, 225/45 R18 95Y
	bis einschl. 330e mit Hybridantrieb 215 kW	Mischbereifung auf Vorder-/Hinterachse: 225/45 R18 95V / 255/40 R18 99V 225/45 R18 95Y / 255/40 R18 99Y 225/40 R19 93H / 255/35 R19 96H 225/40 R19 93Y / 255/35 R19 96Y 225/35 R20 90Y / 255/30 R20 92Y

Den Einzug der Mischbereifung verdeutlicht auch ein weiteres Fahrzeug mit einer bedeutenden Zulassungssteigerung gegenüber 2019. Die Mercedes Benz GLE-Klasse (Rang 61) ist beim Modell GLE 350d mit optionaler Mischbereifung lieferbar, Tabelle 8:

Tabelle 8: Optionale Mischbereifung

Beispiel Mercedes-Benz 350d

Marke	Handelsname / Modellreihe	Bereifungsoptionen (Dimensionen, Last- und Geschwindigkeitsindex)
Mercedes	GLE 350d, einschl. 4-Matic mit Hybridantrieb	235/65 R17 104V 235/60 R18 103V, 235/60 R18 107V 255/55 R18 105W 255/50 R19 103W 255/55 R19 107W 265/55 R19 109H 265/45 R20 104Y, 265/45 R20 108V 275/50 R20 109W, 275/50 R20 113H, W 265/40 R21 105Y
		Mischbereifung auf Vorder-/Hinterachse: 275/45 R21 107Y / 315/40 R21 111Y 285/40 R22 106Y / 325/35 R22 110Y

Die CLA-Klasse auf Rang 32 der Neuzulassungen wurde bis 2019 ebenfalls mit Mischbereifung angeboten. Hier als Beispiel in der Tabelle 9 auf dem CLA 180.

Tabelle 9: Optionen mit einer in Mischbereifung

Beispiel Mercedes-Benz CLA 180 bis Baujahr 2019

Marke	Handelsname / Modellreihe	Bereifungsoptionen (Dimensionen, Last- und Geschwindigkeitsindex)
Mercedes	CLA 180	195/65 R15 91T 205/55 R16 91H, 205/55 R16 91V 205/60 R16 92V 205/50 R17 93H 205/55 R17 91W 225/45 R17 91V, 225/45 R17 91W 225/40 R18 92V, 225/40 R18 92W, 225/40 R18 92Y 225/45 R18 91W 225/40 R19 93W Mischbereifung auf Vorder-/Hinterachse (bis BJ 2019): 225/40 R18 92 W/Y / 245/35 R18 92W/Y

Bei den zulassungsstärksten Elektrofahrzeugen ergibt sich das in Tabelle 10 gezeigte Bild:

Tabelle 10: Bereifungsoptionen für Elektrofahrzeuge

Die zulassungsstärksten Elektrofahrzeug-Modelle und ihre Reifendimensionen

Marke	Handelsname / Modellreihe	Bereifungsoptionen (Dimensionen, Last- und Geschwindigkeitsindex)
Renault	ZOE	185/65 R15 88Q, 185/65 R15 88T, 185/65 R15 92T 195/55 R16 91Q, 195/55 R16 91H, 195/55 R16 87H, 195/55 R16 91T 205/45 R17 88V 215/45 R17 91V
Tesla	Model 3	235/45 R18 98Y, 235/45 R18 98W 235/40 R19 96W 235/35 R20 92Y 245/35 R20 95Y
Smart	Fortwo-EV	Mischbereifung auf Vorder-/Hinterachse 165/65 R15 81T / 185/50 R16 81T 165/65 R15 81T / 185/60 R15 84T 165/65 R15 81T / 195/55 R15 175/60 R15 81T / 205/50 R15 185/50 R16 81T / 205/45 R16 83T 205/35 R18 81Y / 235/30 R18 85Y
Hyundai	Kona EV	215/55 R17 94V, 215/55 R17 94W 215/50 R18 92V

Bei Elektrofahrzeugen der neuen Generation von VW sind ebenfalls unterschiedliche Reifendimensionen auf Vorder- und Hinterachse zugelassen. Details zeigt Tabelle 11.

Tabelle 11: Bereifungsoptionen der ID-Reihe von Volkswagen

Mischbereifung bei Fahrzeugen der neuen Generation von VW

Marke	Handelsname/ Modellreihe	Bereifungsoptionen (Dimensionen, Last- und Geschwindigkeitsindex)
VW	ID.3	215/55 R18 95T 215/50 R19 93T 215/45 R20 95T
VW	ID.4	Mischbereifung auf Vorder-/Hinterachse 235/55 R19 / 255/50 R19 235/50 R20 / 255/45 R20 235/45 R21 / 255/40 R21

1.1.1.2 Auswahl an Hand von Mobilitätstrends

Als Indikator für zukünftige Bereifungen wird auch ein Markttrend im Mobilitätsbereich, das Car-Sharing herangezogen. Es wird unterschieden zwischen stationsbasiertem und sog. „free-floating“ Car-Sharing; im ersten Fall wird das Fahrzeug an einer Station in der Nähe abgeholt und muss dorthin zurückgebracht werden, im zweiten Fall steht das Fahrzeug dort, wo der letzte Kunde es abgestellt hat. Man ortet es per Mobiltelefon.

Im Marktsegment free-floating hat sich im Jahr 2020 die Zahl der bereitgestellten Fahrzeuge gegenüber 2019 um 48,9 Prozent erhöht. 12.000 Fahrzeuge werden im stationsbasierten Car-Sharing zur Verfügung gestellt. Im free-floating Car-Sharing werden 13.400 Fahrzeuge zum Teilen bereitgestellt, davon 1.020 in kombinierten Systemen (BCS 2020).

Aus den Angeboten der größten Anbieter der beiden Car-Sharing-Konzepte wurde eine Stichprobe zu den Fahrzeugen entnommen. Die größte Flotte im Marktsegment stationsbasiertes Car-Sharing betreibt „Stadtmobil“. Bei free-floating ist es „Share Now“, entstanden aus der Fusion von „car2go“ und „Drive Now“.

Für Stadtmobil wurde beispielhaft der Anbieter München CarSharing ausgewählt. Er hat folgende Fahrzeugkategorien im Portfolio (München CarSharing 2020):

- ▶ Miniklasse, z. B. Toyota Aygo
- ▶ Kleinwagen, z. B. Ford Fiesta
- ▶ Mittelklasse, z. B. Renault Megane
- ▶ Minivan, z. B. Toyota Verso
- ▶ Kleinbus, z. B. Opel Vivaro
- ▶ Mittlerer Bus, z. B. Ford Transit Bus
- ▶ Kleiner Transporter, z. B. Ford Transit Connect
- ▶ Mittlerer Transporter, z. B. Opel Vivaro
- ▶ Transporter, z. B. Ford Transit Transporter.

Diese Kategorien bilden einen repräsentativen Querschnitt des deutschen Fahrzeugbestands. SUV und Geländewagen, für die sich zunehmende Trends bei den Zulassungszahlen zeigen, sind allerdings nicht repräsentiert.

Beim Sharing-Typ free-floating hat „Share Now“ die größte Flotte. Sie wird als Datenquelle für diese Arbeit genutzt (Share Now 2020). Im Angebot finden sich diese Fahrzeugkategorien:

- ▶ Kategorie L: Fahrzeuge mit Platz für bis zu 5 Fahrgäste und Stauraum für viel Gepäck, z. B. BMW X1 und X2;
- ▶ Kategorie M: Fahrzeuge mit Platz für bis zu 5 Passagiere samt Gepäck, z. B. Mercedes-Benz A-Klasse, BMW i3 (als Vertreter der Kategorie Elektrofahrzeuge), BMW 1er;
- ▶ Kategorie S: Fahrzeuge mit Platz für bis zu 4 Passagiere und Wochenendgepäck, z. B. BMW Mini, Smart Forfour;
- ▶ Kategorie XS: Kleinstwagen für den Stadtverkehr, z. B. Fiat 500 (Zweitürer) und Smart Fortwo.

Die Kategorien bilden nach Klassen ebenfalls einen repräsentativen Querschnitt des Fahrzeugbestands in Deutschland ab. Kleine SUV sind über die BMW-X-Reihe abgedeckt. Zu beachten war allerdings, dass ausschließlich Autos von BMW und Mercedes im Angebot waren. Zulassungsstarke Fahrzeuge anderer Marken waren bei Share Now nicht mietbar. Im Berichtszeitraum war das Car-Sharing-Unternehmen ein Joint Venture von BMW und Mercedes.

Zum Vergleich wurden auch die Bereifungen der Fahrzeuge von Share Now bewertet. Tabelle 12 zeigt ausgewählte Beispiele:

Tabelle 12: Bereifungsoptionen für Fahrzeuge im Car-Sharing

Bereifungsoptionen für Beispiele von Fahrzeugen aus der Flotte von Share Now

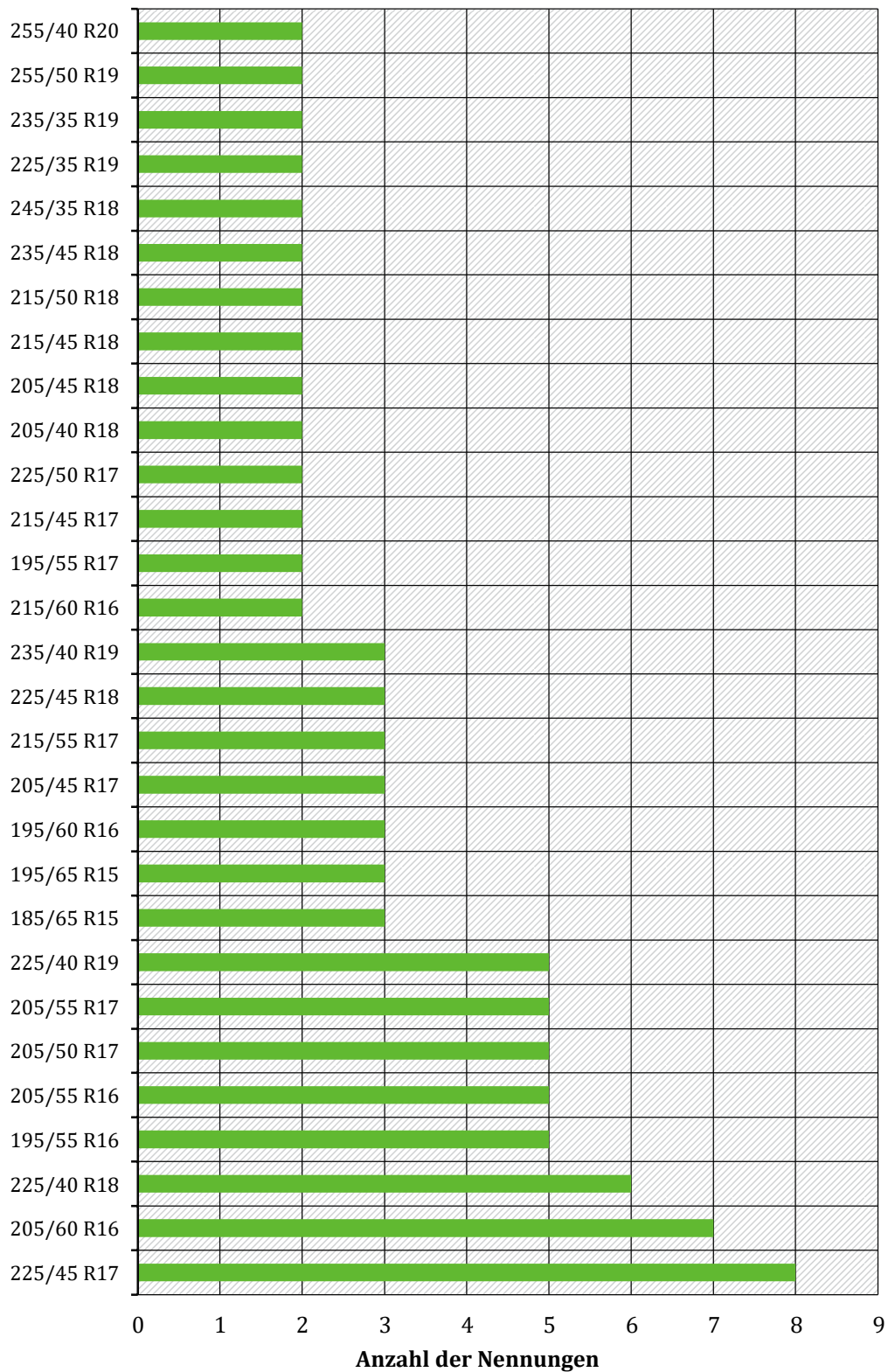
Marke / Modellreihe	Handelsname	Bereifungsoptionen (Dimensionen, Last- und Geschwindigkeitsindex)
BMW 1er	118i (100/103 kW)	195/55 R16 87H
		195/60 R16 89H
		205/55 R16 91H, 205/55 R16 91W
		195/55 R17 92H
		205/50 R17 89V
		225/45 R17 91H, 225/45 R17 94Y
		205/45 R18 90H
		225/40 R18 92Y, 225/40 R18 92V
		235/35 R19 91Y
		Bis Baujahr 2019/2020 auch Mischbereifung
		205/50 R17 89V / 225/45 R17 91V
		225/45 R17 91W / 245/40 R17 91W
		225/45 R17 91W / 225/45 R17 91W
		225/45 R17 91W / 245/40 R17 91W
		225/45 R17 91W / 225/45 R17 91W
		205/45 R18 86W / 225/40 R18 88W
		215/40 R18 85W / 245/35 R18 88W
		225/40 R18 88Y / 245/35 R18 88Y
		225/40 R18 92V / 225/40 R18 92V
		225/40 R18 88Y / 245/35 R18 88Y
		225/40 R18 92V / 225/40 R18 92V
		225/40 ZR18 / 245/35 ZR18
		225/35 R19 88Y / 245/30 R19 89Y
		225/35 R19 88Y / 245/30 R19 89Y

Marke / Modellreihe	Handelsname	Bereifungsoptionen (Dimensionen, Last- und Geschwindigkeitsindex)
BMW	I3	155/70 R19 88Q Mischbereifung 155/70 R19 84Q / 175/60 R19 86Q 155/60 R20 80Q / 175/55 R20 89Q 175/55 R20 89T / 195/50 R20 93T
BMW X-Serie	X2 s-Drive 16d (85 kW)	205/60 R17 93H 225/55 R17 97H, 225/55 R17 97W 205/55 R18 96H 225/50 R18 95H, 225/50 R18 95W, 225/50 R18 99W 225/45 R19 96W, 225/45 R19 92W, 225/45 R19 96V, 225/45 R19 96Y 225/40 R20 94Y
BMW Mini	Cooper (100 kW)	175/65R15 84H 175/60R16 86H 185/50R17 86H 195/55 R17 92H 195/55 R16 87V, 195/55 R16 87W 205/45 R17 88V, 205/45 R17 88W 205/55 R16 91W 225/45 R17 91H, 225/45 R17 94Y, 225/45 R17 91W 225/45 R17 94W 205/40 R18 86W 205/45 R18 90H 225/40 R18 92V, 225/40 R18 92Y 235/35 R19 91Y
Mercedes Benz A-Klasse	A180 (100 kW)	205/60 R16 92H, 205/60 R16 92V 205/55 R17 91H, 205/55 R17 91W 225/50 R17 91H, 225/50 R17 91W 225/45 R18 91H, 225/45 R18 91W, 225/45 R18 95W 225/40 R19 93H, 225/40 R19 93W

Unter Berücksichtigung der Reifendimensionen, die die Bereifungen der Fahrzeuge für neue Mobilitätstrends repräsentieren, und auch der Reifendimensionen für die Fahrzeuge mit starken Trends in den Fahrzeugneuzulassungen ergeben sich die in Abbildung 2 gezeigten Häufigkeiten:

Abbildung 2: Häufigkeit von Reifendimensionen in der Erstausrüstung bei Trends

Häufigkeit der Reifendimensionen bei Fahrzeugtypen mit hohen Neuzulassungszahlen und für Car-Sharing
(alle Reifendimensionen mit jeweils mindestens 2 Nennungen)



Quelle: eigene Darstellung, TÜV SÜD

Von den 102 genannten Bereifungen bilden die am häufigsten genannten 8 Dimensionen mit 46 Nennungen einen Anteil von 45 Prozent aller erfassten Dimensionen ab. Das entspricht einem Anteil von fast der Hälfte.

Diese acht Dimensionen sind:

- ▶ 195/55 R16
- ▶ 205/55 R16
- ▶ 205/60 R16
- ▶ 205/50 R17
- ▶ 205/55 R17
- ▶ 225/45 R17
- ▶ 225/40 R18
- ▶ 225/40 R19.

1.1.1.3 Auswahl an Hand von Daten des Reifenhandels

Hier werden Daten aus dem Reifengroßhandel betrachtet. Erfasst sind Bevorratungs- und Verkaufszahlen sowie entsprechende Trends (BRV 2019), (RSU 2020), (BRV 2020).

Am häufigsten verkauft werden die Dimensionen

- ▶ 195/65 R15
- ▶ 205/55 R16.

Bei der Zollgröße 15 ist ein rückläufiger Trend zu beobachten.

Bei den Stückzahlen folgen mit einem zunehmenden Trend

- ▶ 225/45 R17 mit uneinheitlicher Tendenz bei Sommer- und Winter- oder Ganzjahresreifen
- ▶ 205/60 R16
- ▶ 225/40 R18 bei Sommer- und Ganzjahresreifen.

Ebenfalls umsatzstarke Dimensionen, aber mit fallender Tendenz sind

- ▶ 175/65 R14
- ▶ 165/70 R14
- ▶ 185/65 R15.

Bei der Größe 185/60 R15 entwickeln sich die Verkaufszahlen uneinheitlich, während sie für

- ▶ 195/55 R16
- ▶ 215/60R16
- ▶ 225/50 R17

► 225/55 R17.

zunehmen.

Es zeigt sich ein deutlicher Trend zu größeren Rädern. Bei Zollgrößen bis einschließlich 16 sinken die Verkäufe. Im Feld der 17 Zoll-Räder und größer gibt es eine Zunahme. Bei Winter- und Ganzjahresreifen ist eine ähnliche Entwicklung bereits ab 16 Zoll zu sehen. Die Zollgröße 16 verharrt mit einem Drittel der Verkäufe allerdings weiterhin auf hohem Niveau. Dies gilt insbesondere bei wintertauglichen Reifen. Ebenfalls erkennbar ist eine Tendenz zu niedrigeren Querschnitten.

Eine gravierende Veränderung zeigt sich nach Informationen der Handelsverbände bei der Nutzung von Ganzjahresreifen. Der zweimal jährliche Wechsel zwischen Sommer- und Winterreifen nimmt ab. Verbraucherverbände wie der ADAC und Fachpresse schenken den Ganzjahresreifen zunehmende Aufmerksamkeit.

Ein weiterer Trend ist der zu Reifen mit erhöhter Tragfähigkeit, so genannte Extra-Load-Varianten. Aktuell werden erste Fahrzeugmodelle aus dem SUV-Segment sogar mit noch stärker belastbaren Reifen der Spezifikation „High Load“ ausgeliefert.

Die Reifenmarken der Hersteller sind sehr vielfältig und das Angebot ist einem schnellen Wechsel unterlegen. Die Verkaufszahlen hängen zum einen von Faktoren wie Preis und Qualität ab. Hier geben u. a. Testergebnisse oder Werkstattempfehlungen den Ausschlag. Andererseits haben Vertriebsaktivitäten der Großhändler einen Einfluss. Beispiele sind Angebote von so genannten Eigenmarken. Zudem hat das Produktportfolio auf Internetplattformen zunehmendes Gewicht. Rankings von Verkaufszahlen sind deshalb hinsichtlich ihrer Repräsentanz im Markt nicht verlässlich einzuschätzen. Für diesen Bericht wurde eine Clusterung von Herstellern und Marken nach Preis- und Qualitätsklassen vorgenommen. Sie können sich abhängig von der Einschätzung durch den Markt und der Selbsteinschätzung des Herstellers verschieben.

Folgende Gruppen wurden gebildet:

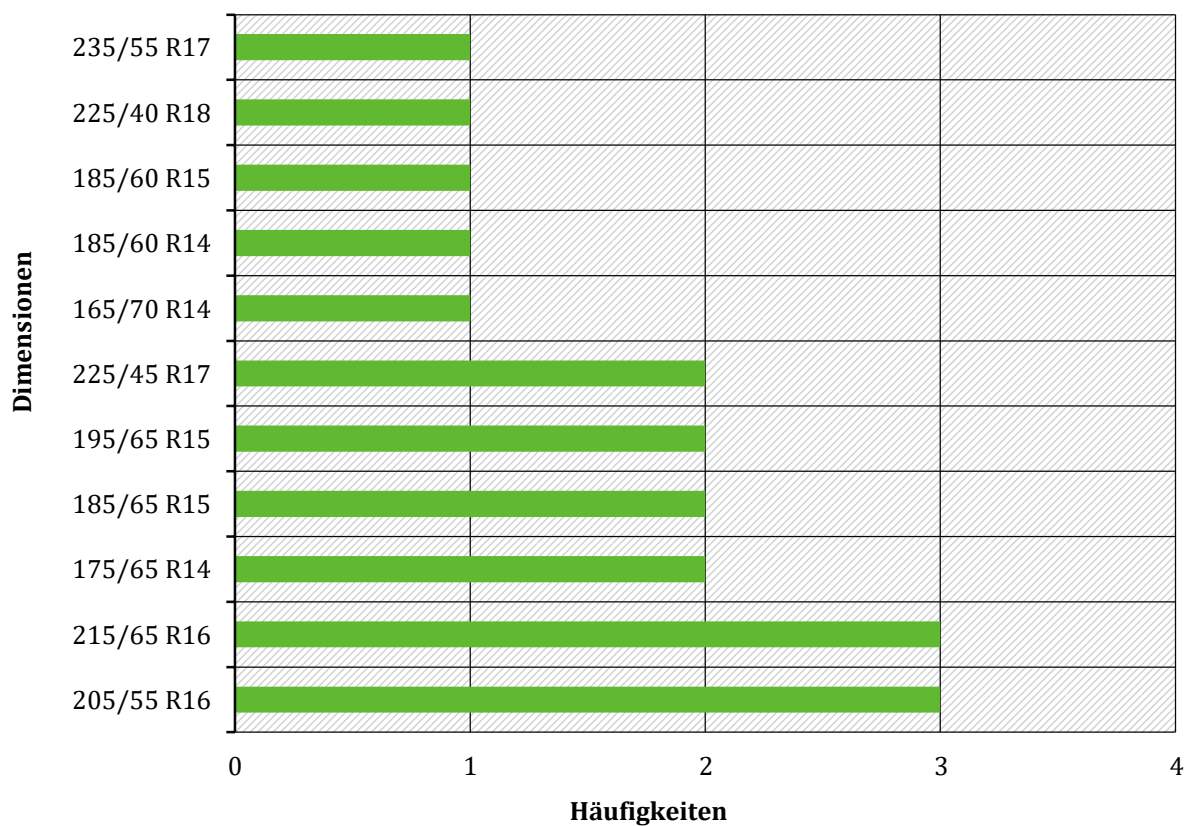
- Premiumhersteller: Bridgestone, Continental, Dunlop, Goodyear, Hankook, Michelin, Nokian, Pirelli.
- Qualitätsreifenhersteller oder -marken. Darunter sind oft Zweitmarken der Premiumhersteller: Apollo, BF Goodrich, Cooper, Falken, Firestone, Fulda, General Tire, Giti, GT-Radial, Kleber, Kumho, Nexen, Semperit, Toyo, Uniroyal, Vredestein, Yokohama.
- Budget-Hersteller oder -Marken: Aeolus, Avon, Barum, Ceat, Cordiant, Dayton, Debica, ESATecar, Gislaved, Kama, Kenda, Kormoran, Lassa, Laufenn, Leao, Mabor, Marangoni, Marshal, Matador, Maxxis, Mitas, Nankang, Petlas, Platin, Pneumant, PointS, Riken, Roadstone, Rotex, Sailun, Sava, Sieberling, Taurus, Torque, Westlake.
- Low Budget – Darunter fallen Hersteller und Marken wie: Achilles, Atlas, ChengShin, Delinte, Double Coin, DoubleStar, Duraturn, EP Tyre, Federal, Formula, Fortuna, Fortune, Goodride, Haida, Imperial, Infinity, Jinyu, Landsail, Lexani, Linglong, Mastersteel, Mazzini, Minerva, Nordexx, Radar, Rosava, Rotalla, Saetta, Star Performer, Starco, Starmaxx, Sumitomo, Sunny, Superia, Syron, Tiger, Tomket, Tracmax, Triangle, Tristar, Viking, Wanda, Wanli, Windpower, Zeetex, Zeta.

1.1.1.4 Auswahl an Hand von veröffentlichten Reifentests zur Verbraucherinformation

Um einen genaueren Einblick in den Markt und die für die Verbraucher und Verbraucherinnen relevanten Reifen zu bekommen, wurden Testberichte ausgewertet. Die halbjährliche Veröffentlichung des ADAC-Reifentests wurde bewertet hinsichtlich der in den Jahren 2012 bis 2020 im Test berücksichtigten Reifendimensionen (ADAC 2012 bis 2018) und (ADAC 2019/ 2020). Es wurden in diesem Zeitraum 19 Dimensionen (Abbildung 3) für Sommerreifen und 21 Dimensionen für Winter- bzw. Ganzjahresreifen getestet (Abbildung 4). Die Dimensionen wiederholen sich z. T. mehrfach und in unregelmäßigen Abständen. Die Abbildungen zeigen die Häufigkeiten im Test für Sommer- bzw. Winter- und Ganzjahresreifen.

Abbildung 3: Reifendimensionen in ADAC-Tests von Sommerreifen

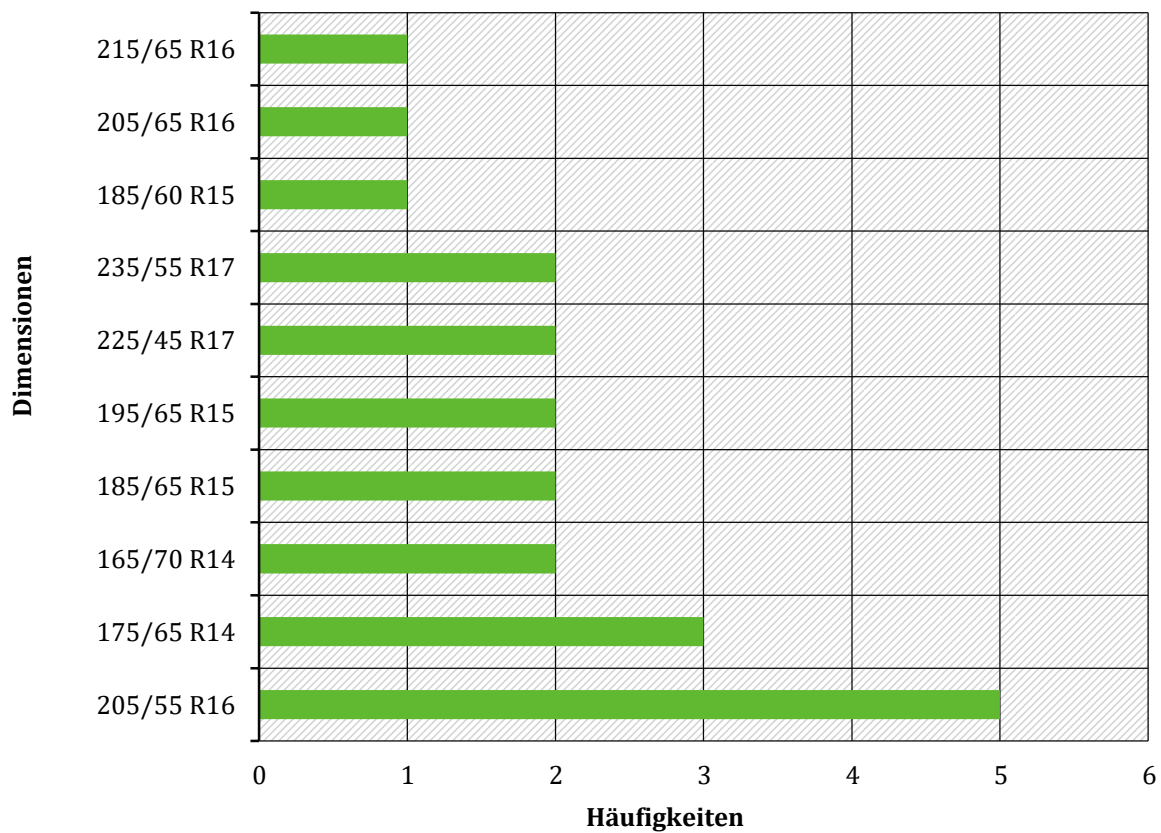
Häufigkeit der getesteten Dimensionen von 2012 bis 2020



Quelle: eigene Darstellung, TÜV SÜD

Abbildung 4: Reifendimensionen in ADAC-Tests von Winter- und Ganzjahresreifen

Häufigkeit der getesteten Dimensionen von 2012 bis 2020



Quelle: eigene Darstellung, TÜV SÜD

Neben Reifen für die Fahrzeugsegmente Kleinwagen, Kompaktwagen und Mittelklassewagen werden regelmäßig Reifen für das Segment SUV/Geländewagen mit eingebunden; typische Reifendimensionen in diesen Segmenten sind 215/65 R16 und seit dem Test-Jahr 2020 auch 235/55 R17 (u. a. als Ganzjahresreifen) bei den SUV.

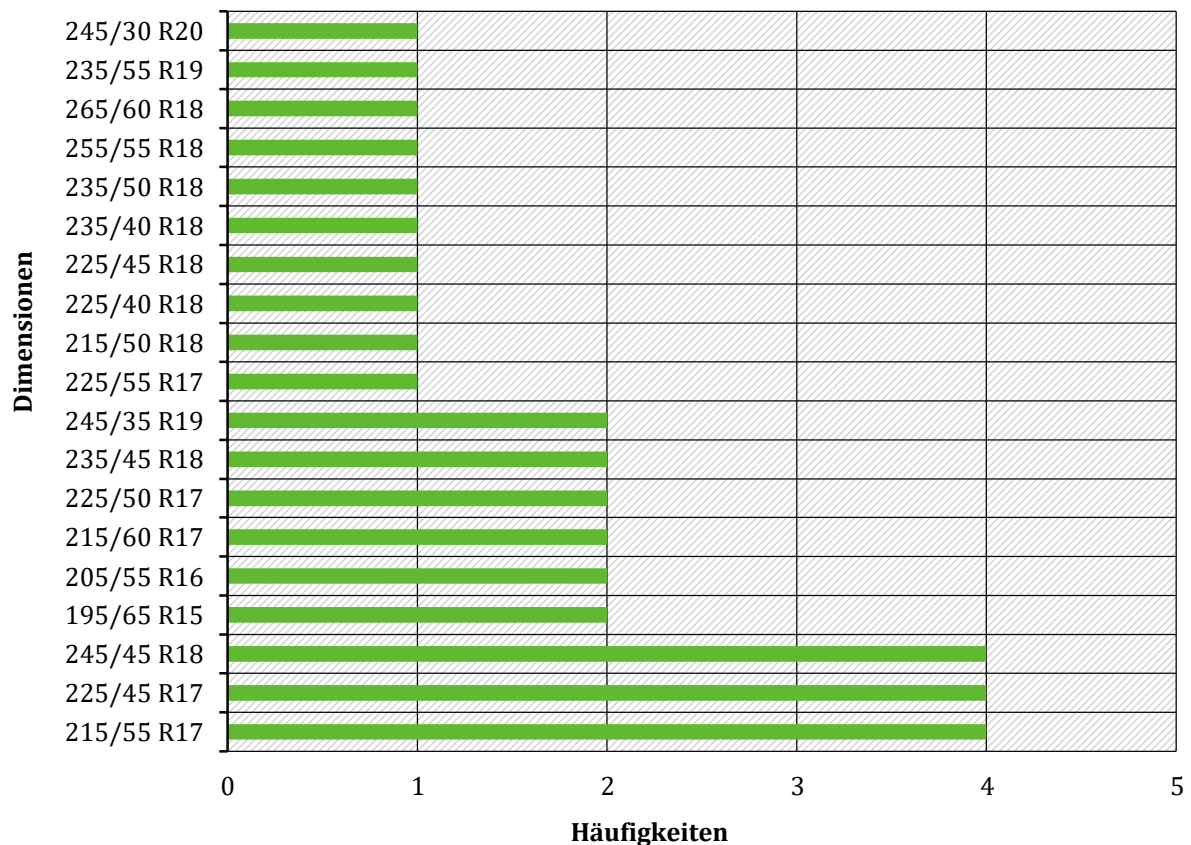
Die Reifendimensionen mit mindestens zweimaliger Berücksichtigung im Test sind:

- 165/70 R14
- 175/65 R14
- 185/65 R15
- 195/65 R15
- 205/55 R16
- 215/65 R16
- 225/45 R17
- 235/55 R17.

Zum Vergleich und zur Ergänzung wurden die Sommer- und Winter- bzw. Ganzjahresreifen-Tests weiterer in Deutschland veröffentlichten Verbraucherinformationen in den Jahren 2016 bis 2020 von folgenden Instituten und Autozeitschriften ausgewertet: ACE, Autobild, Auto Motor Sport, Autozeitung, Firmenauto, Gute Fahrt und GTÜ (Reifenlab 2020). Die Häufigkeiten der Berücksichtigung der jeweiligen Dimensionen in diesen Veröffentlichungen zeigen die Abbildungen 5 und 6:

Abbildung 5: Reifendimensionen in weiteren Tests von Sommerreifen

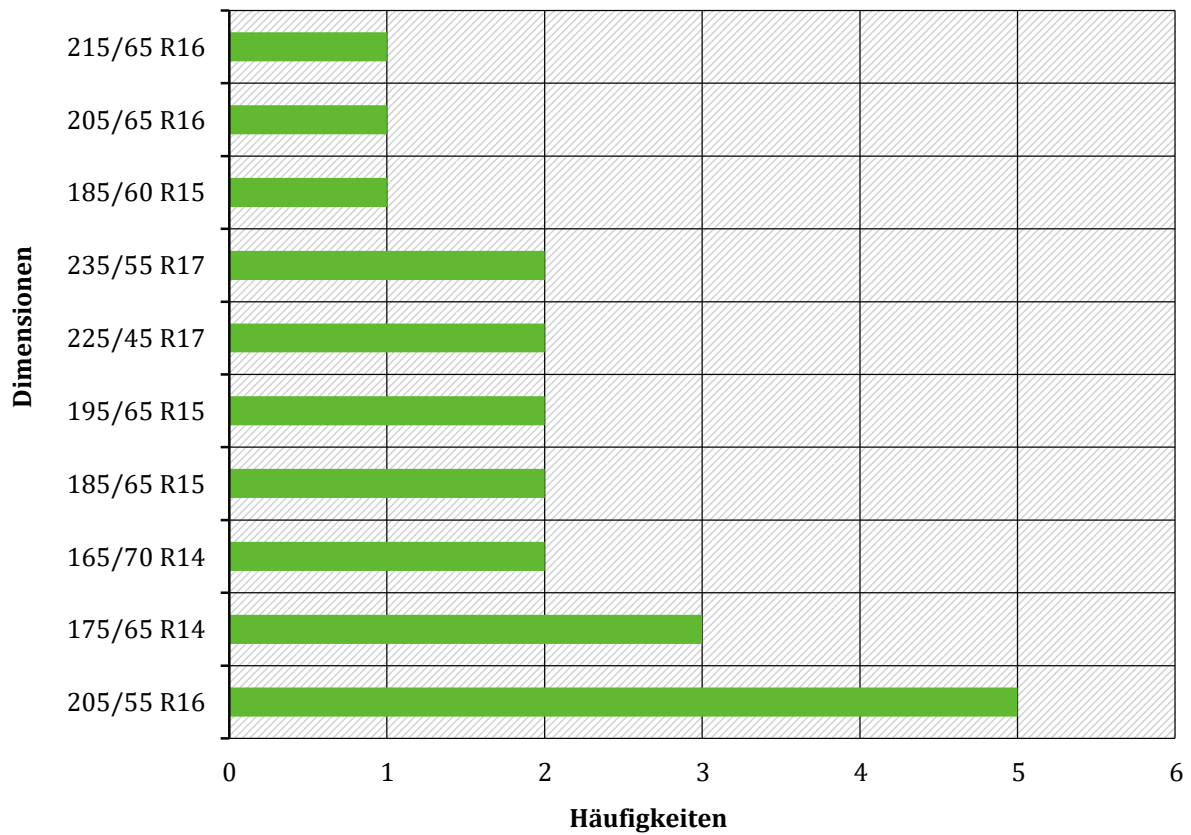
Häufigkeit der getesteten Dimensionen von 2016 bis 2020



Quelle: eigene Darstellung, TÜV SÜD

Abbildung 6: Reifendimensionen in weiteren Tests von Winter- und Ganzjahresreifen

Häufigkeit der getesteten Dimensionen von 2016 bis 2020



Quelle: eigene Darstellung, TÜV SÜD

Die hier am häufigsten getesteten Reifendimensionen (mindestens zweimalige Berücksichtigung) sind folgende:

- ▶ 165/70 R14
- ▶ 175/65 R14
- ▶ 185/65 R15
- ▶ 195/65 R15
- ▶ 205/55 R16
- ▶ 215/55 R17
- ▶ 215/60 R17
- ▶ 225/45 R17
- ▶ 225/50 R17
- ▶ 235/55 R17

- ▶ 235/45 R18
- ▶ 245/45 R18
- ▶ 245/35 R19.

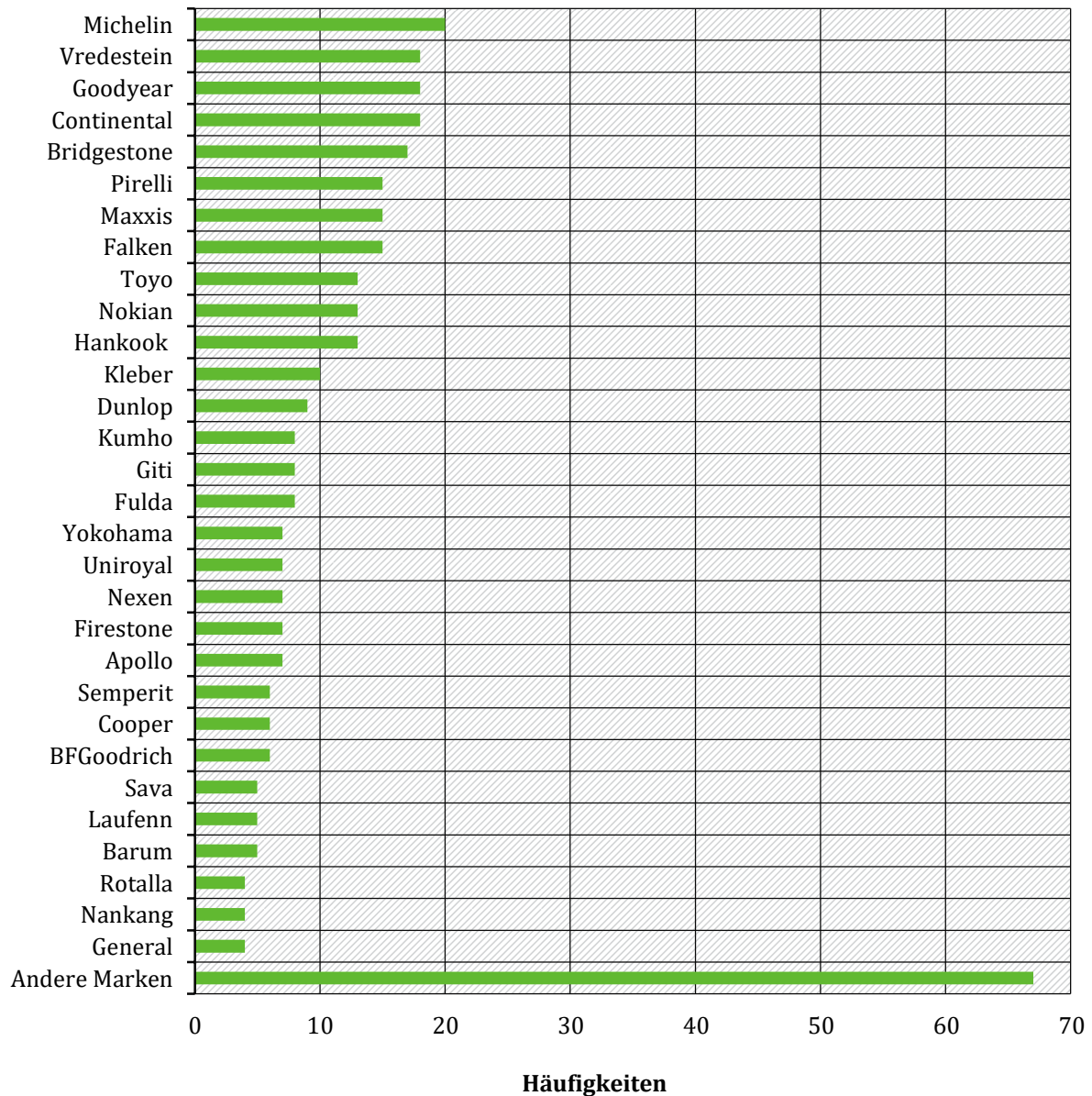
Im Vergleich zum ADAC-Test waren hier auch Dimensionen mit Radgrößen 18 Zoll und 19 Zoll häufig im Test.

Zur Auswahl der Reifen für die Tests erklärt der ADAC (ADAC 2019/2020): „Ziel ist es, die gesamte Preisspanne von der Premiummarke bis zum günstigen Preissegment abzubilden. Da der Reifenmarkt zwischenzeitlich viele, teilweise wenig bekannte Marken umfasst, wird auch versucht, diese „neuen“ Marken zu berücksichtigen. Bei begrenzten Testkapazitäten ergibt dies den Wegfall anderer, meist bekannterer Marken. Bei der Produktauswahl werden nur Reifenmodelle berücksichtigt, deren EU-Reifenlabel in dem Kriterium „Nasshaftung“ die Klasse „C“ oder besser trägt. Damit soll vermieden werden, dass Reifen an dem Vergleichstest teilnehmen, die dem Anschein nach die Mindestanforderung in diesem wichtigen Kriterium nicht erfüllen“.

Die Bandbreite der berücksichtigten Reifenhersteller bzw. Handelsmarken in den zusätzlichen ausgewerteten Testberichten ist deshalb insgesamt größer; die Stichprobe wird deshalb auf die o.g. weiteren veröffentlichten Tests erweitert. Beispielhaft sind die Hersteller bzw. Handelsmarken der für die Tests in einem Jahr (2020) ausgewählten Reifenmarken nach der Häufigkeit dargestellt, wie oft sie in einen Test eingebunden wurden. Insgesamt wurden in den 365 im Jahr 2020 betrachteten Tests die Sommer-, Winter- und Ganzjahresreifen von 77 unterschiedlichen Marken getestet. Abbildung 7 zeigt daraus die am häufigsten ausgewählten Marken.

Abbildung 7: Reifenhersteller in Tests

Häufigkeit der getesteten Reifenmarken in Tests im Jahr 2020



Quelle: eigene Darstellung, TÜV SÜD

Neben den 30 am häufigsten ausgewählten Marken, insbesondere aus den in Kapitel 1.1.3. aufgeführten Segmenten „Premium“, „Qualität“ und in einigen Fällen „Budget“, wurden für die Tests auch 67-mal mit jeweils kleineren Häufigkeiten Reifen von 47 verschiedenen Marken, hauptsächlich aus dem Niedrigpreissegment „Low-Budget“ ausgewählt. Die im Handel beobachtete Vielfalt zeigt sich damit inzwischen auch deutlich in den veröffentlichten Tests.

1.1.1.5 Statistische Bewertung der Reifendimensionen in den Auswahlkriterien

Charakteristische Kennwerte der Stichprobe aller optionalen Reifendimensionen für die bestandsstärksten Fahrzeugtypen sind:

- ▶ Nennquerschnittsbreiten von 155 bis 235 Millimeter
- ▶ Verhältnis von Querschnittshöhe zu Querschnittsbreite: 40 bis 80
- ▶ Radfelgengrößen: 13 bis 19 Zoll.

Elektrofahrzeuge vor allem der ersten Generationen sind häufig mit Reifen bestückt, die im Verhältnis zur Radgröße und zum Durchmesser schmal sind. Dieses Design begünstigt leichteres Abrollen (geringen Rollwiderstand) und einen geringeren Luftwiderstand. Es wurde quantifiziert, wie weit eine Reifendimension diesem Trend folgt. Dazu wurde zusätzlich zu den obigen Angaben der Außendurchmesser bewertet und für diesen Bericht die Kenngröße „TNI“ für Tall-and-Narrow-Index eingeführt. Sie entspricht dem Verhältnis des Außendurchmessers zur Querschnittsbreite. Es wurden berechnet:

- ▶ Außendurchmesser von 570 bis 671 Millimeter, Mittelwert 619
- ▶ TNI von 2,7 bis 3,7, Mittelwert 3,1.

Die Untergruppe der Stichprobe mit den sieben Dimensionen und häufigsten Nennungen zeigt folgende Bandbreiten:

- ▶ Nennquerschnittsbreiten von 175 bis 205 Millimeter
- ▶ Radfelgengrößen von 14 bis 17 Zoll
- ▶ Verhältnis Querschnittshöhe zu Querschnittsbreite: 50 bis 65
- ▶ Außendurchmesser 584 bis 638 Millimeter, Mittelwert 620
- ▶ TNI von 3,1 bis 3,3, Mittelwert 3,2.

Die charakteristischen Kennwerte der zur Verbraucherinformation vom ADAC getesteten Reifendimensionen zeigen diese Bandbreiten:

- ▶ Nennquerschnittsbreiten: 165 bis 235 Millimeter
- ▶ Radfelgengrößen: 14 bis 18 Zoll
- ▶ Verhältnis Querschnittshöhe zu Nennquerschnittsbreite: 40 bis 70
- ▶ Außendurchmesser 578 bis 690 Millimeter, Mittelwert 626
- ▶ TNI: 2,8 bis 3,6; Mittelwert 3,2.

Bei der Untergruppe der acht Dimensionen aus den häufigsten Nennungen – je mindestens zweimal – sind die Bandbreiten:

- ▶ Nennquerschnittsbreiten: 165 bis 235 Millimeter
- ▶ Radfelgengrößen: 14 bis 17 Zoll
- ▶ Verhältnis Querschnittshöhe zu Nennquerschnittsbreite: 45 bis 70
- ▶ Außendurchmesser 584 bis 690 Millimeter, Mittelwert 634
- ▶ TNI: 2,8 bis 3,6; Mittelwert 3,2.

Bei Betrachtung der Trends, die sich derzeit im Markt abzeichnen (Neuzulassungen und Mobilitätskonzept Car-Sharing, einschließlich Elektrofahrzeuge) sind die charakteristischen Bandbreiten der Stichprobe aus der Population an Reifendimensionen:

- ▶ Nennquerschnittsbreiten: 155 bis 325 Millimeter
- ▶ Verhältnis Querschnittshöhe zu Nennquerschnittsbreite: 30 bis 70
- ▶ Radfelgengrößen: 14 bis 22 Zoll
- ▶ Außendurchmesser 587 bis 787 Millimeter, Mittelwert 668
- ▶ TNI: 2,4 bis 4,5; Mittelwert 3,0.

Bei der Untergruppe der acht Dimensionen aus den hierbei häufigsten Nennungen sind die Bandbreiten:

- ▶ Nennquerschnittsbreiten: 195 bis 225 Millimeter
- ▶ Verhältnis Querschnittshöhe zu Nennquerschnittsbreite: 40 bis 60
- ▶ Radfelgengrößen: 16 bis 19 Zoll
- ▶ Außendurchmesser 620 bis 663 Millimeter, Mittelwert 642
- ▶ TNI: 2,8 bis 3,2; Mittelwert 3,0.

Die Untergruppe mit den 33 auf Elektrofahrzeugen eingesetzten Dimensionen (aus Tabelle 10 und 11, sowie BMW i3 in Tabelle 12) zeigt die charakteristischen Bandbreiten:

- ▶ Nennquerschnittsbreiten: 155 bis 255
- ▶ Verhältnis Querschnittshöhe zu Nennquerschnittsbreite: 35 bis 70
- ▶ Radfelgengrößen: 15 bis 21 Zoll
- ▶ Außendurchmesser 587 bis 745 Millimeter, Mittelwert 663
- ▶ TNI: 2,5 bis 4,5; Mittelwert 3,2.

Die Bandbreite des TNI ist bei dieser Kategorie von Pkw besonders ausgeprägt, wie in Tabelle 13 beispielhaft durch einige Reifendimensionen dargestellt:

Tabelle 13: Bandbreite Tall-and-Narrow-Index bei Elektrofahrzeugen

TNI für Beispiele der Reifendimensionen

Dimension	Nennquerschnittsbreite	Außendurchmesser	TNI
235/30 R18	235	599	2,5
235/35 R20	235	647	2,8

Dimension	Nennquerschnittsbreite	Außendurchmesser	TNI
245/35 R20	245	680	2,8
235/45 R18	235	669	2,8
165/65 R15	165	595	3,6
195/50 R20	195	704	3,6
175/60 R19	175	693	4,0
175/55 R20	175	700	4,0
155/60 R20	155	694	4,5
155/70 R19	155	701	4,5

Die statistische Bewertung führt zu folgendem Ergebnis:

Die Reifendimensionen aus der Stichprobe unter Berücksichtigung der aktuellen Markttrends bei Fahrzeugen und Reifen verschieben sich gegenüber denen aus dem Fahrzeugbestand wie folgt:

- Die nominelle Nennquerschnittsbreite von 175 bis 205 auf 195 bis 225 Millimeter
- Das Verhältnis Querschnittshöhe zu Querschnittsbreite: von 50 bis 65 auf 40 bis 60
- Die Zollgröße von 14 bis 17 auf 16 bis 19
- Der Außendurchmesser im Mittel von 620 auf 642 Millimeter
- Der TNI im Mittel von 3,2 auf 3,0, allerdings bei einer jetzt hohen Bandbreite von 2,4 bis 4,5.

Es zeichnen sich tendenziell größere Laufflächenbreiten und Raddurchmesser ab bei gleichzeitig abnehmenden Verhältnis von Querschnittshöhe zu Querschnittsbreite. Die Bandbreite der Kenngröße „TNI“, dem Tall-and-Narrow-Index, entsprechend dem Verhältnis des Außendurchmessers zur Querschnittsbreite, nimmt, bedingt durch die berücksichtigten Elektrofahrzeug-Bereifungen, deutlich zu bei jedoch kaum verändertem Mittelwert. In welche Hauptrichtung sich die Entwicklung hier bewegen wird, ist noch nicht klar absehbar. Sie wird sowohl von den Präferenzen der Automobilhersteller als auch Parametern wie Energiepolitik, Umweltschutz und Wirtschaft abhängen. In jedem Fall wird aber die bisherige Abhängigkeit von Nennquerschnittsbreite und Zollgröße zukünftig nicht mehr Bestand haben.

1.1.1.6 Zusammenfassung aller Auswahlkriterien

Die Schnittmenge aller für die Auswahl berücksichtigten Parameter bilden die drei Dimensionen:

- 225/45 R17

- ▶ 205/55 R16
- ▶ 195/65 R15.

Die Dimension, die bei allen untersuchten Kriterien von Bereifungen am häufigsten vorkommt, ist 205/55 R16. Die noch sehr verbreitete Dimension 195/65 R15 ist lediglich in der Kategorie „aktuelle Trends“ (Neuzulassungen und neue Mobilitätskonzepte) nicht mehr unter den Häufigsten. Diese wiederum sind:

- ▶ 195/55 R16
- ▶ 205/55 R16
- ▶ 205/60 R16
- ▶ 205/50 R17
- ▶ 205/55 R17
- ▶ 225/45 R17
- ▶ 225/40 R18
- ▶ 225/40 R19.

Es ist davon auszugehen, dass diese neun Dimensionen den Markt in naher Zukunft repräsentieren werden. Allenfalls kann es geringe Variationen innerhalb der Parameter Zollgröße und/oder Querschnitts-Höhenverhältnis geben. Ein deutlicher Trend zu Nennquerschnittsbreiten von 235 bis 255 Millimeter ist vorhersehbar, aber auch zu Nennquerschnittsbreiten ab 195 mm und darunter, dann jedoch in Kombination mit Radgrößen ab 19 Zoll (vorne als Reifen mit hohem Wert für den zusätzlichen Kennwert „TNI“ gekennzeichnet).

Die Angebote von Herstellern und Handelsmarken reichen von Premiumreifen bis zu Low-Budget-Fabrikaten. Je nach Handelsweg und Ort des Verkaufs sind sie unterschiedlich ausgeprägt. Es wurden deshalb, unter Berücksichtigung der Auswertungen zum Reifenhandel und zu den Verbraucherinformationstests, für das Kollektiv zur messtechnischen Untersuchung Reifen von Herstellern aus allen vier auf Seite 40 aufgelisteten Gruppen in der Auswahl berücksichtigt.

Die Auswahl enthält auch Sommer, Winter- und Ganzjahresreifen. Ebenfalls in der Auswahl berücksichtigt werden die häufig genannten Reifendimensionen mit den großen Nennquerschnittsbreiten (bis 275 mm) bzw. insbesondere auch die Dimensionen mit speziellen geometrischen Charakteristika, mit denen die Elektrofahrzeuge ausgerüstet sind (so weit zum Zeitpunkt der Bearbeitung des Vorhabens im Markt verfügbar); dies waren 5 Fabrikate in 8 Dimensionen mit insgesamt 10 Reifensätzen, die speziell für die Ausstattung von Elektrofahrzeugen vorgesehen sind; die Bandbreite des TNI umfasste dabei den Bereich von 2,9 bis 4,5.

Das nach den angewandten Kriterien ausgewählte Kollektiv wurde ergänzt durch 16 Reifensätze desselben Fabrikats (Profiltyps) in unterschiedlichen Dimensions-Kombinationen zum Zweck der Untersuchung der Familienbildung und umfasste insgesamt 60 Reifensätze, je 4 Reifen in 27 unterschiedlichen Dimensionen und von 35 verschiedenen Fabrikaten (Profiltypen).

1.1.2 Prüfungen der Reifenabrollgeräusche

Die Prüfungen der Reifenabrollgeräusche für alle Reifen des Testkollektivs wurden auf handelsüblichen Pkw und nach dem in der UNECE-Regelung Nr. 117, Anhang 3 beschriebenen Messverfahren auf einer Prüfstrecke mit zur einschlägigen ISO-Norm 10844 konformen Fahrbahn durchgeführt (Abbildung 8).

Abbildung 8: Abrollgeräuschmessung auf der Teststrecke

Fahrzeug im Messfeld auf der ISO-Prüfstrecke



Quelle: Foto von TÜV SÜD

Erste Priorität der Fahrzeugauswahl für die Prüfungen war die Ausstattung mit der jeweiligen Reifenspezifikation wie im Markt, zweite Priorität war die Reduzierung der Fahrzeugvarianten innerhalb der Stichprobe auf ein Minimum, um den Einfluss des Fahrzeugs auf die Varianz der Messergebnisse zu reduzieren. Die Reifen wurden dazu auf für das jeweilige Fahrzeug und den Reifen geeigneten, handelsüblichen Rädern montiert; wenn erforderlich, insbesondere im Fall von Elektrofahrzeugen ohne verfügbare Räder im Handel, wurden die für die Erstausrüstung der Fahrzeuge verwendeten Original-Räder beschafft. Alle Reifensätze wurden vor der Prüfung über eine Strecke von 100 km auf öffentlichen Straßen und unter mäßiger Belastung eingefahren.

Die Messdaten der Abrollgeräusch-Schalldruckpegel (SDP) wurden entsprechend der Vorgaben nach UNECE-Regelung Nr. 117, Anhang 3 ausgewertet. Die als „SDP“ angegebenen Werte sind die Typprüfwerte und enthalten die in der Prüfvorschrift vorgegebenen Korrekturen, sowie Rundungen und Abzüge auf Grund der Messungenauigkeit.

1.1.2.1 Übersicht der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse der Prüfungen für das gesamte Kollektiv sind in Tabelle 14 dargestellt:

Tabelle 14: Prüfergebnisse der Abrollgeräuschmessungen

Nr.	Dimension	Kategorie	Fabrikat	Ermittelter Messwert (SDP) [dB(A)]	d (LV-SDP)	d (SDP-Label)	d (LV-Label)	XL-Reifen "x"	Alpine-Reifen "x"	Grenzwert (LV) [dB(A)]	Angegebener Labewert [dB(A)]	Testfahrzeug
1	195/65 R15	Premium	Goodyear Efficient Grip Performance 2 91H	68	3	0	3	-	-	71	68	Skoda Octavia

Nr.	Dimension	Kategorie	Fabrikat	Ermittelter Messwert (SDP) [dB(A)]	d (LV-SDP)	d (SDP-Label)	d (LV-Label)	XL-Reifen "x"	Alpine-Reifen "x"	Grenzwert (LV) [dB(A)]	Angegebener La-belwert [dB(A)]	Testfahrzeug
2	195/65 R15	OE	Michelin Primacy 4 S1 91H	70	1	2	3	-	-	71	68	Skoda Octavia
3	195/65 R15	Quality	Fulda Eco Control HP2 91H	69	2	-1	1	-	-	71	70	Skoda Octavia
4	195/65 R15	Budget	GT Radial Champiro FE1 91H	69	2	-1	1	-	-	71	70	Skoda Octavia
5	195/65 R15	Lo budget	Landsail Quirin 990 91H	68	3	2	5	-	-	71	66	Skoda Octavia
6	205/55 R16	Premium Wi	Pirelli Cinturato Winter 91H	69	3	3	6	-	x	72	66	VW Golf
7	205/55 R16	Premium So	Michelin Primacy 4 91V	69	2	1	3	-	-	71	68	VW Golf
8	205/55 R16	Premium GJ	Michelin Cross Climate + 91H	70	2	1	3	-	x	72	69	VW Golf
9	205/55 R16	OE	Goodyear Efficient Grip ROF MOE 91V	70	1	2	3	-	-	71	68	VW Golf
10	205/55 R16	Quality Wi	Toyo Observe S944 91H	70	2	1	3	-	x	72	69	VW Golf
11	205/55 R16	Quality So	Kumho Ecsta HS51 91V	70	1	1	2	-	-	71	69	VW Golf
12	205/55 R16	Quality GJ	Kleber Quadraxer 2 91H	69	3	1	4	-	x	72	68	VW Golf
13	205/55 R16	Budget Wi	GT Radial Winterpro 2 91H	71	1	1	2	-	x	72	70	VW Golf
14	205/55 R16	Budget So	Maxxis Mecotra 3 91V	70	1	1	2	-	-	71	69	VW Golf
15	205/55 R16	Budget GJ	Laufenn G-Fit 4S LH71 94V XL	72	0	0	0	x	x	72	72	VW Golf
16	205/55 R16	Lo budget Wi	Radar Dimax Alpine 91H	68	4	0	4	-	x	72	68	VW Golf
17	205/55 R16	Lo budget So	Rotalla Setula E-Race 91W	70	1	1	2	-	-	71	69	VW Golf
18	205/55 R16	Lo budget GJ	Fortuna Ecoplus 4S 94H XL	71	1	1	2	x	x	72	70	VW Golf
19	225/45 R17	Premium	Dunlop Sport Maxx RT 91W	71	0	4	4	-	-	71	67	VW Golf
20	225/45 R17	OE	Goodyear Excellence ROF MOE 91W	72	-1	4	3	-	-	71	68	VW Golf
21	225/45 R17	Quality	Yokohama Blue Earth-ES 32 94V XL	71	1	3	4	x	-	72	68	VW Golf
22	225/45 R17	Budget	Sava Intensa UHP 2 91Y	71	0	1	1	-	-	71	70	VW Golf
23	225/45 R17	Lo budget	Superia Ecoblue UHP 94W XL	70	2	0	2	x	-	72	70	VW Golf
24	225/40 R18	Premium	Bridgestone Potenza S001 92Y XL (Herstelljahr 2021)	72	0	0	0	x	-	72	72	VW Golf
25	225/40 R18	Premium	Bridgestone Potenza S001 92Y XL (Herstelljahr 2022)	70	2	-1	1	x	-	72	71	VW Golf
26	225/40 R18	OE	Dunlop Sport Maxx RT A01 92Y XL	71	1	2	3	x	-	72	69	VW Golf
27	225/40 R18	Quality	Vredestein Ultrac Satin 92Y XL	70	2	-1	1	x	-	72	71	VW Golf
28	225/40 R18	Budget	Debica Presto UHP 2 92Y XL	70	2	-1	1	x	-	72	71	VW Golf
29	225/40 R18	Lo budget	Goodride SA 37 Sport 92Y XL	70	2	-2	0	x	-	72	72	VW Golf
30	225/40 R19	Premium	Hankook Ventus S1 Evo 2 K117 93Y XL	71	1	0	1	x	-	72	71	VW Passat
31	225/40 R19	OE	Pirelli P Zero P24 MO 93W XL	71	1	1	2	x	-	72	70	VW Passat
32	225/40 R19	Quality	Nexen N Fera SU1 93Y XL	71	1	2	3	x	-	72	69	VW Passat
33	225/40 R19	Budget	Nankang Sportnex AS-2+ 93Y XL	71	1	0	1	x	-	72	71	VW Passat

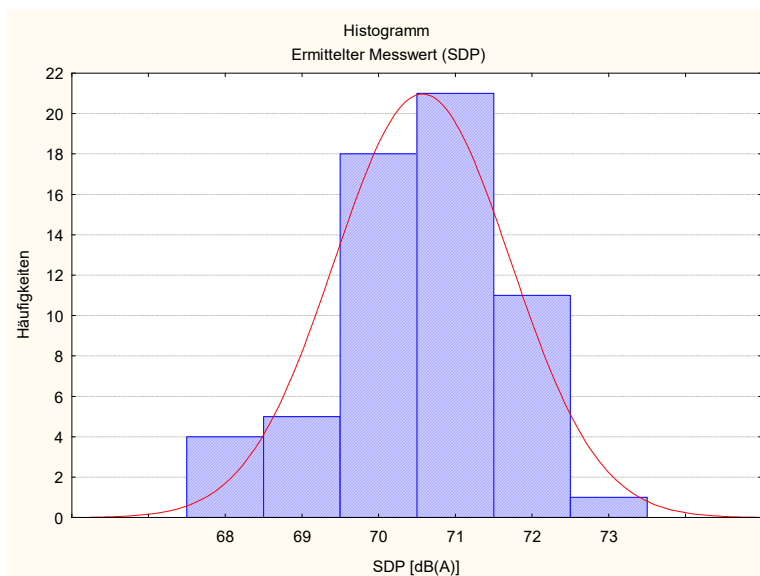
Nr.	Dimension	Kategorie	Fabrikat	Ermittelter Messwert (SDP) [dB(A)]	d (LV-SDP)	d (SDP-Label)	d (LV-Label)	XL-Reifen "x"	Alpine-Reifen "x"	Grenzwert (LV) [dB(A)]	Angegebener La-belwert [dB(A)]	Testfahrzeug
34	225/40 R19	Lo budget	Tracmax X Privilo TX-3 93Y XL	71	1	2	3	x	-	72	69	VW Passat
35	195/65 R15	Premium	Conti PremiumContact 6 91V	70	1	-1	0	-	-	71	71	VW Golf
36	205/40 R18	Premium	Conti PremiumContact 6 86W XL	72	0	0	0	x	-	72	72	VW Golf
37	205/50 R17	Premium	Conti PremiumContact 6 93Y XL	71	1	-1	0	x	-	72	72	VW Golf
38	215/40 R18	Premium	Conti PremiumContact 6 89Y XL	72	0	0	0	x	-	72	72	VW Golf
39	215/50 R17	Premium	Conti PremiumContact 6 95Y XL	71	1	-1	0	x	-	72	72	VW Golf
40	225/40 R18	Premium	Conti PremiumContact 6 92Y XL	72	0	0	0	x	-	72	72	VW Golf
41	225/50 R18	Premium	Conti PremiumContact 6 99W XL	71	1	-1	0	x	-	72	72	VW Golf
42	225/60 R18	Premium	Conti PremiumContact 6 104V XL	71	1	-1	0	x	-	72	72	VW Touareg
43	235/40 R18	Premium	Conti PremiumContact 6 95Y XL	72	0	0	0	x	-	72	72	VW Passat
44	235/50 R18	Premium	Conti PremiumContact 6 101H XL	72	0	0	0	x	-	72	72	VW Touareg
45	235/60 R17	Premium	Conti PremiumContact 6 102V	71	0	0	0	-	-	71	71	VW Touareg
46	245/40 R17	Premium	Conti PremiumContact 6 95Y XL	72	0	0	0	x	-	72	72	VW Passat
47	245/50 R18	Premium	Conti PremiumContact 6 104H XL	70	2	-2	0	x	-	72	72	VW Touareg
48	255/40 R17	Premium	Conti PremiumContact 6 94Y	72	0	0	0	-	-	72	72	VW Passat
49	255/60 R17	Premium	Conti PremiumContact 6 106V	71	1	-1	0	-	-	72	72	VW Touareg
50	275/40 R18	Premium	Conti PremiumContact 6 103Y XL	72	1	-1	0	x	-	73	73	VW Touareg
51	195/50 R20	Premium E-Fahrzeug	Bridgestone Ecopia EP500 93T XL	70	2	1	3	x	-	72	69	BMW i3
52	175/55 R20	Premium E-Fahrzeug	Bridgestone Ecopia EP500 89T XL	70	1	1	2	x	-	71	69	BMW i3
53	155/60 R20	Premium E-Fahrzeug	Continental Eco Contact 6 80Q	68	2	-2	0	-	-	70	70	BMW i3
54	215/45 R20	Premium E-Fahrzeug	Michelin E-Primacy 95T XL	71	1	0	1	x	-	72	71	VW ID.3
55	235/55 R19	Premium E-Fahrzeug	Pirelli Scorpion ELECT PNCS 101T	71	0	2	2	-	-	71	69	VW ID.4
56	255/50 R19	Premium E-Fahrzeug	Pirelli Scorpion ELECT PNCS 103T	73	-1	4	3	-	-	72	69	VW ID.4
57	235/45 R21	Premium E-Fahrzeug	Hankook Ventus S1 Evo 3 EV 101 T XL	70	2	-1	1	x	-	72	71	VW ID.4
58	255/40 R21	Premium E-Fahrzeug	Hankook Ventus S1 Evo 3 EV 102T XL	71	2	-1	1	x	-	73	72	VW ID.4
59	235/45 R21	Premium E-Fahrzeug	Pirelli Scorpion ELECT PNCS 101T XL	70	2	1	3	x	-	72	69	VW ID.4
60	255/40 R21	Premium E-Fahrzeug	Pirelli Scorpion ELECT PNCS 102T XL	71	2	2	4	x	-	73	69	VW ID.4

1.1.2.2 Zusammenfassung und Auswertung der Prüfergebnisse

- Die in den Prüfungen ermittelten Schalldruckpegel („SDP“), d. h. Typgenehmigungswerte gem. UNECE-Regelung Nr. 117 bzw. davon abgeleiteten Labelwerte liegen zwischen 68 und 73 dB(A), Mittelwert 70,6 dB(A); Abbildung 9.

Abbildung 9: Ergebnisse der Abrollgeräuschmessung (1)

Ergebnisse – ermittelte Abrollgeräuschwerte

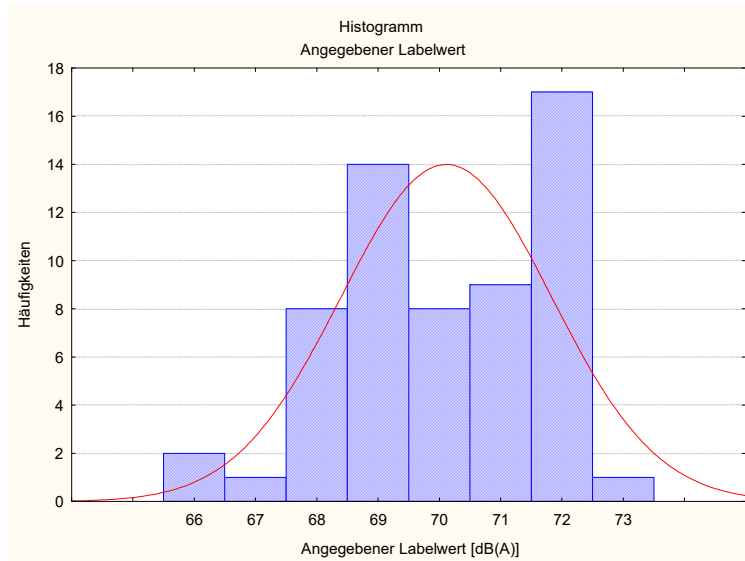


Quelle: von TÜV SÜD erstellte grafische Auswertung

- Die angegebenen Labelwerte liegen zwischen 66 und 73 dB(A), Mittelwert 70,1 dB(A); Abbildung 10.

Abbildung 10: Ergebnisse der Abrollgeräuschmessung (2)

Ergebnisse – angegebene Abrollgeräuschmesswerte (Labelwerte)

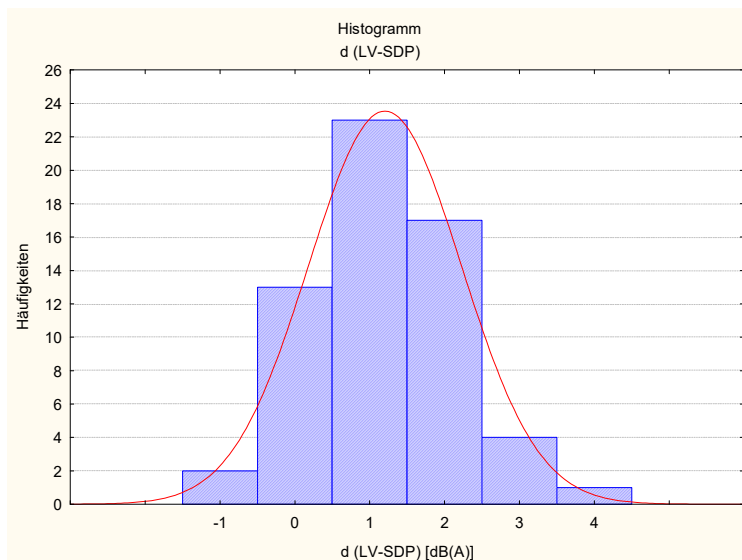


Quelle: von TÜV SÜD erstellte grafische Auswertung

- Der Abstand zwischen den jeweiligen Grenzwerten für die Typgenehmigung („LV“) und ermittelten Schalldruckpegeln beträgt zwischen -1 und +4 dB(A), Mittelwert +1,2 dB(A); Abbildung 11.

Abbildung 11: Ergebnisse der Abrollgeräuschmessung (3)

Ergebnisse – ermittelte Abrollgeräuschmesswerte im Vergleich zu Typgenehmigungsgrenzwerten

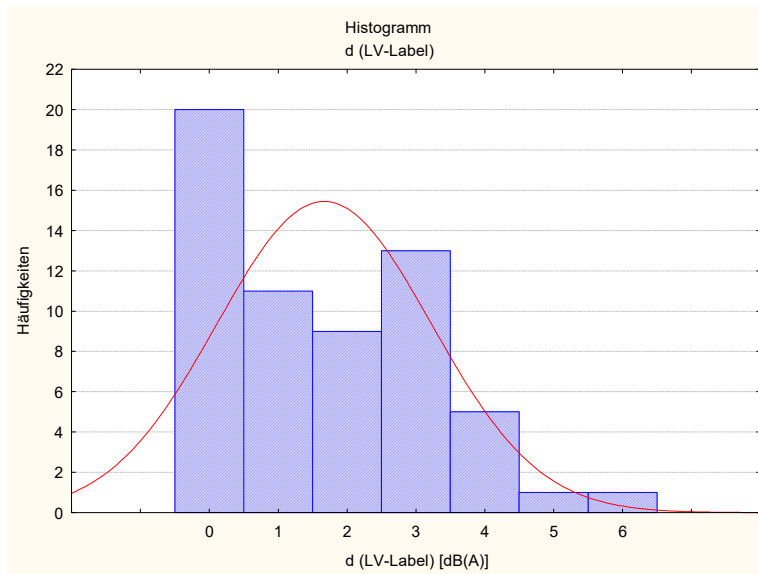


Quelle: von TÜV SÜD erstellte grafische Auswertung

- Der Abstand zwischen den jeweiligen Typgenehmigungs-Grenzwerten und den jeweils angegebenen Labelwerten beträgt zwischen 0 und +6 dB(A), Mittelwert +1,7 dB(A); die größte Häufigkeit der Fälle liegt bei Abweichung 0 dB(A), d. h. angegebener Labelwert = gesetzlicher Grenzwert; Abbildung 12.

Abbildung 12: Ergebnisse der Abrollgeräuschmessung (4)

Ergebnisse – angegebene Abrollgeräuschwerte (Labelwerte) im Vergleich zu Typgenehmigungsgrenzwerten

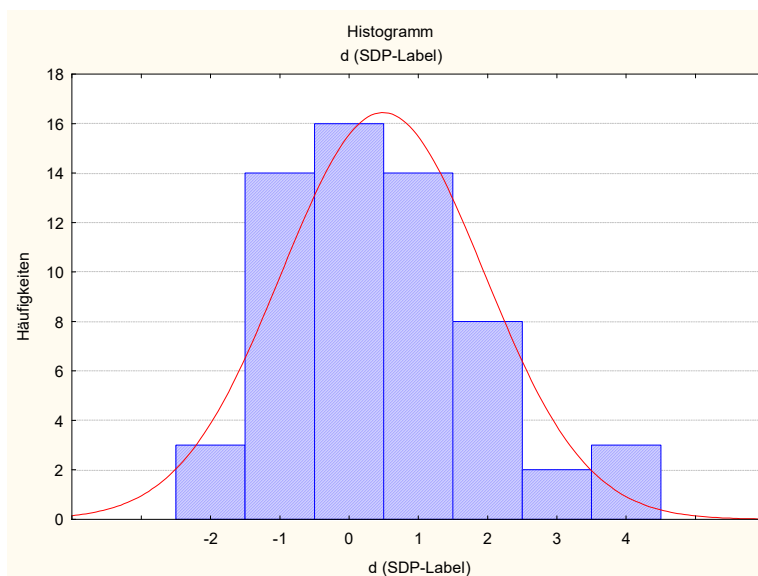


Quelle: von TÜV SÜD erstellte grafische Auswertung

- Der Abstand zwischen den in den Prüfungen ermittelten Schalldruckpegeln und jeweils angegebenen Labelwerten beträgt zwischen -2 und +4 dB(A), Mittelwert +0,5 dB(A); Abbildung 13.

Abbildung 13: Ergebnisse der Abrollgeräuschmessung (5)

Ergebnisse – ermittelte Abrollgeräuschmesswerte im Vergleich zu angegebenen Abrollgeräuschwerten (Labelwerte)



Quelle: von TÜV SÜD erstellte grafische Auswertung

1.1.3 Abschätzung der Bandbreite durch Verbraucherentscheidung

Als Abschätzung für die relevante akustische Bandbreite der Verbraucherkaufentscheidung wird die Spreizung der in den Prüfungen ermittelten Schalldruckpegel, d. h. Typgenehmigungswerte bzw. Labelwerte herangezogen: diese liegen insgesamt zwischen 68 und 73 dB(A), die Bandbreite beträgt insgesamt 5 dB(A). Wenn man das Teilkollektiv mit vergleichbaren Reifendimensionen für die Fahrzeugklassen Kompakt- und Mittelklasse betrachtet (hier die 44 Reifensätze in den Dimensionen 195/65R15 bis 225/40R19), dann stehen mit der festgestellten Bandbreite von 68 bis 72 dB(A) im bewerteten Reifenkollektiv theoretisch noch 4 dB(A) als Entscheidungsspielraum durch die Reifen Auswahl zur Verfügung.

1.1.4 Betrachtung der Unsicherheiten des Prüfverfahrens

Zur Berücksichtigung der Gesamt-Messunsicherheiten der angewandten Messmethoden basiert der Stand von Wissenschaft und Technik derzeit auf Erkenntnissen, die gemeinsam durch die UNECE-Arbeitsgruppe für die Bestimmung und Behandlung der Messunsicherheiten (nachfolgend UNECE-Arbeitsgruppe Messunsicherheiten) und der Internationalen Standardisierungsorganisation ISO entwickelt werden.

Die kombinierte Standard-Unsicherheit mit 95 %-Konfidenzintervall unter Berücksichtigung aller möglichen Variationen von Prüfstrecke, Umgebung, Tag der Prüfung, Messeinrichtungen, Fahrzeug und Personal beträgt demnach 2,2 dB(A) für Pkw-Reifen (ETRTO 2021-1). Alleine der Einzel-Beitrag der Variabilität durch die jeweilige Prüfstrecke zur Berechnung der Gesamt-Unsicherheit beträgt dabei 1,8 dB(A). Der Beitrag der sogenannten „Tag-zu-Tag-Variabilität“, d. h. der Wiederholbarkeit der Prüfergebnisse, zur Gesamt-Unsicherheit beträgt dabei 0,6 dB(A). Für die Berücksichtigung dieser Unsicherheiten wurde seitens ISO bereits eine Ergänzung der für die Reifen-Abrollgeräuschmessung einschlägigen internationalen Norm (ISO 13325) erarbeitet.

Das in den anzuwendenden Prüfvorschriften zulässige Mess-Unsicherheitsbudget von 1 dB(A), wie es auch für Zwecke der Marktüberwachung und bei Feststellung der Konformität der Produktion („CoP“) verwendet wird, reicht demnach bei weitem nicht aus, um die tatsächliche Variabilität der Prüfergebnisse im Feld der unterschiedlichen Prüfeinrichtungen und unter verschiedenen Prüfbedingungen zu berücksichtigen.

Da im Rahmen dieses Projektes immer dieselbe Prüfstrecke und dieselben Messeinrichtungen benutzt wurden und der Einfluss unterschiedlicher Fahrzeuge so weit möglich vermieden wurde, ist aus der o. g. Unsicherheitsbetrachtung für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse innerhalb der durchgeführten Prüfungen im Wesentlichen die o. g. Tag-zu-Tag-Variabilität als Beitrag zur Gesamt-Unsicherheit einschlägig, in einer Größenordnung von 0,6 dB(A); die Unterscheidung von Ergebnissen innerhalb der Messreihen bei Abständen oberhalb dieser möglichen Auflösung ist somit als „Nachweisgrenze“ anwendbar.

1.2 Untersuchung der Aspekte zum Alter und Verschleiß der Reifen

1.2.1 Einfluss von Alter und Verschleiß von Reifen auf die Rollgeräusche im Markt

Studien und Berichte zum Einfluss von Alterung und Profilverschleiß auf das Abrollgeräusch sind mindestens zehn bis fünfzehn Jahre alt, wie z. B. der Bericht zum Projekt FEHRL und die darin zitierten Quellen, wie „Sandberg“ u. a. (Fehrl 2006).

Mit großer Wahrscheinlichkeit treffen die Ergebnisse nicht mehr voll auf die heutige Marktsituation zu. Reifenspezifikationen, Dimensionen und Gummimischungen haben sich verändert. Gründe sind unter anderem die Verschärfungen von Zulassungs- und Umweltschutzvorschriften

für Reifen, wie der verpflichtend eingeführte Nachweis der Kraftstoffeffizienz und Nassbremsleistung, sowie die Verschärfung der Abrollgeräuschgrenzwerte, die in Kombination mit dem Verbot des Einsatzes bestimmter chemischer Substanzen notwendigerweise zu einem technologischen Sprung bei der Reifenentwicklung und zur Einführung innovativer Laufflächenprofile und -Mischungen geführt haben.

Unter den älteren Studien ist das Projekt „Silence“ der Europäischen Kommission hervorzuheben (Silence 2008). In seinem Rahmen wurden sechs Reifenfabrikate mit gebräuchlichen Dimensionen geprüft. Der Einfluss von Mechanismen der Materialalterung und des Profilverschleißes auf das Abrollgeräusch wurde untersucht. Der untersuchte und gefundene Einfluss des Profilverschleißes auf ISO-Fahrbahnen war insgesamt inkonsistent, der zusätzliche Einfluss der Alterung mit insgesamt etwa 1 dB nur sehr gering. Mit abnehmender Profiltiefe nahm das Geräusch nur um einige Zehntel dB(A) zu. Dagegen wird von einer „dramatischen Zunahme“ um 4 bis 5 dB(A) auf rauen Fahrbahnoberflächen berichtet. Die Profiltiefe war dabei von acht auf vier Millimeter reduziert worden. Insgesamt ergab sich bis zur minimal betrachteten Profiltiefe von zwei Millimeter eine mittlere Zunahme von drei dB(A). Der zusätzliche Einfluss der chemischen bzw. Materialalterung wurde mit insgesamt mindestens 1 dB(A) bei glatten Fahrbahnbelägen bzw. 2 dB(A) auf rauen Fahrbahnbelägen angegeben.

Eine Schweizer Studie von 2017 (Blättler 2017) folgert, die Veränderungen über die Lebensdauer fielen weniger ins Gewicht. Deshalb sei die Reifenwahl entscheidend für die Geräuscentwicklung eines Fahrzeugs. Diese Studie betrachtet jedoch nur Reifen mit einer Laufleistung bis 15000 Kilometer und einem Alter von etwa zwei Jahren. Sie deckt deshalb nur einen Teil der Situation bezüglich der Reifenpopulation auf deutschen Straßen ab.

1.2.2 Auswahl des Teilkollektivs für zusätzliche Prüfungen

Aktuelle und eindeutige wissenschaftliche Erkenntnisse über den Einfluss der Alterung von Reifen auf das Abrollgeräusch auf deutschen Straßen sind nicht verfügbar. Dies trifft insbesondere für die Auflösung der beiden Effekte Materialalterung und Profilabrieb zu. Deshalb wurde ein Versuchsplan zur Untersuchung dieser Einflussfaktoren ausgearbeitet und ein Teilkollektiv von Reifen dazu bestimmt; ausgewählt wurde ein Fabrikat aus dem Kollektiv, für das neben mehreren Sätzen Neureifen auch ein Gebraucht-Reifensatz mit bekannten Verschleiß- und Alterungsparametern verfügbar ist: Bridgestone Potenza, S001 in der Dimension 225/40R18, 92Y XL. Der Gebraucht-Reifensatz des identischen Fabrikats war zum Zeitpunkt der Prüfungen drei Jahre alt mit einer Rest-Profiltiefe von durchschnittlich 4 mm.

Zur Feststellung repräsentativer Verschleiß- und Alterungszustände im deutschen Straßenverkehr wurden Daten aus verfügbaren Quellen untersucht. Der Deutsche Verkehrssicherheitsrat (DVR) initiierte im Rahmen einer Aktion zusammen mit Partnern im Jahr 2020 u. a. die Ermittlung der Profiltiefe an 1269 Fahrzeugen. 91 % hatten mehr als drei Millimeter Restprofiltiefe bei Sommerreifen und bei Winterreifen über vier Millimeter. Älter als zehn Jahre waren 6,4 % der Reifen. Die Quote von Reifen mit einem Alter von über sechs Jahren hatte bei der letzten Erhebung 11 % betragen (DVR 2020).

Eine Statistik, veröffentlicht im Jahr 2010 von Statista Research Department (Statista 2010), zeigt, dass 31 % der in Deutschland befragten Autofahrern und -Fahrerinnen für ihr Fahrzeug eine Profiltiefe von 4-6 mm angaben, weitere 26 % eine Profiltiefe von mehr als 6 mm. Der Erhebungszeitraum war das Jahr 2010, die Anzahl der Befragten 1000. Damit würden bei mindestens 56 % der Fahrzeuge der Befragten die Reifen eine Profiltiefe von mindestens 4 mm oder mehr besitzen.

Eine Studie durch Fa. Michelin (Frankreich) in 21 Europäischen Ländern, u. a. auch Deutschland aus dem Jahr 2012 zeigt, dass die Profiltiefe der dort 5249 untersuchten Reifen, die auf Grund von Profilverschleiß entsorgt wurden, bei fast 66 % der Beobachtungen 2,6 mm oder mehr betrug; die mittlere Profiltiefe der untersuchten Stichprobe aus Reifen betrug 3,1 mm (Biesse 2014).

Diese Ergebnisse zeigen, dass die Empfehlungen von Experten in Deutschland (z. B. ADAC und DVR) bezüglich des maximalen Alters von Reifen, derzeit 10 Jahre (früher 6 Jahre) und bezüglich der Mindestprofiltiefe, bei Sommerreifen 3 mm und bei Winter- oder Ganzjahresreifen mindestens 4 mm, überwiegend befolgt werden. Die Möglichkeit der Nutzung von Reifen bis zur gesetzlich festgelegten Mindestprofiltiefe von 1,6 mm wird praktisch bei weitem nicht in relevantem Umfang wahrgenommen.

Für die Untersuchung des Teilkollektivs wurde aus den o.g. Recherchen abgeleitet, dass die Profiltiefe mit Schwerpunkt bei 4 mm und vom Neuzustand (etwa 7-8 mm) bis zu einer Untergrenze von 2 mm und das Alter der Reifen vom Neuzustand bis zur Obergrenze von 6 Jahren zu berücksichtigen sind.

1.2.3 Parameter künstliche Alterung

1.2.3.1 Materialalterung

Zur Herstellung unterschiedlicher Alterungszustände des Reifenmaterials für die Quantifizierung des Effektes der Materialalterung erfolgte eine künstliche Alterung des Materials unter Einsatz der Methode für synthetische, zeitgeraffte Alterung, die den Stand der Technik abbildet und bei Reifenherstellern weltweit Anwendung findet (auf Basis einer Wärmelagerung, abgeleitet u. a. von Ergebnissen der in den USA im Rahmen des „TREAD Act of 2000“ durch das US Department of Transportation mit NHTSA über mehrere Jahre durchgeführten Studien). Als Referenzzustand wird der Gebraucht-Reifensatz mit bekannten, realen Verschleiß- und Alterungsparametern herangezogen.

Die künstliche Alterung der auf Rädern montierten Reifen erfolgte per Einlagerung in einer Wärmekammer (Abbildung 14) mit folgenden Parametern:

- Fülldruck bei Raumtemperatur: 2 bar
- Füllung zur jeweils zur Hälfte mit Sauer- und Stickstoff
- Temperatur 65 Grad C.

Abbildung 14: Methode zur künstlichen Alterung

Wärmekammer mit einem von vier Rädern

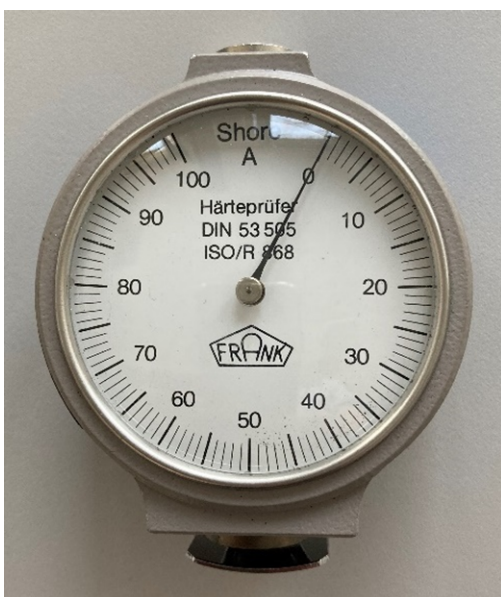


Quelle: Eigenes Bild, TÜV SÜD

Der Alterungszustand wurde in Form der Härte der Gummimischung bestimmt unter Anwendung der Methode Durometer Hardness, nach ASTM-Standard D2240 – 15 (Reapproved 2021), korrespondierend zur ISO-Norm 868:2003. Zum Einsatz kam ein kalibrierter Härteprüfer des Typs A (Abbildung 15). Die Maßeinheit ist Shore A (sog. Shorehärte). Wöchentlich wurden die Räder auf Raumtemperatur abgekühlt und die Aushärtung kontrolliert. Der drei Jahre alte, gebrauchte Reifen hatte eine mittlere Shorehärte von 73 Shore A. Dieser Wert wurde als Zielwert für die künstliche Alterung von drei Jahren angelegt.

Abbildung 15: Härteprüfer

Messgerät zur Bestimmung der Material-Aushärtung



Quelle: Eigenes Bild, TÜV SÜD

Der Zielwert wurde nach 3 Wochen Wärmelagerung erreicht. Der Endwert zur Darstellung des Zustands gealtert - 6 Jahre wurde nach weiteren 3 Wochen fortgesetzter Alterung (Wärmelagerung) mit im Mittel 76 Shore A für die vier Reifen des Satzes erreicht.

1.2.3.2 Profiltiefe

Die Darstellung von Profilverschleiß erfolgte unter Einsatz eines Verfahrens zur präzisen Reduzierung der Profiltiefe (Abrauen) gemäß den methodischen und technischen Vorgaben und Qualitätskriterien im neuen Anhang 9 zur UNECE-Regelung Nr. 117, entwickelt für die Überprüfung des Nassgriffs von Reifen zusätzlich im (künstlich) abgefahrenem Zustand für zukünftige Typgenehmigungen. Um den Einfluss der Profiltiefe zu untersuchen, wurden die Neu-Reifensätze des Teilkollektivs nach der ersten Rollgeräuschmessung auf unterschiedliche Restprofiltiefen abgeraut. Die Reifen in unterschiedlichen Stadien der Profiltiefenreduzierung zeigen die Abbildungen 16 bis 20.

Abbildung 16: Neureifen

Neureifen (Profiltiefe 8 mm)



Quelle: Foto von TÜV SÜD

Abbildung 17: Neureifen, abgeraut auf 6 mm

Neureifen (Profiltiefe 6 mm)



Quelle: Foto von TÜV SÜD

Abbildung 18: Gebrauchtreifen

Gebrauchtreifen (Profiltiefe 4 mm)



Quelle: Foto von TÜV SÜD

Abbildung 19: Neureifen, abgeraut auf 4 mm

Neureifen (Profiltiefe 4 mm)



Quelle: Foto von TÜV SÜD

Abbildung 20: Neureifen, abgeraut auf 2 mm

Neureifen (Profiltiefe 2 mm)



Quelle: Foto von TÜV SÜD

1.2.4 Versuchsmethodik und -Planung für das Teilkollektiv

Es wurde ein Versuchsplan für insgesamt 7 Abrollgeräuschmessungen ausgearbeitet, mit dem stufenweise der Einfluss der Profiltiefe in unterschiedlichen Stadien, einschließlich Neuzustand untersucht werden kann. Die Referenzierung erfolgt auf den verfügbaren Reifensatz mit bekannter Nutzungsdauer und Profiltiefe (halb abgefahren). Für die Referenz-Profiltiefe des Gebraucht-Reifensatzes erfolgte dann zur Quantifizierung des Effektes der Materialalterung zusätzlich die künstliche Alterung.

Folgende Versuchsreihen wurden durchgeführt:

- ▶ Zum Einfluss der Profiltiefe: Neureifen, abgeraute Reifen mit Restprofil 6 mm, 4 mm und 2 mm.
- ▶ Zur Verifizierung der Methode der künstlichen Alterung: Gebrauchtreifen mit 4 mm Restprofiltiefe und künstlich gealterter (äquivalent 3 Jahre) abgerauter Reifen mit 4 mm Restprofiltiefe.
- ▶ Zum zusätzlichen Einfluss von Alter bzw. Profilmühhärte: künstlich gealterter (äquivalent 6 Jahre), abgerauter Reifen mit 4 mm Restprofiltiefe.

Der Versuchsplan ist in Tabelle 15 dargestellt:

Tabelle 15: Versuchsplan zur Untersuchung des Profiltiefen- und Alterungseinflusses

Neue (N) und gebrauchte (G) Reifen des Typs Bridgestone Potenza, S001 in der Dimension 225/40R18, 92Y XL in unterschiedlichen Alterungszuständen

Profiltiefe	Alter in Jahren	Alter in Jahren	Alter in Jahren
in mm	0	3	6
8	N	-	-
6	N	-	-
4	N	N und G	N
2	N	-	-

1.2.5 Prüfungen der Reifenabrollgeräusche des gealterten Teilkollektivs

Die Prüfungen der Reifenabrollgeräusche für die Reifensätze des Teilkollektivs wurden auf handelsüblichen Pkw und nach dem in der UNECE-Regelung Nr. 117, Anhang 3 beschriebenen Messverfahren auf einer zur einschlägigen ISO-Norm konformen Fahrbahn durchgeführt. Je Versuchsreihe wurden zusätzlich auch Messfahrten bei der Geschwindigkeit 50 km/h durchgeführt. Versuchsfahrzeug war jeweils ein VW Golf der Baureihe VIII.

Die in der Tabelle 16 zusammengefasst dargestellten Ergebnisse beinhalten zur besseren Auflösung der zu untersuchenden Effekte die Ergebnisse der Abrollgeräuschpegel (SDP) bei Geschwindigkeiten 80 km/h (berechnet mit logarithmischer Regression nach UNECE-Regelung Nr. 117, Anhang 3 und Temperaturkorrektur, jedoch ohne die zur Bestimmung des Typgenehmigungswertes vorgenommene Abrundung und Reduzierung um die Messtoleranz), sowie bei 50 km/h (temperaturkorrigiert und ebenfalls ohne Abrundung und Abzug).

Tabelle 16: Ergebnisse der Messungen zum Profiltiefen- und Alterungseinflusses

Abrollgeräusch-Schalldruckpegel (SDP) der unterschiedlichen Alterungszustände

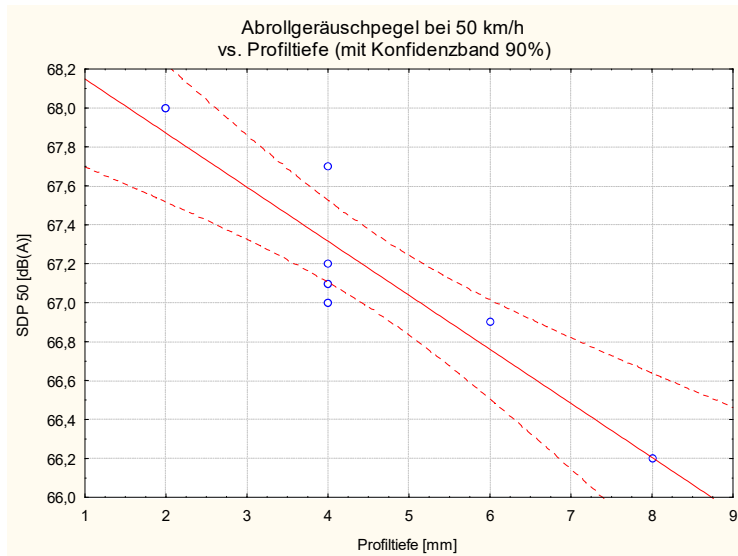
Spezifikation Reifensatz	Profiltiefe [mm]	Alter [Jahre]	Shore A	SDP 80 km/h [dB(A)]	SDP 50 km/h [dB(A)]
Neureifen	8	0	k.A.	73,3	66,2
Gebrauchtreifen 3 J	4	3	73	73,4	67,0
Abgeraut 6 mm	6	0	66	73,5	66,9
Abgeraut 4 mm	4	0	68	74,1	67,7
Abgeraut 2 mm	2	0	70	74,9	68,0
Abgeraut 4 mm, 3 J	4	3	73	73,5	67,1
Abgeraut 4 mm, 6 J	4	6	76	73,7	67,2

1.2.6 Ergebnisse der Untersuchung

Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 21 und 22 mit linearer Regression und dem statistischen Kennwert Konfidenzintervall grafisch dargestellt.

Abbildung 21: Ergebnis der Messungen mit gealterten Reifen (50 km/h)

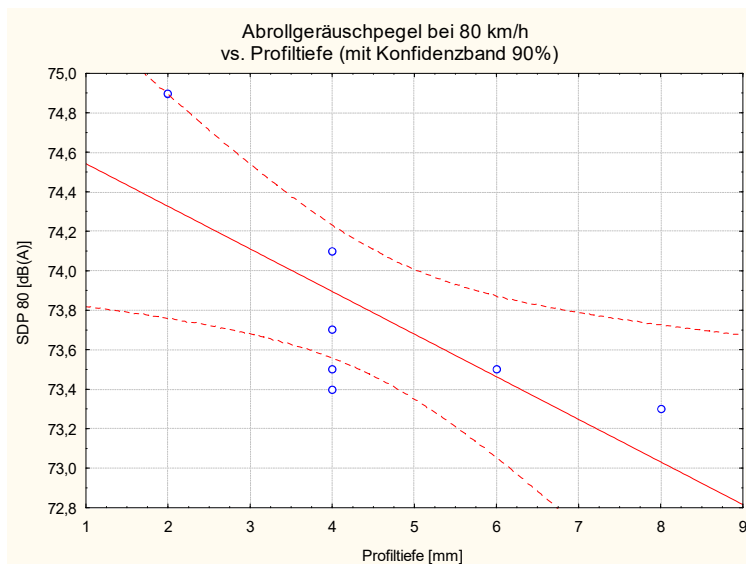
Schalldruckpegel (SDP) gegenüber Profiltiefe



Quelle: von TÜV SÜD erstellte grafische Auswertung

Abbildung 22: Ergebnis der Messungen mit gealterten Reifen (80 km/h)

Schalldruckpegel (SDP) gegenüber Profiltiefe



Quelle: von TÜV SÜD erstellte grafische Auswertung

Die Ergebnisse zeigen eine signifikante Abhängigkeit der ermittelten Abrollgeräuschpegel von der Profiltiefe. Die Korrelationsanalyse mit statistischem Test zur Bestimmung des Signifikanzniveaus war sowohl für den Geschwindigkeitsbereich 50 km/h als auch 80 km/h positiv mit Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner 0,1 (10 %, entsprechend einem Signifikanzniveau von 90 %).

Für das im Teilkollektiv ausgewählte Reifenfabrikat ergibt sich bei Reduzierung der Profiltiefe eine Zunahme des Geräuschpegels von maximal 1,6 dB(A) bei 80 km/h und sogar 1,8 dB(A) bei 50 km/h.

Zur Alterung bzw. der Profilgummihärte konnte keine signifikante Abhängigkeit festgestellt werden. Die Spreizung der Ergebnisse ohne zusätzlichen Einfluss der Profiltiefe (hier bei festgehaltener Profiltiefe 4 mm) beträgt maximal 0,7 dB(A) bei 50 km/h wie auch bei 80 km/h, d. h. nur marginal oberhalb der unsicherheitsbedingten Auflösung bzw. innerhalb der Toleranz des Prüfverfahrens von 1 dB(A). Bei dem künstlich gealterten Reifen scheint sich der Effekt nach Simulation von drei Jahren Alterung einmal umzukehren, jedoch deckt sich dies mit dem Ergebnis des real gealterten, gebrauchten Reifens.

Die Ergebnisse der Versuche zum Einfluss der Profiltiefe sind möglicherweise überlagert mit Einflüssen der Profilgummihärte, die durch Unterschiede bei den abgerauten Reifen von insgesamt 4 Shore A-Graden begründet sein können.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der signifikante Einfluss der Profiltiefe auf die Zunahme des Abrollgeräuschs nachgewiesen werden konnte. Die Frage, ob Reifen bei der Typgenehmigung auch im abgefahrenen Zustand zu prüfen sind, ist zu bejahen. Dies gilt auch insbesondere deshalb, weil, wie in Kapitel 1.2.1 dargestellt, auf realen Fahrbahnen mit rauerer Oberflächen der Einfluss noch deutlich größer sein kann.

Der zusätzliche Einfluss der Gummialterung über die Unsicherheiten des Prüfverfahrens hinaus konnte auf der verwendeten ISO-Fahrbahn nicht bewiesen werden. Wie im Kapitel 1.2.1 dargestellt, können sich bei typgenehmigungsrelevanten Abrollgeräuschprüfungen auf glatten Fahrbahntexturen die unterschiedlichen Effekte von Profilverschleiß und Alterung zum Teil kompensieren.

1.3 Untersuchung der Aspekte zur Geräusche-Familienbildung

1.3.1 Technische Interpretationen zur Auswahl der repräsentativen Prüfmuster

Für die Auswahl einer repräsentativen Variante für die Geräuschmessung im Rahmen der Typgenehmigung haben einige Genehmigungsbehörden technische Interpretationen bzw. Vorgaben gemacht. Sie folgen in der Regel einem Worst-Case-Szenario, d. h. im Ergebnis soll kein Mitglied einer Reifenfamilie schlechter sein als der beispielhafte geprüfte Reifen.

Beispiele für Vorgaben von Typgenehmigungsbehörden zur Auswahl des für die Familie repräsentativen Prüfmusters sind:

RDW

- ▶ Die größte Nennquerschnittsbreite
- ▶ Bei gleicher Nennquerschnittsbreite das niedrigste Querschnittsverhältnis
- ▶ Bei gleicher Nennquerschnittsbreite und gleichem Querschnittsverhältnis zählt der größte Felgendurchmesser.

VCA

- ▶ Die größte Nennquerschnittsbreite
- ▶ Kleinster Außendurchmesser oder Abrollumfang

- Niedrigstes Querschnittsverhältnis.

SNCH

- Die größere Nennquerschnittsbreite
- Das niedrigere Querschnittsverhältnis
- Der größere Felgendurchmesser.

Andere Genehmigungsbehörden wie das KBA erlassen bzw. veröffentlichen keine derartigen Interpretationen. Im Einzelfall stimmen sie sich mit den Technischen Diensten ab.

1.3.2 Statistische Auswertung von EU-Geräuschlabeleinstufungen

Die tatsächlich durch Hersteller bzw. Inverkehrbringer angewandte Familienbildung für die Deklaration der Abrollgeräuschwerte wurde für 50 der Reifenfabrikate des ausgewählten Kollektivs erhoben unter Zuhilfenahme veröffentlichter Informationen bei den Herstellern bzw. Inverkehrbringern oder der im Jahr 2021 durch die Europäischen Kommission neu eingerichteten Applikation für Reifen in der EPREL-Datenbank (soweit die Einträge zum Zeitpunkt der Erhebung vorhanden und abrufbar waren). Berücksichtigt wurden über 1900 individuelle Einstufungen des Rollgeräuschs nach Verordnung 1222/2009/EG bzw. der Nachfolgeverordnung 2020/740/EU.

Zusätzlich zu den Kriterien der Dimensionen, wie Laufflächenbreite (Nennquerschnittsbreite), Verhältnis Querschnittshöhe zu Nennquerschnittsbreite und Raddurchmesser wurde das Konstruktionsmerkmal Lastindex mit einbezogen, insbesondere, da fast alle Dimensionen in unterschiedlichen, diesbezüglichen Spezifikationen angeboten werden, d. h. zusätzlich als verstärkte („reinforced, bzw. XL-) Ausführung.

Die Abhängigkeit der angegebenen Abrollgeräuschwerte („Labelwerte“) von den ausgewählten Merkmalen je Reifenfabrikat wurde mit einem statistischen Signifikanztest für die einfache lineare Korrelation nach dem Pearson-Korrelationskoeffizienten (Pearson-r) untersucht.

Es ist offensichtlich, dass die untersuchten Merkmale nicht unabhängig voneinander sind, z. B. besitzen Reifen mit großen Nennquerschnittsbreiten tendenziell auch große Radfelgendurchmesser und auch hohe Lastindizes; deshalb sind die festgestellten Korrelationen lediglich qualitativ aussagekräftig als Indikator, welche der untersuchten Konstruktionsmerkmale seitens des Herstellers bzw. Inverkehrbringers für die Einstufung in die Rollgeräuschklasse relevant sind bzw. höchstwahrscheinlich herangezogen wurden.

Die einzelnen Ergebnisse der Auswertung sind im Anhang 1 dargestellt.

Folgende vier unterschiedlichen Muster für die Einstufung in die Rollgeräuschklassen sind nachweisbar:

- Familienbildung mit repräsentativem Prüfmuster im Sinne der Typgenehmigung an Hand Auswahl des ungünstigsten Falles, der mit einem Abrollgeräuschwert die gesamte Profilmilie, d. h. den Reifentyp abdeckt (sog. „worst-case selection“).
- Familienbildung nach Laufflächenbreite mit Einstufung in zwei oder drei Labelwert-Kategorien; dies für die Hersteller und Fabrikate nicht einheitlich und meist nicht in Anlehnung an die Abstufung der Grenzwerte der Typgenehmigung.
- Individuelle Abrollgeräusch-Einstufung nach den untersuchten Konstruktionsmerkmalen (nach einzelnen oder allen) und zusätzlich Differenzierung nach Spezifikationen innerhalb

derselben Konstruktion, wie Geschwindigkeitsindex, spezielle Erstausrüstungs- bzw. OE-Spezifikationen und differenzierte Auslegung hinsichtlich der anderen beiden Kennzeichnungsmerkmale Rollwiderstandsklasse und Nassgriff-Einstufung.

- Individuelle Einstufung, deren Systematik an Hand der untersuchten Merkmale nicht eindeutig erklärt werden kann. In einigen Fällen wurde beobachtet, dass für denselben Profiltyp und die gleiche Dimension, teilweise sogar für die identische Betriebskennung (nach Dimension, Last- und Geschwindigkeitsindex), Produktspezifikationen mit einer Bandbreite der angegebenen Abrollgeräuschpegel von 3 dB(A), 4 dB(A) oder sogar mehr angeboten werden; in diesen Fällen war keine Familienbildung ableitbar.

1.3.3 Messtechnische Erfassung der Abrollgeräuschwerte und Vergleich für ein Teilkollektiv

Für ein Teilkollektiv aus der Gesamtauswahl mit Reifensätzen desselben Profiltyps eines Premiumreifen-Fabrikats in 16 unterschiedlichen Dimensionen wurde ein Versuchsplan zur Sensitivitätsanalyse für die Einflussfaktoren bezüglich der Abrollgeräusche und der Familienbildung und der Vergleich mit den deklarierten Abrollgeräusch-Labelwerten nach der Methode eines experimentellen Versuchsdesigns durchgeführt. Dabei wurden verfügbare Kombinationen aus Nennquerschnittsbreite, Höhen-Querschnittsverhältnis, Raddurchmesser und Reifen-Außendurchmesser mit möglichst großer Bandbreite verwendet. Die verwendeten Testfahrzeug-Varianten wurden auf das mögliche Minimum bezüglich der Montierbarkeit der Raddimensionen reduziert. Der Versuchsplan und die Ergebnisse sind in Tabelle 17 dargestellt.

Tabelle 17: Ergebnisse der Messungen zur Familienbildung

Abrollgeräusch-Messwerte für ein Profil eines Premiumreifens in verschiedenen Dimensionen und Betriebskennungen

Dimension	Querschnittsbreite (NQB) [mm]	Querschnitts- Höhenverhältnis (Ra)	Raddurchmesser (Zoll)	Außendurchmesser (mm)	Lastindex	Geschwindigkeitsindex	Ermittelter Messwert (SDP ECE-R 117) [dB(A)]	Ermittelter Messwert (SDP 50 km/h) [dB(A)]	Grenzwert (LV) [dB(A)]	Angegebener Labelwert [dB(A)]	Testfahrzeug
195/65 R15	195	65	15	635	91	V	70	65	71	71	VW Golf
205/40 R18	205	40	18	621	86	W	72	66	72	72	VW Golf
205/50 R17	205	50	17	638	93	Y	71	66	72	72	VW Golf
215/40 R18	215	40	18	629	89	Y	72	66	72	72	VW Golf
215/50 R17	215	50	17	648	95	Y	71	66	72	72	VW Golf
225/40 R18	225	40	18	637	92	Y	72	67	72	72	VW Golf
225/50 R18	225	50	18	683	99	W	71	66	72	72	VW Golf
225/60 R18	225	60	18	727	104	V	71	65	72	72	VW Touareg
235/40 R18	235	40	18	645	95	Y	72	67	72	72	VW Passat
235/50 R18	235	50	18	693	101	H	72	67	72	72	VW Touareg
235/60 R17	235	60	17	714	102	V	71	66	71	71	VW Touareg
245/40 R17	245	40	17	628	95	Y	72	68	72	72	VW Passat
245/50 R18	245	50	18	703	104	H	70	65	72	72	VW Touareg
255/40 R17	255	40	17	636	94	Y	72	67	72	72	VW Passat

Dimension	Querschnittsbreite (NQB) [mm]	Querschnitts- Höhenver- hältnis (Ra)	Raddurchmesser (Zoll)	Außendurchmesser (mm)	Lastindex	Geschwindigkeitsindex	Ermittelter Messwert (SDP ECE-R 117) [dB(A)]	Ermittelter Messwert (SDP 50 km/h) [dB(A)]	Grenzwert (LV) [dB(A)]	Angegebener Labelwert [dB(A)]	Testfahrzeug
255/60 R17	255	60	17	738	106	V	71	68	72	72	VW Touareg
275/40 R18	275	40	18	677	103	Y	72	67	73	73	VW Touareg

Die Korrelationsanalyse mit statistischem Test zur Bestimmung des Signifikanzniveaus bei Irrtumswahrscheinlichkeit (p) kleiner 0,05 (5 %, entsprechend einem Signifikanzniveau von 95 %) hat zu folgenden Ergebnissen geführt (Tabelle 18):

Tabelle 18: Statistische Analyse der Messungen zur Familienbildung

Korrelationsmatrix der Versuchsparameter und Ergebnisse

Korrelationen der Versuchsparameter *	Querschnittsbreite (NQB) [mm]	Querschnitts- Höhenver- hältnis (Ra)	Raddurchmesser (Zoll)	Außendurchmesser [mm]	Ermittelter Messwert- (SDP ECE-R 117) [dB(A)]	Ermittelter Messwert- (SDP 50 km/h) [dB(A)]	Grenzwert (LV) [dB(A)]	Angegebener Labelwert [dB(A)]
Querschnittsbreite (NQB) [mm]	-	-0,25	0,31	0,43	0,29	<u>0,58</u>	<u>0,54</u>	<u>0,54</u>
Querschnitts-Höhenverhältnis (Ra)	-0,25	-	<u>-0,54</u>	<u>0,62</u>	<u>-0,79</u>	-0,44	<u>-0,62</u>	<u>-0,62</u>
Raddurchmesser [Zoll]	0,31	<u>-0,54</u>	-	0,18	<u>0,50</u>	0,12	<u>0,64</u>	<u>0,64</u>
Außendurchmesser [mm]	0,43	<u>0,62</u>	0,18	-	-0,40	-0,07	-0,02	-0,02
Ermittelter Messwert- (SDP ECE-R 117) [dB(A)]	0,29	<u>-0,79</u>	<u>0,50</u>	-0,40	-	<u>0,65</u>	<u>0,50</u>	<u>0,50</u>
Ermittelter Messwert- (SDP 50 km/h) [dB(A)]	<u>0,58</u>	-0,44	0,12	-0,07	<u>0,65</u>	-	0,37	0,37
Grenzwert (LV) [dB(A)]	<u>0,54</u>	<u>-0,62</u>	<u>0,64</u>	-0,02	<u>0,50</u>	0,37	-	<u>1,00</u>
Angegebener Labelwert [dB(A)]	<u>0,54</u>	<u>-0,62</u>	<u>0,64</u>	-0,02	<u>0,50</u>	0,37	<u>1,00</u>	-

* Markierte Korrelationen: signifikant mit p < 0,05

Zwischen den angegebenen Labeleinstufungen und den ermittelten Abrollgeräuschwerten besteht in dieser Stichprobe ein schwacher Zusammenhang, während dieser zwischen den Labeleinstufungen und den Abrollgeräusch-Grenzwerten sehr stark ausgeprägt ist (in diesem Fall deckungsgleich) ist. Demnach erfolgte die Labeleinstufung für diese Stichprobe von Reifen eines

identischen Reifentyps (Profils) mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit an Hand des jeweilig gültigen Grenzwertes.

Im Geschwindigkeitsbereich 50 km/h besteht eine signifikante Korrelation zwischen dem Abrollgeräuschpegel und der Querschnittsbreite, während im für die Typgenehmigung und das Reifenlabel relevanten Bereich zwischen 70 km/h und 90 km/h das Querschnitts-Höhenverhältnis bzw. der Rad- (Felgen) Durchmesser die statistisch relevanten Einflussfaktoren darstellen. Es ist anzunehmen, dass die gezeigten Zusammenhänge durch Wechselwirkungen der Einflussfaktoren untereinander beeinflusst werden; da die Varianten der Reifen bezüglich Querschnittsverhältnis bzw. Raddurchmesser bei der Population der Pkw-Reifen im Markt nicht unabhängig sind und auch überlagert sind mit dem Reifendurchmesser bzw. Abrollumfang, ist die Kombination aus diesen drei Merkmalen die dominante Einflussgröße. Demnach ist die Festlegung der Grenzwerte und damit auch die Labeleinstufung alleine nach der Querschnittsbreite bei den heute für den Straßenverkehr repräsentativen Reifendimensionen nur bedingt geeignet. Neben den lateralen Konstruktionsmerkmalen der Reifen sollten deshalb zur besseren Differenzierung auch die radialen Dimensionierungen und deren Kombinationen berücksichtigt werden.

1.3.4 Ergebnisse der Untersuchung

Die Bandbreite der tatsächlich durch Hersteller bzw. Inverkehrbringer angewandten Methoden zur Familienbildung für die Deklaration der Abrollgeräuschwerte ist sehr groß. Übereinstimmungen mit den Vorgaben der Typgenehmigungsbehörden bezüglich der Familienbildung für die Typgenehmigung sind zu erkennen, eine einheitliche Systematik ist jedoch nicht abzuleiten. Sowohl bei der Auswertung der Labeleinstufungen, als auch bei der messtechnischen Untersuchung eines Teilkollektivs wurde gezeigt, dass oft auch lediglich der für die jeweilige Dimension und Spezifikation des Reifenprofiltyps geltende Typgenehmigungsgrenzwert deklariert wird, welcher im Wesentlichen nur durch die Breite der Lauffläche bestimmt ist. Die Untersuchung hat jedoch bestätigt, dass der tatsächliche Abrollgeräuschwert von mehreren Dimensionsmerkmalen und deren Kombinationen abhängt und die korrekte Einstufung innerhalb der Familie eines Reifenprofiltyps nur durch eine individuelle Prüfung erfolgen kann.

1.4 Zusammenfassende Antwort auf die erste Frage

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die breitbandige Stichprobe aus 60 Reifenfabrikaten und -Dimensionen keinen eindeutigen Hinweis auf nicht mehr dem Stand der Technik gemäße Abrollgeräuschgrenzwerte gibt. Es zeigt sich jedoch eine leichte Tendenz zu Abrollgeräuschwerten unterhalb der jeweils geltenden Grenzwerte. Im Mittel waren Reifen 1,2 dB(A), in Einzelfällen sogar bis zu 3 oder 4 dB(A) leiser als der Grenzwert. Dies galt über alle Preis- und Qualitätsklassen hinweg. Demnach wäre die moderate Reduzierung der Grenzwerte unter Berücksichtigung möglicher Zielkonflikte mit anderen Reifeneigenschaften kurzfristig denkbar.

Das kleine, nach derzeitiger Verfügbarkeit im Markt ausgewählte Unterkollektiv der speziellen Reifen für Elektrofahrzeuge lässt die Prognose zu, dass auch diese Konzepte keinen zusätzlichen Beitrag zur Reduzierung der Abrollgeräusche leisten werden. Reifen werden auch weiterhin die dominante, externe Fahrgeräuschquelle der Elektrofahrzeuge sein.

Die im Vergleich zu den Labelwerten ermittelten Abrollgeräuschwerte zeigen, dass die deklarierten Labelwerte bis auf eine Differenz im Mittel von nur 0,5 dB(A) bestätigt werden können. Sehr ambitioniert niedrige Einstufungen durch Hersteller haben sich jedoch zumeist nicht bestätigt. Auffällig ist auch, dass die hohe Streubreite der Abweichungen die beschriebenen Annahmen zu den Unsicherheiten des Messverfahrens bestätigt. Unter Berücksichtigung der o.g.

Gesamtunsicherheit des Messverfahrens, mit einer vom Mittelwert beidseitigen Standardabweichung von 2,2 dB(A), sind die angegebenen Labelwerte auch bei großen absoluten Abweichungen von bis zu 4 dB(A) auf den unterschiedlichen Prüfstrecken mit hoher Wahrscheinlichkeit korrekt ermittelt worden.

Die in diesem Projekt zum Aspekt der Alterung durchgeführten Messreihen mit gealterten, künstlich gealterten und teilweise abgefahrenen Reifen haben gezeigt, dass insbesondere der Profilverschleiß einen nachweisbaren, steigernden Effekt auf das Abrollgeräusch hat. Da der Effekt auf der verwendeten genormten Fahrbahnoberfläche geringer ausfällt als auf einigen realen Fahrbahnen, insbesondere mit rauerer Beläge, ist die Typgenehmigung nur im neuen Zustand mit den dafür festgelegten Grenzwerten nicht repräsentativ für die Population der Reifen im Straßenverkehr. Deshalb ist zur tatsächlich wirksamen Reduzierung der Abrollgeräusche im Straßenverkehr eine Prüfung zusätzlich in künstlich Profiltiefen-reduziertem Zustand erforderlich oder die Grenzwerte sind mit zusätzlichen, empirisch zu ermittelnden, Verschlechterungsfaktoren zu versehen.

Bezüglich des Aspektes der Familienbildung wurde festgestellt, dass die tatsächlichen Abrollgeräuschwerte bei den angewandten Methodiken der Deklaration von Labelwerten per „worst-case-Auswahl“ oder mit Einstufung identisch zum Typgenehmigungsgrenzwert oft nicht dem deklarierten Abrollgeräuschpegel entsprechen.

2 Beeinflusst das EU-Reifenlabel die Kaufentscheidung der Verbraucherinnen und Verbraucher in gewünschter Weise?

2.1 Konzept einer Umfrage zur Analyse der Entscheidungsfindung beim Reifenkauf

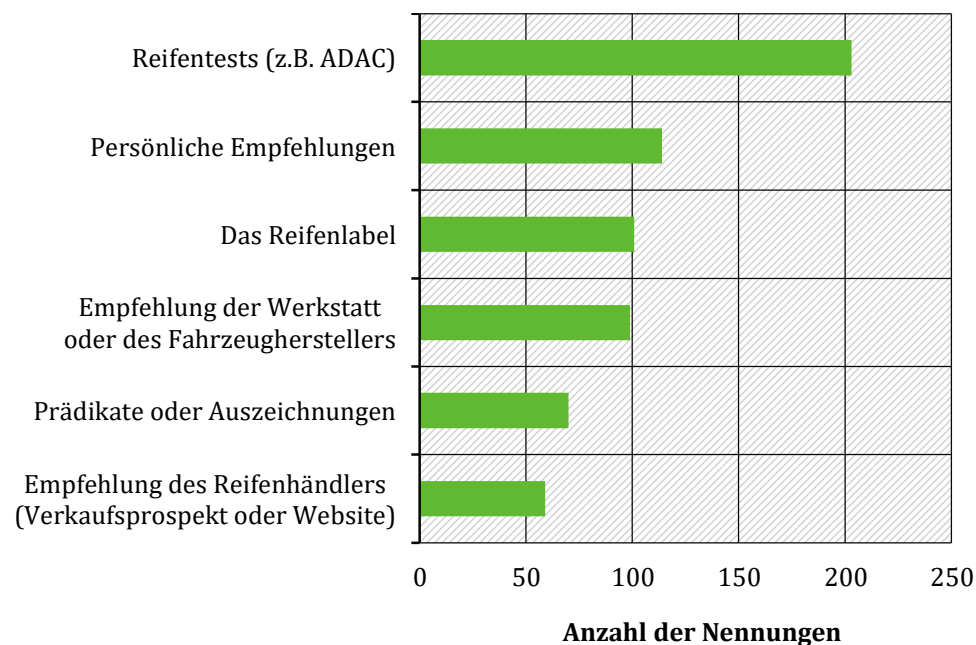
Zur Beantwortung der zweiten Frage, ob das EU-Reifenlabel die Kaufentscheidung der Verbraucherinnen und Verbraucher in gewünschter Weise beeinflusst, wurde eine Umfrage zur Analyse der Entscheidungsfindung beim Reifenkauf mit Fokus auf das Lärmschutz-relevante Reifenabrollgeräusch außerhalb des Fahrzeuges ausgearbeitet. Die Befragung wurde als anonymisierte Online-Umfrage konzipiert und zusammen mit einer Pressemeldung und einer Mailingkampagne in Kombination mit Veröffentlichung in sozialen Netzwerken realisiert. Dazu wurde zeitlich der Übergang vom Reifenlabel der ersten Generation zur Implementierung des neuen Reifenlabels mit Inkrafttreten der neuen EU-Reifenkennzeichnungsverordnung im Mai 2021 gewählt, um die entsprechende Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit zu dieser Thematik auszunutzen. An der Umfrage zur Analyse der Entscheidungsfindung haben 272 Personen aus insgesamt 14 Bundesländern in Deutschland bis zum Abschluss im August 2022 teilgenommen.

2.2 Umfrageergebnisse

Auf die Frage: „Welches sind Ihre wichtigsten Entscheidungshilfen beim Reifenkauf?“ wurde geantwortet wie folgt (Abbildung 23):

Abbildung 23: Die wichtigsten Entscheidungshilfen beim Reifenkauf

Mehrfachnennungen sind möglich



Quelle: Daten erhoben durch TÜV SÜD

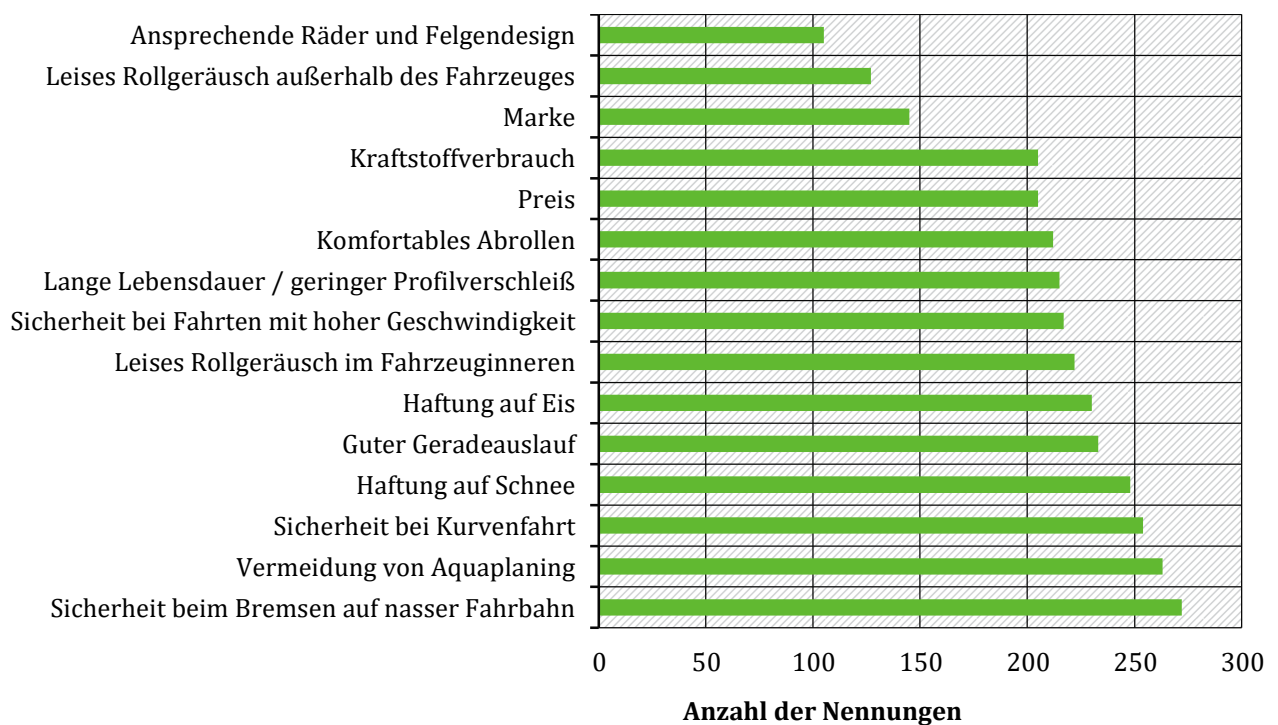
Auf die Frage nach der Wichtigkeit jeweiliger Eigenschaften der Reifen beim Kauf: „Wie wichtig ist für Sie bei der Auswahl, dass ein Reifen....?“ standen folgende Antwortmöglichkeiten zur Auswahl:

- Sehr wichtig
- Eher wichtig
- Weniger wichtig
- Unwichtig
- Keine Antwort.

Die Häufigkeit der Antworten, bei denen eine Eigenschaft als jeweils „sehr wichtig“ oder „eher wichtig“ angegeben wurde, ist nachfolgend dargestellt (Abbildung 24):

Abbildung 24: Die wichtigsten Eigenschaften der Reifen beim Kauf

Mehrfachnennungen sind möglich



Quelle: Daten erhoben durch TÜV SÜD

Die Häufigkeiten zu den Antworten auf generelle Fragen zum Reifenlabel, zur Information, Beratung und Entscheidung an Hand des Labels sind in folgender Tabelle 19 dargestellt:

Tabelle 19: Antworten auf generelle Fragen zum Reifenlabel und zum Reifenkauf

Antworten in % der Angaben; jeweils nur eine Auswahlmöglichkeit je Frage

Frage	Antwort: Ja [%]	Antwort: Nein [%]	Antwort: Trifft für mich nicht zu [%] *	Keine Antwort [%]
Wurden Sie beim Kauf vom Verkäufer anhand des (neuen oder alten) Reifenlabels beraten	16	53	30	0
Waren Sie informiert, dass es für Ihr Fahrzeug mehrere verschiedene, passende Reifengrößen / -breiten zur Auswahl gibt	69	14	17	0
Kannten Sie das Reifenlabel vor dieser Befragung?	63	37	Nicht auswählbar	0
Kennen Sie den Unterschied zwischen dem ersten Reifenlabel von 2012 und dem neuen von 2021?	24	76	Nicht auswählbar	0
Meinen Sie, dass das Reifenlabel von 2012 leicht zu verstehen ist?	69	26	Nicht auswählbar	5
Meinen Sie, dass das neue Reifenlabel 2021 leicht zu verstehen ist?	67	27	Nicht auswählbar	6
Haben Sie Vertrauen in die Werte, die auf dem Reifenlabel gezeigt sind?	55	17	28 **	0
Haben Sie sich vor dem letzten Reifenkauf selbst anhand des (neuen oder alten) Reifenlabels informiert?	36	57	7	0
Haben Sie schon einmal bewusst einen Reifentyp gewählt, der leiser ist als die anderen Reifenfabrikate, die auf Ihr Fahrzeug passen?	28	66	6	0
Haben Sie schon einmal bewusst eine Reifengröße / Reifenbreite gewählt, die leiser ist als die anderen Größen des gleichen Reifentyps (gleiche Marke und Fabrikat), die auch auf Ihr Fahrzeug passen?	9	82	9	0

* Antwortmöglichkeit, wenn Verantwortung für Auswahl der Reifen und Kaufentscheidung nicht Bestandteil des Kaufs war

** Antwortmöglichkeit war hier: „Kann ich nicht beurteilen“.

2.3 Zusammenfassende Antwort auf die zweite Frage

Die Auswertung der Befragungsergebnisse zeigt, dass innerhalb dieser Stichprobe von Befragten das Reifenlabel bekannt ist und überwiegend verstanden wird und es zum Teil auch zur Information herangezogen wird. Es leistet insgesamt aber keinen wesentlichen Beitrag zur Kaufentscheidung.

Das Abrollgeräusch außerhalb des Fahrzeugs wird von den Befragten als weniger wichtig eingestuft gegenüber allen anderen relevanten Eigenschaften, insbesondere zur Fahrsicherheit und

zum -Komfort, einschließlich Geräuschentwicklung im Fahrzeuginneren. Eine Nutzung der Labelwerte zur bewussten Lärmreduzierung erfolgt praktisch nicht, obwohl die Mehrheit der Befragten angibt, dass die Angaben auf dem Reifenlabel bezüglich der Eigenschaft Abrollgeräusch gut verständlich sind.

Die mögliche Bandbreite der Verbraucherentscheidung bezüglich der Abrollgeräuschwerte von Reifen wird nicht ausgenutzt und die gewünschte Beeinflussung der Kaufentscheidung für Reifen mit niedrigem Außen-Abrollgeräusch durch das Reifenlabel zu Gunsten des Lärmschutzes ist nicht erkennbar.

3 Welche zusätzlichen Instrumente könnten dem Lärm-schutz am Reifenmarkt mehr Geltung verschaffen?

3.1 Strategische Analyse der Ausgangslage

3.1.1 Eignung der aktuellen Prüfmethoden und Grenzwerte

In Kapitel 1.1.4 wurden bereits die Unsicherheiten des Messverfahrens und die dadurch verursachte Streuung der Abrollgeräuschwerte, insbesondere bei Messungen in verschiedenen Prüfeinrichtungen dargestellt. Durch die hohen Unsicherheiten sind die Grenzwerte für Fahrgeräusche, sowie die Eignung der Geräusch-Prüfverfahren für die Typgenehmigung, auch im Hinblick auf Prüfungen zur Konformität der Produktion (CoP) oder zur Marktüberwachung in Frage gestellt (Kapetanios 2021). Die Relevanz der Ergebnisse aus Typgenehmigungsprüfungen für den Verkehr auf realen Fahrbahnoberflächen wird generell in Frage gestellt. Hier liegen rechnerische Abschätzungen vor, dass die Unterschiede der Fahrgeräuschpegel zwischen den für die Prüfung genutzten „ISO-Fahrbahnen“ und realen (lauteren) Fahrbahnen auf Grund der Interaktion Reifen-Fahrbahn im Mittel 3 dB(A) betragen (Patel 2021).

3.1.2 Aktivitäten bei internationalen Normungsorganisationen und Regulierungsorganen

Seitens der UNECE wurde u. a. deshalb bereits im Jahr 2019 eine Arbeitsgruppe bezüglich Ermittlung und Behandlung der Messunsicherheiten der in der Typgenehmigung eingesetzten Prüfverfahren etabliert, die sich auch mit Reifen-Abrollgeräuschprüfungen befasst. Inzwischen wurde dazu seitens der Standardisierungsorganisationen bereits an einer umfassenden Revision der Norm für die Prüfstrecken gearbeitet mit Schwerpunkt auf Verbesserung der Reproduzierbarkeit durch Minimierung der Variabilität der Prüfergebnisse auf Grund der Fahrbahneigenschaften. Die Norm ISO 10844 wurde in ihrer nunmehr 4. Auflage im Dezember 2021 veröffentlicht und wird mit entsprechenden Übergangsfristen in die Typgenehmigungsvorschriften implementiert.

Aktuelle Vorschläge zur Anpassung der Typgenehmigungsvorschriften bei der UNECE zielen darauf ab, mit Schwerpunkt die Verbesserung der Prüfmethoden voranzutreiben und damit potenziell nicht konforme, jedoch bei der Typprüfung messtechnisch nicht erkannte, tatsächliche Grenzwertüberschreitung auszuschließen und damit die Population der Reifen im Markt insgesamt geräuschärmer zu machen (ETRT/ETRMA 2021).

3.1.3 Internationale, innovative Modelle zu Geräusch-Monitoring und -Reduzierung

Hier werden beispielhaft zwei Initiativen auf internationaler Ebene vorgestellt, die das Ziel von Verkehrsgeräusch-Monitoring und -Reduzierung über die Reglementierung der Fahrgeräusche hinaus verfolgen:

Ein erster Ansatz verfolgt die gezielte Information von Verbrauchern und Verbraucherinnen über ihre Möglichkeit, direkt Einfluss auf die Belastung der Umgebung durch Fahrgeräusche zu nehmen, z. B. durch Einsatz lärmarmer Reifen. In diesem Fall wurden in einer Initiative in Südkorea durch Behörden die Abrollgeräuschwerte von Reifentypen aufgelistet und zur Information der Bürger und Bürgerinnen zentral bereitgestellt; der Anteil des Reifengeräuschs am Verkehrslärm wurde durch das dortige Umweltministerium explizit als relevant eingestuft und die Notwendigkeit von Maßnahmen zur Reduzierung wurde festgestellt. Die Thematik der Reifenabrollgeräusche wurde im Rahmen des nationalen „Lärminformationssystems“ berücksichtigt und,

wie u. a. auch die in Echtzeit gemessenen Umwelt-Lärmpegel, online dargestellt; s. Abbildung 25 (Ministry of Environment 2020).

Abbildung 25: Lärminformationssystem in Südkorea

Abbildung des Webseiteninhalts



Quelle: Umweltministerium Südkorea

Weiterhin konnten die Informationen zur Klassifizierung der Effizienz, u. a. der Abrollgeräusche von Reifenfabrikaten, jeweils nach Verifizierung durch die Behörde, auf deren Website abgerufen werden (Ministry of Environment 2022); ein Beispiel ist in Abbildung 26 dargestellt.

Abbildung 26: Reifen-Effizienzkennzeichnung mit Geräuschlabel in Südkorea

Abbildung des Webseiteninhalts

• 효율등급 이미지

효율등급 이미지

제조/수입사	넥센타이어(주)
모델/패턴명	N'FERA Sport /
타이어제원	205/65R16 95W
타이어종류	자율표시제 승용차타이어 총형 OE(신차용)
소음등급	A

• 타이어 옆면 사진

타이어 옆면 사진

타이어 앞면 사진

타이어 앞면 사진

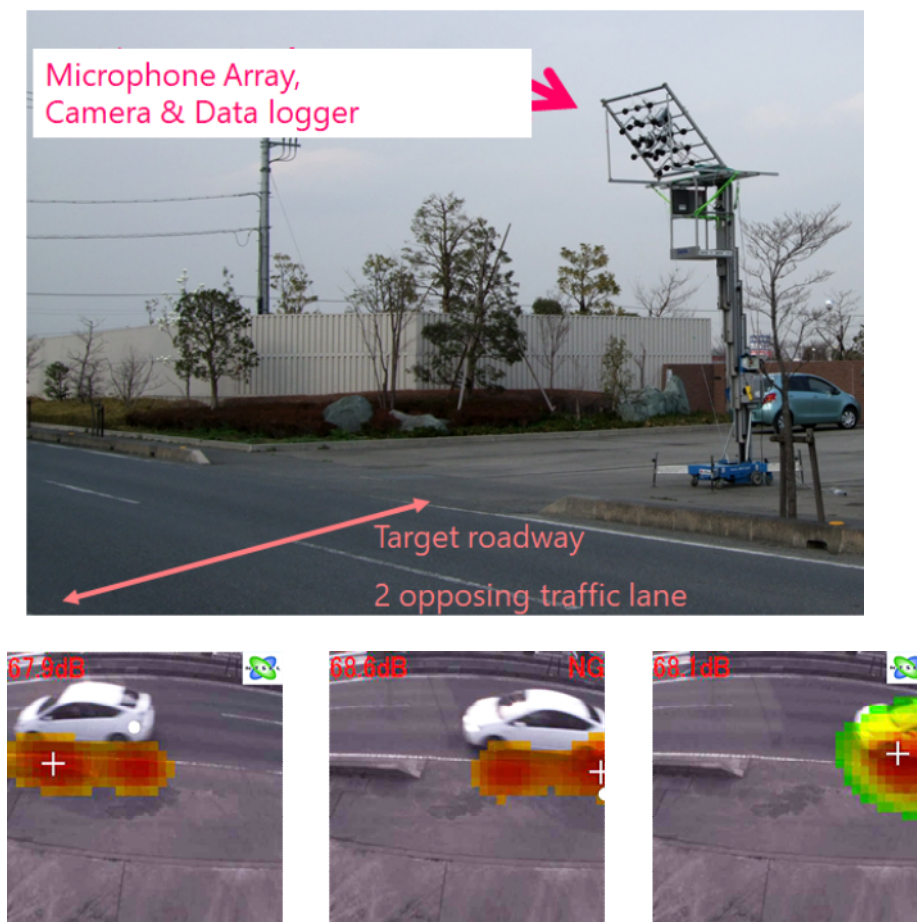
Quelle: Umweltministerium Südkorea

Am Beispiel eines Vorhabens in Japan soll die gezielte, selektive Detektierung von bzw. Vorhersage zu Geräuschquellen im realen Straßenverkehr gezeigt werden; es wurde damit der Zweck

verfolgt, geeignete Maßnahmen zum Lärmschutz zu verifizieren und einzuleiten. In diesem Fall werden akustische Kameras im laufenden Verkehr in Verbindung mit Rechen-Vorhersagemodelle eingesetzt, um den Beitrag der einzelnen Komponenten als Geräuschquellen (i. W. Antrieb und Reifen) qualitativ oder/und quantitativ zu erfassen und vorherzusagen (Abbildung 27). Die Ergebnisse werden eingesetzt, um die Effektivität bereits eingeführter Maßnahmen zur Verschärfung von Abroll- bzw. Fahrgeräuschgrenzwerten in realen Verkehrsszenarien und auf öffentlichen Fahrbahnen zu beurteilen und die Einführung weiterer Schritte zur Geräuschreduzierung zu planen (Fumio 2021).

Abbildung 27: Messung der Geräuschquellen am Fahrzeug im fließenden Verkehr in Japan

Abbildung des Webseiteninhalts



Quelle: MILIT Japan

3.1.4 Zielkonflikte bei Reifen- und Fahrzeugherstellern

Die Fahrzeughersteller, repräsentiert durch die Verbände ACEA und OICA, sowie die Europäischen Reifenhersteller, repräsentiert durch die Verbände ETRTO und ETRMA, haben vor dem Hintergrund einer weiteren Verschärfung der Grenzwerte für das Fahrgeräusch im Jahr 2024 nach Verordnung 540/2014/EU mehrere Studien in Auftrag gegeben, die den Zielkonflikt zwischen niedrigem Abrollgeräusch und Fahrsicherheit, sowie Energieeffizienz und auch Haltbarkeit/Verschleiß aufzeigen (ETRTO 2021-2), (UTAC 2022-1). Die Fahrzeughersteller wollen in ihren Erhebungen auch aufzeigen, dass eine weitere Verschärfung der Gesamtfahrzeug-

Gräuschgrenzwerte ohne Verbesserung der Reifenabrollgeräusche nicht mehr möglich ist; gleichzeitig wird eine Reduzierung der Fahrgeräusche insbesondere auf Kosten der Fahrsicherheit nicht akzeptiert. Die zusammengefassten Ergebnisse liegen inzwischen weitgehend vor (UTAC 2022-2). U. a. mit den Ergebnissen dieser Studien ist es gelungen, die Europäische Kommission zur Verschärfung der Grenzwerte für Reifen-Nassgriff und -Rollwiderstand zu motivieren, ohne die bestehenden Abrollgeräuschgrenzwerte für Reifen zu modifizieren (European Commission 2022).

3.1.5 Wechselwirkung des Reifenprofils mit der Fahrbahnoberfläche und Einfluss auf das Abrollgeräusch, lärmindernde Fahrbahnbeläge

Das Spannungsfeld Fahrbahnbelag-Reifen als interaktive Quellen für das Abrollgeräusch wird bei den Regulierungsorganen inzwischen intensiv betrachtet und erörtert. Die Argumentation, bei der Reduzierung der Fahrgeräusche mit Schwerpunkt die Fahrbahnoberflächen zu berücksichtigen, wird durch die Europäischen Verbände der Reifenhersteller, ETRTO und ETRMA, sowie der Fahrzeughersteller, ACEA verfolgt und in den jüngsten, z. T. gemeinsamen, Positionspapieren zur zukünftigen Regulierung des Verkehrsgerausches dargestellt; als eine der wirksamen Maßnahmen, speziell im Bereich sog. „Geräusch-Hot-Spots“, wird der Einsatz „leiser“ Fahrbahnoberflächen empfohlen. Darüber hinaus wird zur Nutzung aller verfügbaren Technologien zur Verhinderung der Schallausbreitung und Verringerung der Lärmbelastung in bewohnten Gebieten in der Nähe stark befahrener Straßen geraten, wie lärmabsorbierende Fassaden oder neue Fenstertechnologien und Lüftungskonzepte (ACEA 2021).

3.2 Konzepte und Instrumente zur wirksamen Reduzierung der Abrollgeräusche

3.2.1 Potenzial zur Reduzierung der Abrollgeräusch-Grenzwerte

In von der Europäischen Kommission beauftragten Studien (Kantor 2021), (Kapetanios 2021) wurde das Lärminderungspotenzial bei Reifen als eine der wirksamen Maßnahmen zur Verkehrslärmreduzierung identifiziert. Es wurde dabei in den erstellten Kosten-Nutzen-Analysen („CBA“) für verschiedene Szenarien ein realisierbares Potenzial zum Absenken der Abrollgeräuschgrenzwerte um 3 dB(A) bzw. um 2 bis zu 4 dB(A) in zwei Stufen angenommen. Als Zeitraum für die Implementierung der Anpassung von Grenzwerten ist hier ein möglicher Zeitraum von 4-6 Jahren angesetzt worden.

3.2.2 Überarbeitung und Verbesserung der Prüfmethode-des Forschungsprogramm „CEDR, STEER“

Das Europäische Forschungsprogramm „STEER“ (Strengthening the Effect of quieter tyres on European Roads) der „CEDR“ (Conference of European Directors of Roads) verfolgt das Hauptziel, eine Grundlage für Entscheidungsträger zu schaffen, die es ihnen ermöglicht, neue Richtlinien und Politiken zu entwickeln, u. a. um die Wirkung leiserer Reifen auf europäischen Straßen zu verbessern.

Der Bericht zur Reproduzierbarkeit der aktuellen Prüfmethode für das Abrollgeräusch (Sandberg 2021) stellt fest, dass der größte Beitrag zur Gesamtunsicherheit der Prüf-Fahrbahn zuzuweisen ist. Als Lösungsvorschlag wird eine Kalibrierung bzw. Normalisierung der Messwerte verschiedener Messstrecken mittels eines standardisierten Referenzreifens (analog Standard

ISO/TS 11819-3) bzw. durch Round-Robin-Tests in regelmäßigen Abständen von zwei Jahren gezeigt; damit ließe sich der Beitrag zur Gesamt-Unsicherheit halbieren.

Im Bericht anlässlich der Abschluss-Tagung der Konferenz (CEDR 2022) werden dieser und weitere Lösungsvorschläge zusammengefasst. Als weiterer Lösungsansatz dient eine vereinfachte Prüfmethode auf einem Trommelprüfstand, mit der sich eine Reduzierung des Unsicherheitsbeitrags um zwei Drittel erzielen lässt.

Als dritter Vorschlag wird die striktere Anforderung an die Versuchsfahrzeuge hinsichtlich des Fahrwerks und des Unterbodens dargestellt, was jedoch nur eine leichte Verbesserung erzeugt.

Viertens wird die Verbesserung der Temperaturkorrektur zur Ermittlung des endgültigen Messergebnisses vorgeschlagen, u. a. basierend auf der Boden- und Umgebungslufttemperatur, was zu einer Reduzierung des Unsicherheitsbeitrages von einem Drittel führen kann.

Als Resultat ergibt sich nach mathematischer Verrechnung der Einzelbeiträge insgesamt ein Potenzial zur Halbierung der Gesamtunsicherheit.

Bezüglich der Repräsentativität der ermittelten Abrollgeräuschwerte für reale Fahrbahnen und der Wirksamkeit geräuscharmer Reifen stellt der Bericht fest, dass diese gegeben sind, wenn auf Verkehrsstraßen glatte oder mitteltaue Fahrbahnbeläge eingesetzt werden und auf Korngrößen größer 14 mm verzichtet wird.

Eine Verschärfung der Grenzwerte für das Abrollgeräusch wird im Rahmen des STEER-Projektes nicht explizit vorgeschlagen. Stattdessen werden zusätzlich zu den bereits vorliegenden Annahmen zur möglichen Reduzierung der Grenzwerte auch Subventionen für die Reifenhersteller bzw. Vereinbarungen oder eine Selbstverpflichtung der Industrie zur Herstellung und zum Verkauf- oder Kundenanreize zum Kauf geräuscharmer Reifen empfohlen (Schlatte 2021).

Um die Effektivität des Reifenlabels für die Reduzierung von Verkehrslärm zu erhöhen, wird vorgeschlagen, die häufig praktizierte Typgenehmigung bzw. auch abgeleitete Einstufung einer gesamten Reifenfamilie (i. e. eine Profiltyp-Familie in vielen verschiedenen Dimensionen und Spezifikationen) an Hand nur des Wertes einer ausgewählten Variante zu unterbinden und alle Varianten einer Familie mit individuellem Wert zu klassifizieren, oder aber zumindest die Bandbreite der Abrollgeräuschwerte innerhalb der Familie zu bestimmen; dies abhängig vom Ergebnis noch weiterer durchzuführender Untersuchungen (Goubert 2022).

3.2.3 Realisierung lärmindernder Fahrbahnoberflächen in Europa

Der Einsatz leiser Fahrbahnbeläge wird in Deutschland bisher u. a. deshalb nicht realisiert, weil die geräuschkindernden Eigenschaften durch schnelle Alterung, Ermüdung und Schädigung nur für kurze Zeiträume wirksam sind.

Offenporige Asphalte sind, nach Feststellung durch das Umweltbundesamt, „derzeit die Fahrbahnbeläge, die Reifen-Fahrbahn-Geräusche am effektivsten mindern und gleichzeitig bautechnisch beherrschbar sind“ (Peschel 2014). Die lärmindernde Wirkung beträgt dabei - 5 dB(A).

Laut Ausführung der BASt besitzen Offenporige Asphalte („OPA“) „aufgrund ihres Stützkonzeptes und des mörtelarmen Prinzips hervorragende Eigenschaften bezüglich einer Lärmreduzierung“. Es komme allerdings „infolge der hohen Belastung und oxidativer Alterung zu Kornausbrüchen beziehungsweise Schädigungen im Korngefüge“. Zusätzlich sei „die Lebensdauer der Asphaltdeckschichten durch starke oxidative Alterung des verwendeten Bindemittels im Vergleich zu anderen Asphaltdeckschichtarten stark verkürzt“. Weiterhin wird dort festgestellt,

„dass Epoxidharz als Bindemittelzusatz das Mischgut langlebiger und resistenter gegen Verschleißerscheinungen machen könnte“ (BASt 3514004).

Ebenfalls könnte nach Erkenntnissen aus der Forschung bei der BASt „Polyurethan (PU) das Bitumen als alternatives Bindemittel im Straßenbau ganz oder teilweise ersetzen“. Es wird weiterhin ausgeführt: „Polyurethanasphalt weist gegenüber Standardasphalten deutlich höhere Verformungs- und Ermüdungswiderstände auf und das Materialverhalten ist nur geringfügig temperaturabhängig. Eine Beständigkeit gegen Frost, Frost-Tausalz, Hitze und chemischen Angriff konnte ebenfalls bereits nachgewiesen werden; mit vorzeitigen Materialschädigungen infolge Verkehrsbelastungen ist nicht zu rechnen“ (BASt 07.0296).

Eine zu dieser Thematik erarbeitete Dissertation verfolgte das Ziel, „ein vollständig neues offenes Materialkonzept „PU-Asphalt“ auf Basis des synthetischen Bindemittels Polyurethan (PU) zu entwickeln, umfangreich zu bewerten sowie eine baupraktische Umsetzung zu realisieren“. Im Ergebnis konnte laut Beschreibung „das Potential von PU-Asphalt als hochbelastbare versickerungsfähige Verkehrsfläche im Labormaßstab nachgewiesen werden.“ Hierbei konnten nach Aussage des Autors „sämtliche Gebrauchseigenschaften gegenüber konventionellen Referenzvarianten teilweise erheblich verbessert werden“, wobei die akustischen Eigenschaften nicht explizit untersucht wurden. Weiterhin wird ausgeführt: „Erstmals war es möglich, die hervorragenden, funktionalen Eigenschaften eines offenporigen Systems mit einer hochstabilen Materialperformance und -dauerhaftigkeit zu verknüpfen. PU-Asphalte weisen auch für sehr hohe Gebrauchstemperaturen eine ausreichende Verformungsstabilität auf, ohne erhöhte Rissanfälligkeit im Tieftemperaturbereich zu zeigen“. Damit liege gegenüber konventionellen Asphalten „eine deutlich größere Gebrauchstemperaturspanne vor“. Die Arbeit kommt zu folgendem Schluss: „Insbesondere mit Blick auf die eingeschränkte Dauerhaftigkeit von konventionellen offenporigen Asphalten stellt offenporiger PU-Asphalt eine konkurrenzfähige Alternative dar“ (Renken 2019).

Auch das Forschungsvorhaben „INNO-PAVE“ beschäftigte sich bereits erfolgreich mit der grundlegenden Erforschung polymerer Werkstoffe sowie innovativer Herstellungs- und Einbautechnologien für Straßendeckschichtsysteme und deren Realisierung mit dem Ziel der Reduzierung von Verkehrslärm (Faßbender 2021).

Der französische Verband „Zentrum für die technische Bewertung des akustischen Umfelds“ in der Region Ile-de-France („Bruitparif“), führt im Rahmen des durch die EU-Kommission mitgefördertes Innovationsprojekts „Cool and Low Noise Asphalt – Project LIFE“, u. a. zur Gestaltung innovativer, geräuscharmer Straßenbeläge („Low Noise Asphalt“) im städtischen Bereich an drei ausgewählten Pilotstandorten in Frankreich Maßnahmen bezüglich der Lärmquelle Reifen-Fahrbahnkontakt ein. Explizites Ziel ist es, damit die Abrollgeräusche an der Entstehungsstelle im Reifen-Fahrbahn-Kontakt um 3 dB(A) zu reduzieren. Im Rahmen der Umsetzung soll bis zum Jahr 2027 die Wirksamkeit jedes Fahrbahnbelags im Vergleich zu konventionellen Belägen durch permanente Lärmmessstationen direkt an der Fahrbahn bewertet werden (Bruitparif 2018).

3.3 Vorschläge für Maßnahmen der zukünftigen Lärmschutzpolitik

3.3.1 Reduzierung der Abrollgeräusch-Grenzwerte und Berücksichtigung der Alterung

Die Ergebnisse der in diesem Projekt durchgeführten Abrollgeräuschmessungen und die Abrollgeräusch-Einstufungen der Reifenhersteller lassen die Annahme zu, dass die moderate Reduzierung der zulässigen Abrollgeräusch-Grenzwerte um einen Betrag von bis zu maximal 4 dB(A)

und im Mittel um 1 dB(A) kurzfristig realisierbar ist. Mit weiterem Zeithorizont erscheint auch die von der Europäischen Kommission in Betracht gezogene Reduzierung um 2 bis 4 dB(A) in zwei Stufen möglich. Es wird daher die Reduzierung der Grenzwerte für die Typgenehmigung in zwei Stufen um jeweils 1 bis 2 dB(A) in einem Zeitraum ab 2024 bis 2026 vorgeschlagen mit entsprechenden Einführungs- und Übergangsbestimmungen, üblicherweise 2 Jahre für die Erteilung neuer Typgenehmigungen.

Weiterhin wird auf Grund der Erkenntnisse aus den Untersuchungen teilweise abgefahrener Reifen die Prüfung der Reifen zusätzlich im teilweise (künstlich) abgefahrenen Zustand, analog dem Verfahren in der neuen Änderungsserie 03 zur UNECE-Regelung Nr. 117 für die Typgenehmigung beim Bremsen auf nassen Fahrbahnen, vorgeschlagen.

3.3.2 Verbesserung der Reproduzierbarkeit der Messmethode und Reduzierung der Unsicherheit

Zur Verringerung des dominanten Unsicherheits-Beitrages durch die Variabilität der Prüffahrbahnen wird vorgeschlagen, die durch das Forschungsprogramm STEER (s. Kapitel 3.2.2.) vorgeschlagenen Kalibriermessung mit Referenzreifen zu implementieren. Die Systematik regelmäßiger Kontrollreifenmessungen sind in den Typgenehmigungsvorschriften in anderen Bereichen, z. B. für die Labor-Rollwiderstandmessung in UNECE-Regelung Nr. 117, Anhang 6, bereits implementiert.

Ebenfalls empfohlen wird die Implementierung der Maßnahmen zur Verbesserung der Temperaturkorrektur der Prüfergebnisse gemäß Vorschlag durch STEER bzw. durch die UNECE-Arbeitsgruppe Messunsicherheiten.

Als weitere unterstützende Maßnahmen zu empfehlen ist die mögliche Implementierung eines Ringvergleichs bzw. „Laborabgleichs“ mit Referenzlaboren analog dem Verfahren bei der Energieeffizienz-Einstufung der Reifen über den Rollwiderstand beim Reifenlabel nach Verordnung 2020/740/EU, angewandt auch bei der Typgenehmigung von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen nach Verordnung 2017/1151/EU hinsichtlich der Emissionen (Euro 5 und Euro 6) und der Ermittlung der CO₂-Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs von schweren Nutzfahrzeugen gem. Verordnung 2017/2400/EU.

Die Förderung der Investition in Indoor-Prüfanlagen bei Reifenherstellern und Prüflaboren, deren Einsatz durch das Forschungsprogramm STEER zur weiteren Verbesserung der Reproduzierbarkeit der Prüfmethoden ebenfalls vorgeschlagen wurde, bietet daneben noch Potenzial zur Ressourcenschonung durch Vermeidung von Konditionierungs- und Messfahrten auf der Straße.

3.3.3 Änderung des Typgenehmigungsverfahrens und des Reifenlabelings bezüglich der Familienbildung und der Ermittlung der Kennwerte; Marktüberwachung

Empfohlen wird eine Änderung der UNECE-Regelung Nr. 117 und der Verordnung 2020/740/EU mit dem Ziel der Prüfung aller Varianten einer Familie bezüglich des Abrollgeräusches, zumindest aber auch des günstigsten Falles für das Rollgeräusch; dabei erfolgt die Festlegung der Abrollgeräusch-Grenzwerte individuell für die Kombination radialer und lateraler Konstruktionsmerkmale der Reifenvarianten.

Als unterstützende Maßnahme empfohlen wird die gezielte Marktüberwachung für Typgenehmigungswerte und Labelwerte durch zuständige Marktüberwachungsbehörden für die jeweilige Variante mit der besten Geräuscheinstufung.

Weiterhin empfohlen wird die Einführung des zusätzlichen Zertifizierungsprinzips für Reifenlabelwerte beim Abrollgeräusch, das bereits angewandt wird bei der Typgenehmigung nach der

Verordnung 2017/2400/EU zur Ermittlung der CO₂-Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs von schweren Nutzfahrzeugen unter Verwendung der Labelwerte für den Rollwiderstand. Die vom Reifenhersteller deklarierten Rollwiderstandsbeiwerte müssen hier durch einen Technischen Dienst bestätigt und zur weiteren Verwendung durch eine Typgenehmigungsbehörde zertifiziert werden.

3.3.4 Steuerung des Baus und Einsatzes von lärm mindernden Fahrbahnen

Folgende Maßnahmen werden zum Themengebiet „leise Fahrbahnen“ empfohlen:

- ▶ Förderung der Forschung und Entwicklung von innovativen, dauerhaltbaren Fahrbahnbelägen mit Epoxidharz als Bindemittelzusatz und offenporigem PU-Asphalt, um die erforderliche Reife der Fertigungsverfahren zu erreichen.
- ▶ Einführung einer stufenweisen Verpflichtung zum Einsatz innovativer, geräuscharmer Fahrbahnbeläge für Geräusch-Hotspots.
- ▶ Förderung des freiwilligen Einsatzes innovativer, geräuscharmer Fahrbahnbeläge.
- ▶ Monitoring des Effekts der innovativen Fahrbahnen mit akustischen Kameras und Fokus auf den Reifen-Fahrbahn-Kontakt oder mit Messmikrofonen in Fahrzeugräder-Höhe und mit Messstellen im Aufenthaltsbereich von Personen neben der Fahrbahn.

3.3.5 Steuerung der Reifenindustrie und der Märkte

Den Empfehlungen des Forschungsprogramm STEER folgend werden folgende Maßnahmen oder deren Kombinationen vorgeschlagen:

- ▶ Subventionen für die Hersteller für die Entwicklung und Vermarktung von leisen, sicheren, energieeffizienten und haltbaren Reifen,
- ▶ Förderung von Vereinbarungen oder Selbstverpflichtung der Industrie und des Handels zur Herstellung und zum Verkauf leiser Reifen,
- ▶ Kundenanreize zum Kauf geräuscharmer Reifen.

Die Kundenanreize könnten in Kombination mit Information der Verbraucher und Verbraucherinnen über Fabrikate und Varianten mit geringem Abrollgeräusch durch offizielle Stellen, z. B. nach dem Vorbild Südkoreas (dargestellt in Kapitel 3.1.3), noch wirksamer sein.

Eine zusätzliche, freiwillige nationale Zertifizierung leiser Reifen mit Prüfung der Abrollgeräusche auf für den Straßenverkehr in Deutschland repräsentativen Fahrbahnoberflächen wäre grundsätzlich eine erfolversprechende Maßnahme; die Implementierung erfordert jedoch die Auswahl einer geeigneten Prüfmethode, sowie die Festlegung repräsentativer Fahrbahnoberflächen-Spezifikationen.

3.4 Zusammenfassende Bewertung der Vorschläge

Zur Bewertung dieser fünf Maßnahmenpakete zu Kosten, Nutzen und weiteren relevanten Aspekten wurde eine Expertenabschätzung durchgeführt. Beteiligt waren sechs erfahrene Fachleute von TÜV SÜD aus dem Bereich Reifentechnik und -Prüfung. Sie verfügen über langjährige Kenntnis der Märkte sowie von der Normung und Gesetzgebung. Als Bewertungsmaßstäbe wurden folgende Kriterien herangezogen:

- ▶ Zu erwartende Wirksamkeit auf die Lärminderung
- ▶ Kosten / Aufwand für den Bund
- ▶ Kosten / Aufwand für die Länder / Kommunen
- ▶ Kosten für die Verbraucher und Verbraucherinnen
- ▶ Akzeptanz bei Bürgern und Bürgerinnen
- ▶ Kosten für die Reifen- bzw. Fahrzeugindustrie
- ▶ Akzeptanz bei der Industrie
- ▶ Dauer für die Umsetzung.

Die Bewertung erfolgte qualitativ anhand einer Bewertungsskala mit Schulnoten. Die Note „1“ ist gleichbedeutend mit:

- ▶ Hohe Wirksamkeit auf die Lärminderung
- ▶ Einfache Durchsetzbarkeit bei den Bürgern und Bürgerinnen bzw. in der Industrie
- ▶ Hohe Akzeptanz in der betroffenen Gruppe
- ▶ Geschätzt geringe anteilige Kosten für die maßgeblich zuständigen Akteure
- ▶ Erwartete kurze Umsetzungsdauer.

Die Note „3“ ist als neutrale oder indifferente Bewertung zu sehen. Die Noten „2“ oder „4“ drücken eine leichte Tendenz in die jeweilige Richtung aus.

Eine Bewertung mit Note „5“ hat folgende Bedeutung:

- ▶ geringe erwartete Wirksamkeit
- ▶ schwierige Durchsetzbarkeit
- ▶ geringe Akzeptanz
- ▶ geschätzt hohe anteilige Kosten
- ▶ lange erwartete Umsetzungsdauer.

Aus den einzelnen Bewertungen wurde dann eine Gesamtnote je vorgeschlagenem Maßnahmenpaket ermittelt, wie in Tabelle 20 dargestellt:

Tabelle 20: Bewertung der vorgeschlagenen Maßnahmen zur Minderung von Reifenlärm

Gemittelte Gesamtnoten der Expertenbewertungen nach den jeweiligen Bewertungskriterien

Maßnahmenvorschlag	Zu erwartende Wirksamkeit	Kosten/ Aufwand für Bund	Kosten / Aufwand für Länder/ Kommunen	Kosten für Verbraucher/Innen	Akzeptanz bei Bürgern/Innen	Kosten für Industrie	Akzeptanz bei Industrie	Dauer der Umsetzung	Gesamtbewertung
1. Reduzierung der Abrollgeräusch-Grenzwerte und zusätzlich Prüfung im abgefahrenen Zustand	2,2	1,5	1,5	3,2	1,5	4,5	4,5	3,0	2,7
2. Verbesserung der Reproduzierbarkeit der Messmethode und Reduzierung der Unsicherheit	2,2	1,7	1,7	2,3	1,7	3,2	2,8	3,0	2,3
3. Änderung des Typgenehmigungsverfahrens und des Reifenlabelings bezüglich der Familienbildung und der Ermittlung der Kennwerte; Marktüberwachung	2,3	2,3	2,3	2,0	1,3	3,5	3,8	3,8	2,7
4. Steuerung des Baus und Einsatzes von leisen Fahrbahnen	1,0	4,2	4,2	2,3	1,7	2,0	1,7	4,7	2,7
5. Steuerung der Reifenindustrie und der Märkte	2,2	3,3	2,0	1,8	1,7	2,7	3,2	3,2	2,5

Zusammenfassend wurden unter Erwägung aller gegebenen Fragestellungen die Maßnahmenpakete 2 und 5 als die meist geeigneten identifiziert. Die Maßnahmenpakete 1, 3 und 4 erscheinen ebenfalls insgesamt wirksam, zielführend und machbar. Die Vorteile und Nachteile wiegen sich weitgehend auf.

Die Abschätzung der Kosten für die jeweiligen Gruppen, insbesondere durch mögliche Umlage von Kosten für Straßenbau auf die Bürger und Bürgerinnen, insbesondere Anwohner und Anwohnerinnen, ist aus Sicht der Experten schwierig. Hier wären weitere Expertenmeinungen aus der Politik notwendig.

4 Quellenverzeichnis

Gesetzestexte:

UNECE-Regelung Nr. 117, Regelung Nr. 117 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) - Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Reifen hinsichtlich der Rollgeräuschemissionen und der Haftung auf nassen Oberflächen und/oder des Rollwiderstandes, Amtsblatt der Europäischen Union, L 218/1, 12.8.2016.

Verordnung 661/2009/EG, Verordnung (EG) Nr. 661/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen, Kraftfahrzeuganhängern und von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge hinsichtlich ihrer allgemeinen Sicherheit, Amtsblatt der Europäischen Union L 200 vom 31.7.2009, aufgehoben und ersetzt durch Verordnung (EU) Nr. 2019/2144.

Verordnung 1222/2009/EG, Verordnung (EG) Nr. 1222/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2009 über die Kennzeichnung von Reifen in Bezug auf die Kraftstoffeffizienz und andere wesentliche Parameter, Amtsblatt der Europäischen Union L 342 vom 22.12.2009, aufgehoben und ersetzt durch Verordnung (EU) Nr. 2020/740.

Verordnung 540/2014/EU, Verordnung (EU) Nr. 540/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über den Geräuschpegel von Kraftfahrzeugen und von Austauschchalldämpferanlagen, Amtsblatt der Europäischen Union. L 158 vom 27.5.2014.

Verordnung 2017/2400/EU, Verordnung (EU) Nr. 2017/2400 der Kommission vom 12. Dezember 2017 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 595/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Bestimmung der CO₂-Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs von schweren Nutzfahrzeugen sowie zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Verordnung (EU) Nr. 582/2011 der Kommission, Amtsblatt der Europäischen Union L 349 vom 29.12.2017.

Verordnung 2017/1151/EU, Verordnung (EU) 2017/1151 der Kommission vom 1. Juni 2017 zur Ergänzung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Fahrzeugreparatur- und -Wartungsinformationen, Amtsblatt der Europäischen Union L 175 vom 7.7.2017.

Amtliche Statistiken:

KBA 2020, Statistik des Kraftfahrt-Bundesamt -Fahrzeugzulassungen (FZ) - Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Herstellern und Typen Stichtag: 1. Januar 2020; Veröffentlichung: Juni 2020.

KBA 2021, Statistik des Kraftfahrt-Bundesamt -Fahrzeugzulassungen (FZ) - Neuzulassungen von Personenkraftwagen nach Marken und Modellreihen – Monatsergebnisse, Berichtszeitraum/Zeitpunkt: 1. Januar 2020 bis 31. Dezember 2020, Veröffentlichung: Januar 2021.

TÜV/DEKRA 2021, Arbeitsgemeinschaft der Technischen Prüfstellen für den Kraftfahrzeugverkehr 21 - TÜV | DEKRA arge tp 21, Datenbank-Stand Januar 2021.

Statistiken des Handels:

RSU 2020, RSU GmbH, D-72813 St. Johann, Website [tyresystem.de](https://www.tyresystem.de), Bevorratungsreport Sommer- und Ganzjahresreifen 2020, Erscheinungsdatum 28.1.2020, und Bevorratungsreport Winter- und Ganzjahresreifen, Erscheinungsdatum 17.6.2020.

BRV 2020, Bundesverband Reifenhandel und Vulkaniseur-Handwerk e.V. (BRV), Bonn, Unterlagen zur Pkw-, 4x4-+ Van-Sommerreifen -Disposition für 2021, Erscheinungsdatum November 2020.

BRV 2019, Bundesverband Reifenhandel und Vulkaniseur-Handwerk e.V. (BRV), Bonn, Reifenersatzgeschäft Deutschland 2019 / Prognose 2020, Marktdaten, mit Unterstützung durch den Wirtschaftsverband der deutschen Kautschukindustrie (wdk), Frankfurt (Main).

Forschungsberichte:

Fehrl 2006, FEHRL Report, Final Report SI2.408210 Tyre/Road Noise - Volume 1, BAST, TRL, TÜV Nord, VTI, 2006.

Silence 2008, Sandberg U. (VTI, Schweden), Dr. Glaeser K.- P., Schwalbe, G (BAST), Ejsmont J.A.(TUG), The influence of tyre wear and ageing on tyre/road noise emission and rolling resistance, Europäische Kommission, September 2008.

Blättler 2017, Blättler, R. Touring Club Schweiz, Entwicklung der PKW-Reifen-Lärm-Emissionen bei abgefahrenen Sommer- und Winterreifen, Emmen, Dezember 2017, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Schweiz.

DVR 2020, Aktion „Wash & Check“ der Initiative Reifenqualität, Deutscher Verkehrssicherheitsrat e.V. (DVR), Bonn, Veröffentlichung: 17. November 2020.

Kapetanios 2021, Kapetanios, N. R., Papadimitriou G., Ntziachristos, L., Lechner, C., Eisele, G., Dieterich, Ditttrich, M.G., van Beek, P.J.G., Salomons, E., Steven, H., Study on sound level limits of M- and N-category vehicles, Final Report, Europäische Kommission, Brüssel, Juni 2021.

Kantor 2021, Kantor E., Klebba M., Richter C., Kubota U., Zeisl Y., Ditttrich M., Blanes Guardia N, Fons Estevez J., Assessment of potential health benefits of noise abatement measures in the EU (Phenomena project), Europäische Kommission, März 2021.

Sandberg 2021, Sandberg U., Berge T., Schlatter F., Bühlmann E., STEER: Strengthening the Effect of quieter tyres on European Roads - Improving reproducibility of tyre/road noise measurements on ISO test tracks, Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), 11.04.2022.

Schlatter 2021, Schlatter F., Bühlmann E., Sandberg U., Berge T., Evaluation of strategies enhancing proliferation of quieter tyres and its implications for NRAs, Grolimund& Partner (G+P), 11.4.2022.

Goubert 2022, Goubert L., Berge T., Sandberg U., Strengthening the Effect of quieter tyres on European Roads / Recommendations for improved representativity of tyre labelling, Belgian Road Research Centre (BRRC) , 11.4.2022.

Renken 2019, Renken L., Entwicklung von PU-Asphalt von der Idee bis zur baupraktischen Umsetzung, Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen, Institut für Straßenwesen, Dezember 2019.

Peschel 2014, Peschel U., Reichart U., Lärmindernde Fahrbahnbeläge, Ein Überblick über den Stand der Technik, Aktualisierte Überarbeitung, Umweltbundesamt, Februar 2014.

Positionspapiere:

ACEA 2021; ACEA, ETRMA, ETRTO; Position Paper, EU legislation on road traffic noise Referenzen: Tyre & Road traffic noise, Dezember 2021 (veröffentlicht im März 2022).

Beiträge aus Sammelbänden:

Biesse 2014, Biesse, F., Mahe, J., und Levy, N., Average Worn Profile of Tires in Europe, Tire Science and Technology, TSTCA, Vol. 42, No. 3, pp. 166–184, July–September 2014.

Zeitschriften:

ADAC 2012 bis 2018, ADAC e.V. München, ADAC Motorwelt, Ausgaben März 2012, September 2012, Februar 2013, September 2013, April 2014, September 2014, März 2015, September 2015, März 2016, Oktober 2016, März 2017, Oktober 2017, März 2018 und Oktober 2018.

Zeitschriftenaufsatz:

Faßbender 2021, Faßbender S., Prof. Dr. Oeser M., Innovativer Straßenbelag mindert Verkehrslärm, Fachzeitschrift Straße und Autobahn, Kirschbaum Verlag GmbH, Bonn, Ausgabe 10.2021.

Tagungsbeiträge:

ETRTO 2021-1, ETRTO, Arbeitspapier Titel: IWGMU-10-03, vorgelegt zur 10. Sitzung der UNECE-Arbeitsgruppe Messunsicherheiten, Datum 22.04.2022, Genf (WebEx).

Patel 2021; Patel K., Feld M., Meinhard T., Kubis R., Maus F., Study on future sound limits values for type-approval for vehicles of category M & N, ATEEL, Informal document GRBP-74-27, vorgelegt durch OICA zur UNECE GRBP-Sitzung, September 2021, Genf.

ETRTO/ETRMA 2021; ETRTO und ETRMA, Arbeitspapier Titel: TFVS-04-11 Rev.1, Tyres & Road Traffic Noise: Where is the potential?, vorgelegt zur 4. Sitzung der UNECE-Arbeitsgruppe Fahrgeräusche, Datum 13. und 14.11.2021, Genf.

Fumio 2021, Fumio I., Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT), JAPAN, Arbeitspapier Titel: TVSL-02.09, Further details of vehicle noise issue and reviewing process in Japan, vorgelegt zur 2. Sitzung der UNECE-Arbeitsgruppe Fahrgeräusche, Datum 26.05.2021, Genf (WebEx).

ETRTO 2021-2, ETRTO, Arbeitspapier Titel: GRBP-73-11, ETRTO Tyre Performance Study, vorgelegt zur UNECE GRBP-Sitzung, Januar 2021, Genf.

UTAC 2022-1, UTAC, Arbeitspapier Titel: GRBP 75-18 Rev.1, ACEA Tyre Performance Study Report, vorgelegt durch OICA zur UNECE GRBP-Sitzung, Februar 2022, Genf.

UTAC 2022-2, UTAC, Arbeitspapier Titel: GRBP 75-21 Rev.1, Aggregation of Tyre Studies ACEA & ETRTO, vorgelegt durch OICA zur UNECE GRBP-Sitzung, Februar 2022, Genf.

European Commission 2022, Europäische Kommission, Arbeitspapier Titel: GRBP 75-29, Amendments to UN Regulation No 117 - Proposal for the 03 series of Amendments to UN Regulation No. 117, vorgelegt zur UNECE GRBP-Sitzung, Februar 2022, Genf.

CEDR 2022, CEDR/STEER, Arbeitspapier Titel: IWGMU-20-04, Noise & Nuisance call 2019, final Event, 08.06.2022, vorgelegt zur 10. Sitzung der UNECE-Arbeitsgruppe Messunsicherheiten, Datum 29.06.2022, Trondheim.

Internetadressen:

BCS 2020, Fact Sheet CarSharing in Deutschland 2020, Bundesverband CarSharing „bcs“, Website <https://car-sharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen/aktuelle-zahlenfakten-zum-carsharing-deutschland>, Zugriffsdatum 7.12.2020.

München CarSharing 2020, München CarSharing - Spectrum Mobil GmbH, <https://www.stattauto-muenchen.de/preisrechner-2020/>, Zugriffsdatum 7.12.2020.

Share Now 2020, Share Now GmbH, <https://www.share-now.com/de/de/fleet/>, Zugriffsdatum 16.12.2020.

ADAC 2019 - 2020, ADAC e.V. München, www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/reifen/sommerreifen und www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/reifen/winterreifen, Zugriffsdatum 04.11.2020.

Reifenlab 2020, reifenlab.de, www.reifenlab.de, Zugriffsdatum 06.11.2020.

Statista 2010, Statista GmbH, de.statista.com/statistik/daten/studie/163123/umfrage/reifenzustandder-fahrzeuge-deutscher-autofahrer/, Veröffentlichungsdatum 30.04.2010; Zugriffsdatum 05.02.2021.

Ministry of Environment 2020, Umweltministerium Südkorea, www.noiseinfo.or.kr/index.jsp, Zugriffsdatum 24.11.2020.

Ministry of Environment 2022, Umweltministerium Südkorea, www.noiseinfo.or.kr/tire/levelsearch.do, Zugriffsdatum 22.4.2022.

BAST 3514004 , BAST, Projekt Asphaltbauweisen, Epoxy III- Elvaloy [3514004], www.bast.de/DE/Projekte/fp-laufend-s3.html, Zugriffsdatum 07.07.2022.

BAST 07.0296, BAST, Projekt Asphaltbauweisen, Polyurethan-Asphalt auf dem duraBAST – IN-NOBOND III [07.0296], www.bast.de/DE/Projekte/fp-laufend-s3.html, Zugriffsdatum 07.07.2022.

Bruitparif 2018, Bruitparif, le centre d'évaluation technique de l'environnement sonore en Ile-de-France, Cool and low Noise Asphalt – Project Life, www.life-asphalt.eu/wp-content/uploads/2018/12/Cool-Low-Noise-Asphalt-PLAQUETTE.pdf, Zugriffsdatum 27.4.2022.

A Anhang

A.1 Analyse der Familienbildung beim Reifenlabeling

Statistische Auswertung zur Familienbildung bei den Abrollgeräusch-Labeleinstufungen

Lfd. Nr.	Dimension im Test	Zusatz zu Spezifikation im Test	Fabrikat und Anzahl der herangezogenen Dimensionen bzw. Spezifikationen	Familienbildung
1	195/65 R15	Premium	Goodyear Efficient Grip Performance 2; 34 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Keine signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von den Konstruktionsmerkmalen; Labelwert-Bandbreite 68-71 dB(A). 69 dB(A) u. a. sowohl für kleinste und größte Breite (185-255 mm) vergeben.
2	195/65 R15	OE	Michelin Primacy 4; 105 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von der Laufflächenbreite bei Breite ab 225 mm; Labelwert-Bandbreite 68-72 dB(A); 68 dB(A) sowohl für kleinste Breite 165 mm und Breite 245 mm vergeben. OE-Spezifikationen mit Bandbreite 4dB(A), 68-72 dB(A) innerhalb einer Dimension (s. Beispiel 1).
3	195/65 R15	Quality	Fulda Eco Control HP2; 18 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Keine signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von den Konstruktionsmerkmalen; Labelwert-Bandbreite 69-72 dB(A). 70 dB(A) u. a. sowohl für zweitkleinste und größte Breite (195 / 225 mm) vergeben.
4	195/65 R15	Budget	GT Radial Champiro FE1; 26 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von der Laufflächenbreite, dem Raddurchmesser und dem Lastindex; Bandbreite 70-72 dB(A).
5	195/65 R15	Lo budget	Landsail Quirin 990; 58 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von der Laufflächenbreite, dem Raddurchmesser und der Seitenwandhöhe bei Breiten ab 245 mm; Labelwert-Bandbreite 65-73 dB(A). Bandbreite 65-69 dB(A) bei einer identischen Dimension aber verschiedenem Lastindex (XL-nicht XL-Spec.); (s. Beispiel 2). Identische, niedrige Werte u. a. für kleinste Breite 175 mm bis Breite 245 mm vergeben.

Lfd. Nr.	Dimension im Test	Zusatz zu Spezifikation im Test	Fabrikat und Anzahl der herangezogenen Dimensionen bzw. Spezifikationen	Familienbildung
6	205/55 R16	Premium Wi	Pirelli Cinturato Winter 91H MFS 30 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Keine signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von den Konstruktionsmerkmalen; Labelwert-Bandbreite 67-68 dB(A); 67 dB(A) sowohl kleinste, als auch größte Dimension. 68 dB(A) nur für eine einzige Dimension vergeben (Breite 195mm).
7	205/55 R16	Premium So	Michelin Primacy 4 91V FSL.	s. lfd. Nr. 2
8	205/55 R16	Premium GJ	Michelin Cross Climate + 91H 22 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von allen Konstruktionsmerkmalen bei Breiten ab 195 mm; Bandbreite 68-71 dB(A); bei kleinster Breite 145 mm: 68 dB(A) und bei größter Breite 225 mm: zwischen 69 und 71 dB(A).
9	205/55 R16	OE	Goodyear Efficient Grip; 34 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von der Laufflächenbreite und dem Lastindex. Bandbreite 68-72 dB(A). Labelwert 69 dB(A) u. a. für Breiten 185 mm und 245 mm vergeben.
10	205/55 R16	Quality Wi	Toyo Observe S944; 54 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von der Laufflächenbreite, dem Raddurchmesser und dem Lastindex; Bandbreite 69-72 dB(A). 69 dB(A) nur bei einer Dimension (Breite 205 mm) vergeben.
11	205/55 R16	Quality So	Kumho Ecsta HS51 91V 54 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Keine signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von den Konstruktionsmerkmalen; Labelwert-Bandbreite 68-72 dB(A); 68 dB(A) nur für eine, die zweitkleinste Dimension. vergeben (Breite 185 mm). 69 dB(A) sowohl für kleinste, als auch größte Dimension (Breite 165 / 245 mm).
12	205/55 R16	Quality GJ	Kleber Quadraxer 2; 75 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Keine signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von den Konstruktionsmerkmalen; Labelwert-Bandbreite 68-70 dB(A); kleinste und größte Reifenbreite (145 bzw. 295 mm) jeweils 69 dB(A).
13	205/55 R16	Budget Wi	GT Radial Winterpro 2; 38 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Labelwert springt bei Breite 195 mm von konstant 69 dB(A) auf 70 dB(A).
14	205/55 R16	Budget So	Maxxis Mecotra 3; 67 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Alle 67 Dimensionen konstant 69 dB(A).

Lfd. Nr.	Dimension im Test	Zusatz zu Spezifikation im Test	Fabrikat und Anzahl der herangezogenen Dimensionen bzw. Spezifikationen	Familienbildung
15	205/55 R16	Budget GJ	Laufenn G-Fit 4S LH71; 15 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Labelwert springt innerhalb der Dimensionen mit Breite 185 mm von konstant 71 dB(A) auf 72 dB(A).
16	205/55 R16	Lo budget Wi	Radar Dimax Alpine; 34 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Alle Dimensionen mit Angabe 68 dB(A) mit zwei Ausnahmen: eine der Dimensionen mit der kleinsten Breite (185 mm) 67 dB(A) und bei Breite 245 auf 255 mm Sprung von 68 auf 73 dB(A).
17	205/55 R16	Lo budget So	Rotalla Setula E-Race; 25 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Alle 25 Dimensionen konstant 69 dB(A).
18	205/55 R16	Lo budget GJ	Fortuna Ecoplus 4S; 96 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Labelwert springt innerhalb der Dimensionen mit Breite 205 mm von konstant 69 auf 70 dB(A) und innerhalb Breite 245 mm dann auf 72 dB(A).
19	225/45 R17	Premium	Dunlop Sport Maxx RT; 45 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von allen Konstruktionsmerkmalen; Bandbreite 68-74 dB(A).
20	225/45 R17	OE	Goodyear Excellence; 34 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von der Laufflächenbreite, dem Raddurchmesser und dem Lastindex. Bandbreite 67-73 dB(A). Alleine innerhalb der Dimensionen mit Breite 245 mm die Bandbreite von 67-72 dB(A) für unterschiedliche Dimensionen; Labelwert 70 dB(A) sowohl bei Dimensionen mit der kleinsten, als auch größten Breite (195 mm / 275 mm) vergeben.
21	225/45 R17	Quality	Yokohama Blue Earth-ES 32; 74 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Für alle 74 Dimensionen konstant 68 dB(A) angegeben.
22	225/45 R17	Budget	Sava Intensa UHP; 34 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Bandbreite 70-72 dB(A); bis auf 4 Dimensionen mit Breiten 225 und 235 mm konstant 72 dB(A).
23	225/45 R17	Lo budget	Superia Ecoblue UHP; 46 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Labelwert springt zwischen Dimensionen mit Breite 205 mm und 215 mm von konstant 69 auf 70 dB(A).
24 und 25	225/40 R18	Premium	Bridgestone Potenza S001; 57 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von allen Konstruktionsmerkmalen; Bandbreite 67-73 dB(A).
26	225/40 R18	OE	Dunlop Sport Maxx RT.	s. lfd. Nr. 20

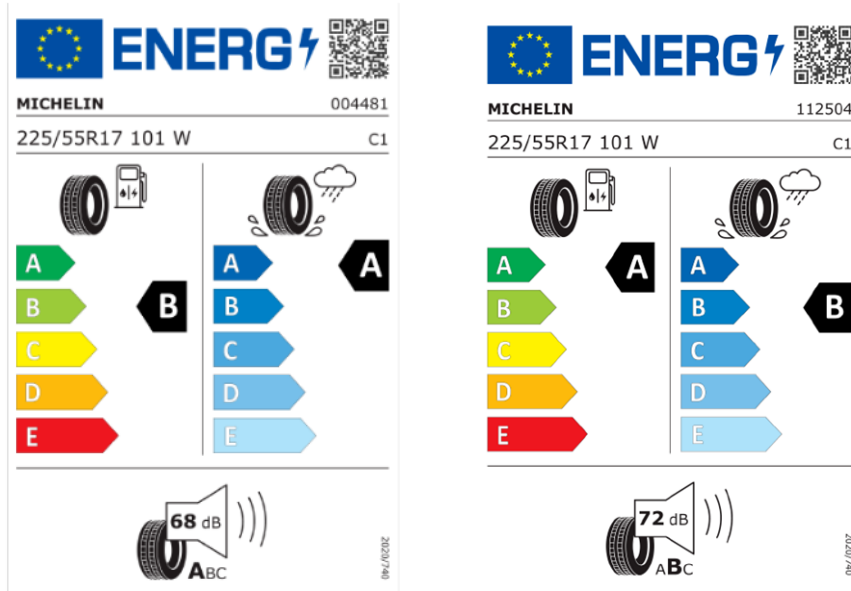
Lfd. Nr.	Dimension im Test	Zusatz zu Spezifikation im Test	Fabrikat und Anzahl der herangezogenen Dimensionen bzw. Spezifikationen	Familienbildung
27	225/40 R18	Quality	Vredestein Ultrac Satin, 92Y XL; 72 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von der Laufflächenbreite, dem Raddurchmesser und dem Lastindex; Bandbreite 70-73 dB(A).
28	225/40 R18	Budget	Debica Presto UHP 2; 21 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Keine signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von den Konstruktionsmerkmalen; Labelwert-Bandbreite 69-72 dB(A); 71 dB(A) sowohl für kleinste, als auch größte Dimension (Breiten 205 / 255 mm). 69 dB(A) nur für eine einzige Dimension vergeben (Breite 235 mm).
29	225/40 R18	Lo budget	Goodride SA 37 Sport; 66 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von allen Konstruktionsmerkmalen; Bandbreite 70-75 dB(A).
30	225/40 R19	Premium	Hankook Ventus S1 Evo 2 K117; 113 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von allen Konstruktionsmerkmalen; Bandbreite 10 dB(A), 65-75 dB(A). Innerhalb einer Dimensionen mit identischen Maßen Unterschiede bei den Spezifikationen bis zu 6dB(A), s. Beispiel 3.
31	225/40 R19	OE	Pirelli P Zero PZ4 93W; insgesamt 179 verschiedene Dimensionen im Portfolio mit je bis zu 11 unterschiedlichen Spezifikationen (Beispiel 245/40 R19). Davon wurden die für den deutschen Markt meist relevanten ca. 90 ausgewertet.	Signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel i.W. von der Breite. Bandbreite 67-74 dB(A). Innerhalb der Dimensionen mit identischen Maßen Unterschiede bei den Spezifikationen bis zu 5 dB(A), regelmäßig 4 dB(A), s. Beispiel 4.
32	225/40 R19	Quality	Nexen N Fera SU1; 92 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Keine signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von den Konstruktionsmerkmalen; Labelwert-Bandbreite 67-72 dB(A); 69 dB(A) u. a. sowohl für Dimension mit zweitkleinster Breite (195 mm) vergeben, als auch für zweitgrößte Dimension (Breite 285 mm).
33	225/40 R19	Budget	Nankang Sportnex AS-2+; 101 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Für 95 Dimensionen bis einschließlich Breite 285 mm konstant 71 dB(A) angegeben, ab Breite 285 mm Sprünge auf bis zu 75 dB(A); größte Dimension mit Breite 315 mm bei 72 dB(A).

Lfd. Nr.	Dimension im Test	Zusatz zu Spezifikation im Test	Fabrikat und Anzahl der herangezogenen Dimensionen bzw. Spezifikationen	Familienbildung
34	225/40 R19	Lo budget	Tracmax X Privilo TX-3 XL; 90 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Für 74 Dimensionen bis Breite 255 mm konstant 69 dB(A) angegeben, innerhalb dieser Breite Sprung auf 70 dB(A), dann wechselweise 69 und 70 dB(A) bis zur größten Dimension mit Breite 285 mm bei 72 dB(A).
35 bis 50	195/65 R15	Premium	Conti PremiumContact 6; 194 Dimensionen bzw. Spezifikationen.	Signifikante Abhängigkeit der angegebenen Geräuschpegel von allen Konstruktionsmerkmalen; Bandbreite 69 bis 75 dB(A). OE-Spezifikationen mit Bandbreite 69-72 dB(A) innerhalb einer Dimension bei unterschiedlichen Spezifikationen, s. Beispiel 5.

A.1.1 Zum Anhang A gehörig

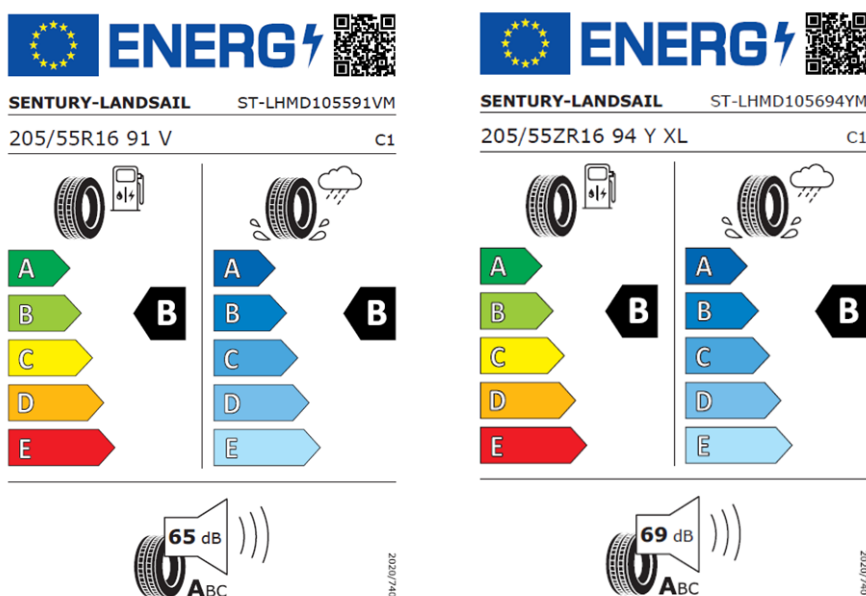
Beispiele zu Abrollgeräusch-LabelEinstufungen mit Unterschieden bei Spezifikationen innerhalb der Profiltypen-Familie

Beispiel 1 (lfd. Nr. 2 in Anhang A1):



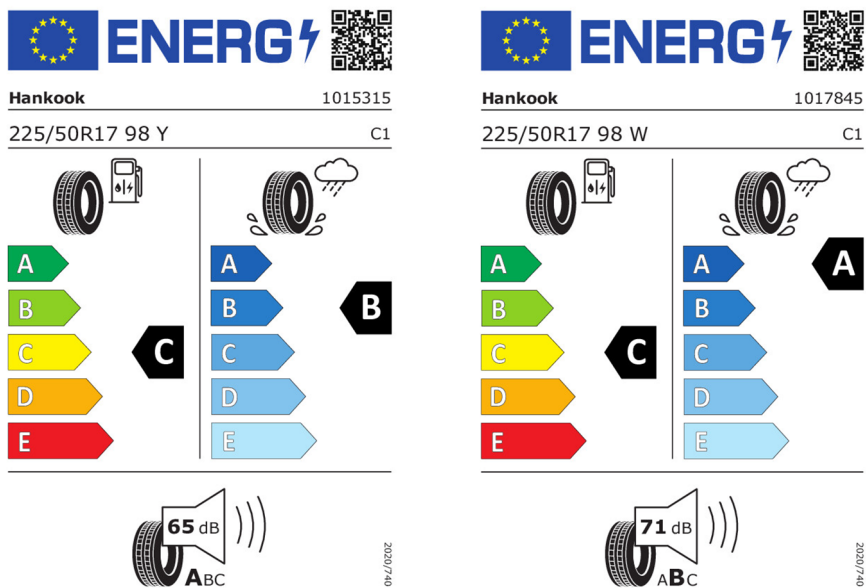
Quelle: EPREL

Beispiel 2 (lfd. Nr. 5 in Anhang A1):

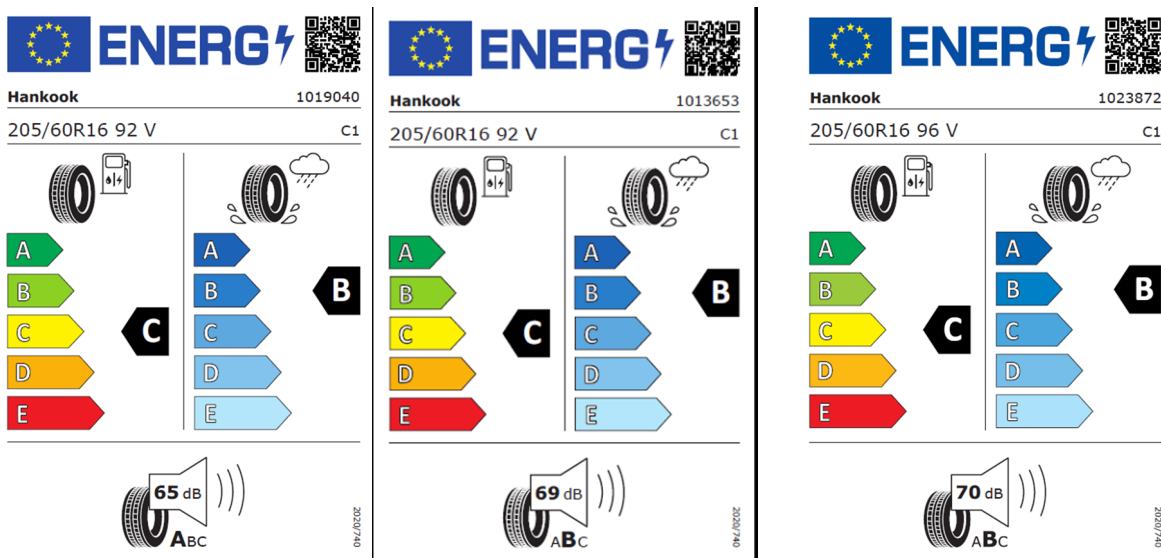


Quelle: EPREL

Beispiel 3 (lfd. Nr. 30 in Anhang A1):

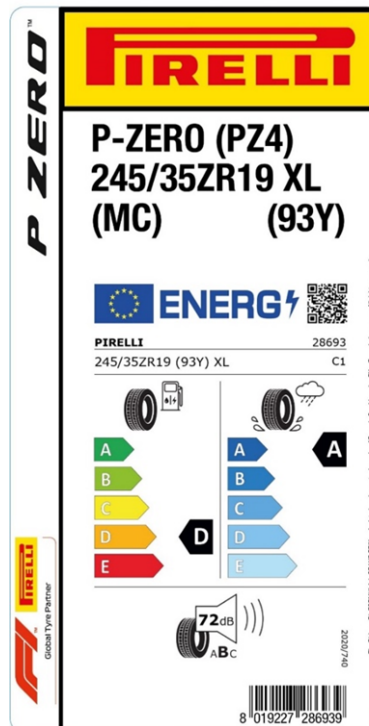
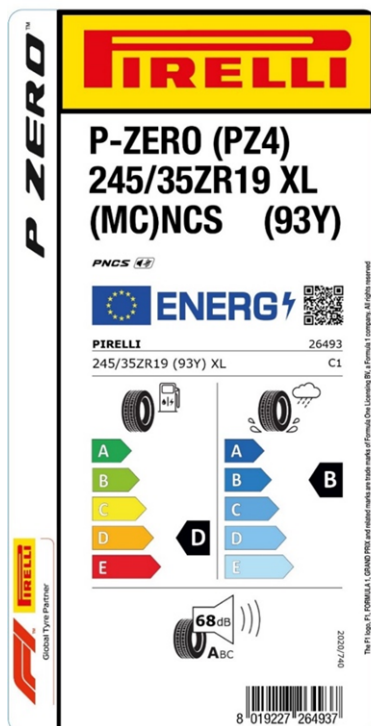
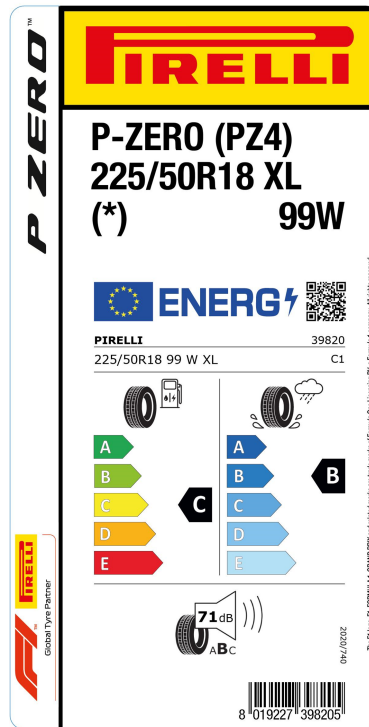
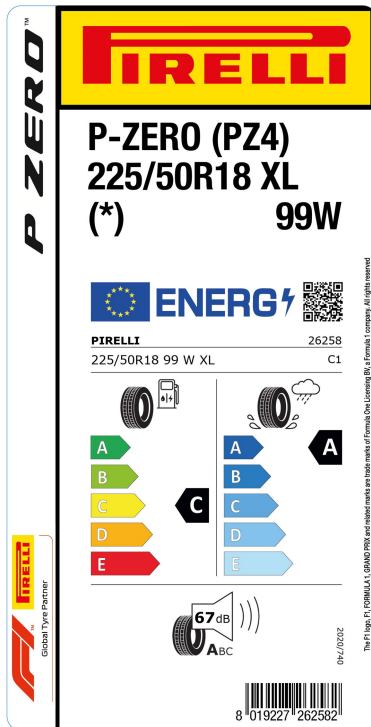


Quelle: EPREL

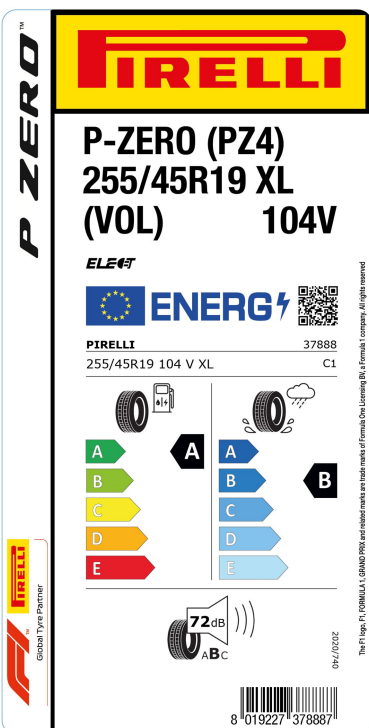
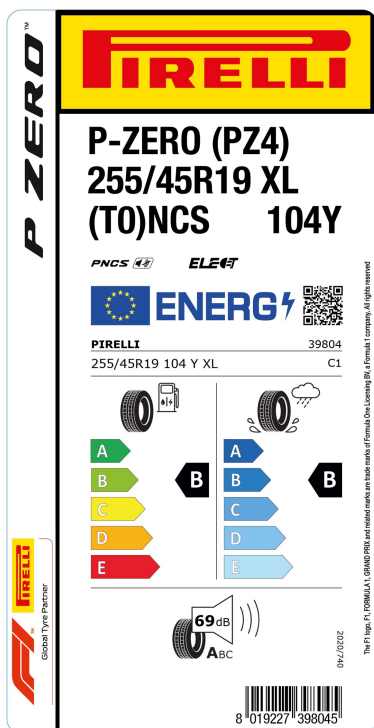
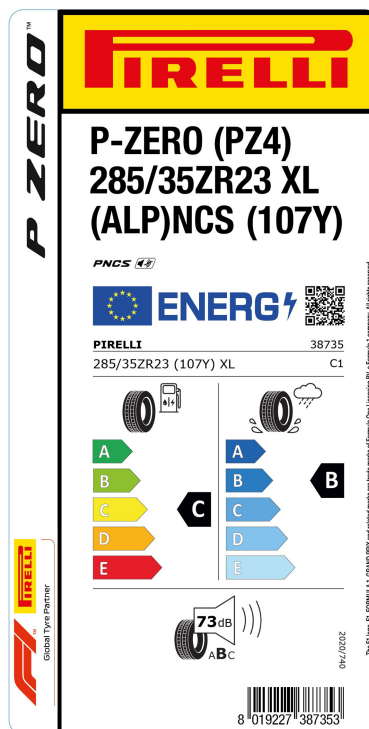
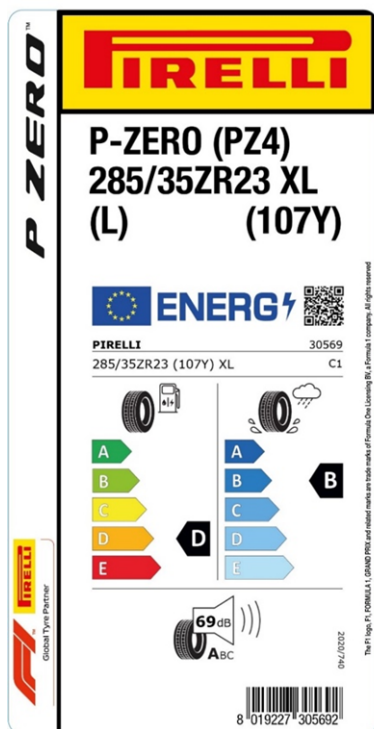


Quelle: EPREL

Beispiel 4 (lfd. Nr. 31 in Anhang A1):

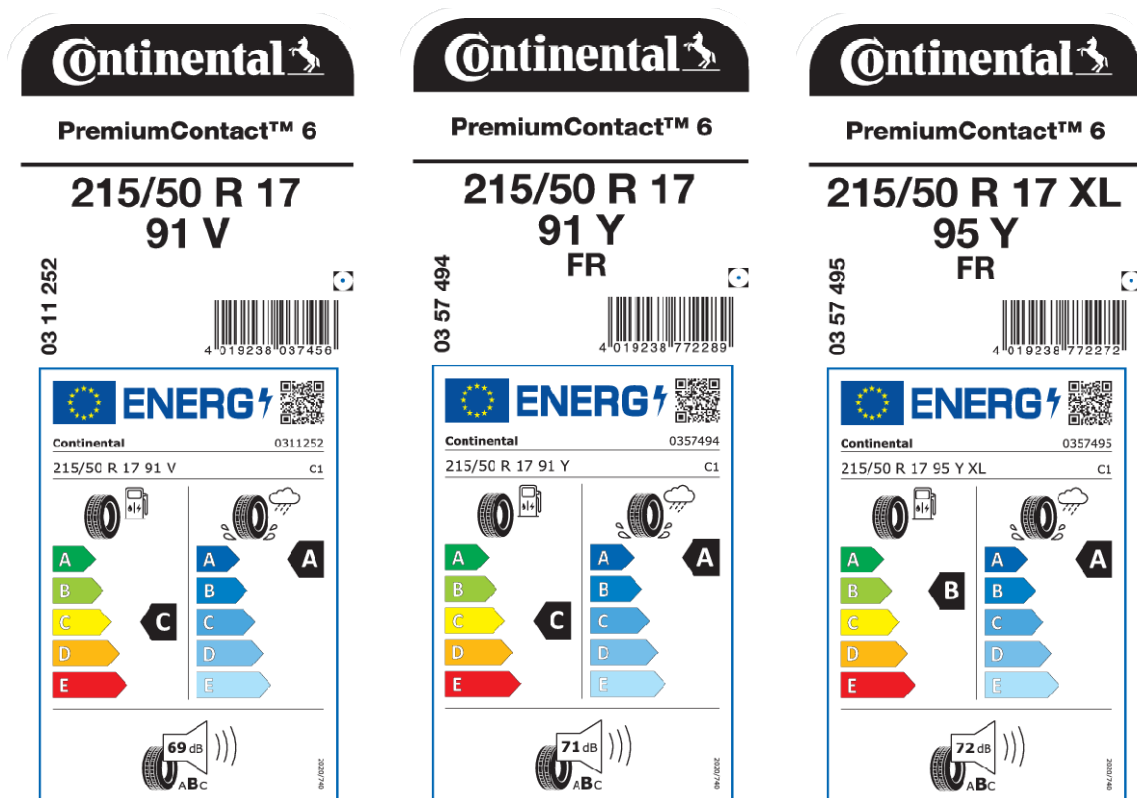


Quelle: Pirelli / EPREL



Quelle: Pirelli / EPREL

Beispiel 5 (lfd. Nr. 35 in Anhang A1):



Quelle: Continental / EPREL