

KBU-Fachtagung

„Kunststoffe in der Umwelt – Ein Problem für unsere Böden, oder nur falscher Alarm?“

- Reifenpartikel - vom Fahrzeug bis in den Boden

Matthias Barjenbruch, Daniel Venghaus, Johannes Neupert

TU Berlin, FG Siedlungswasserwirtschaft, Sekr. TIB1-B16, Gustav-Meyer-Allee 25, D - 13355 Berlin

Tel.: +49 / (0) 30 / 314 72247, Fax: +49 / (0) 30 / 314 72248, e-mail: matthias.barjenbruch@tu-berlin.de

Tel.: +49 / (0) 30 / 314 72249, Daniel Venghaus M.Sc. , e-mail: daniel.venghaus@tu-berlin.de

Leitung

- Prof. Dr.-Ing. Matthias Barjenbruch**, Leiter des Fachgebiets seit 2006
- Direktor TU Campus El Gouna, Ägypten
 - ca. 20 wissenschaftliche Mitarbeiter und Doktoranden
 - Obmann des DWA FA KA 8 „Weitergehende Abwasserreinigung“
 - Präsidiumsmitglied DWA, Landesverbandsvorsitzender DWA Nord-Ost



Kern- themen

- Mischwasser- und Niederschlagswasser Bewirtschaftung und Behandlung
- Weitergehende Abwasserreinigung
 - Mikroplastik/Spurenstoffe
 - P-Elimination
- Wasser – Energy - Nexus
- Schlammbehandlung
- Industrieabwasserreinigung – Wäschereiabwasser; Industrieparks
- Neuartige Sanitärkonzepte – Grauwasserbehandlung

Projekt- mitarbeiter

Philipp Lau, Daniel Venghaus, Johanes Neupert, Luisa Reinhold, Salem Faroui, Iyad Al-Zreiqat.

- Reifenabrieb in der Umwelt (**RAU**, Bmbf)
- Optimierte Materialien und Verfahren zur Entfernung von Mikroplastik aus dem Wasserkreislauf (**OEMP**, BMBF)
- Dezentrale Reinigung von Straßenabläufen (**DSWT**, EFRE)
- **REPLAWA** (Bestandsaufnahme MP in der SiWaWi, BMBF)
- **MikroSep** (AIF Zim BMWI)
- **Mikrograu** (AIF Zim BMWI)...



Top-Ten der Mikroplastikemissionen

Gesamt 330.000t/a; 4.000 g /(E*a)

	Mikroplastikquelle	Umsicht	Min.	max
		[g /(E*a)]		
1	Reifenabrieb	1228,5	49,6	1357
2	Freisetzung Abfallentsorgung	302,8	-	-
3	Abrieb Bitumen im Asphalt	228		
4	Pelletverluste	182	0,5	2567,2
5	Verwehungen Sportplätze	131,8	-	-
6	Freisetzung Baustellen	117,1		
7	Abrieb Schuhsohlen	109	17,5	175,4
8	Abrieb Kunststoffverpackungen	99,1	-	-
9	Abrieb Fahrbahnmarkierungen	91	19,3	121,1
10	Abrieb Textilwäsche	76,8	-	-
13	Flockungsmittel in der Siedlungswasserwirtschaft	42,5	-	-
17	Inhalt Mikroplastik in Kosmetik	19,0	1,6	11,0

Siwawi

++

++

++

+-

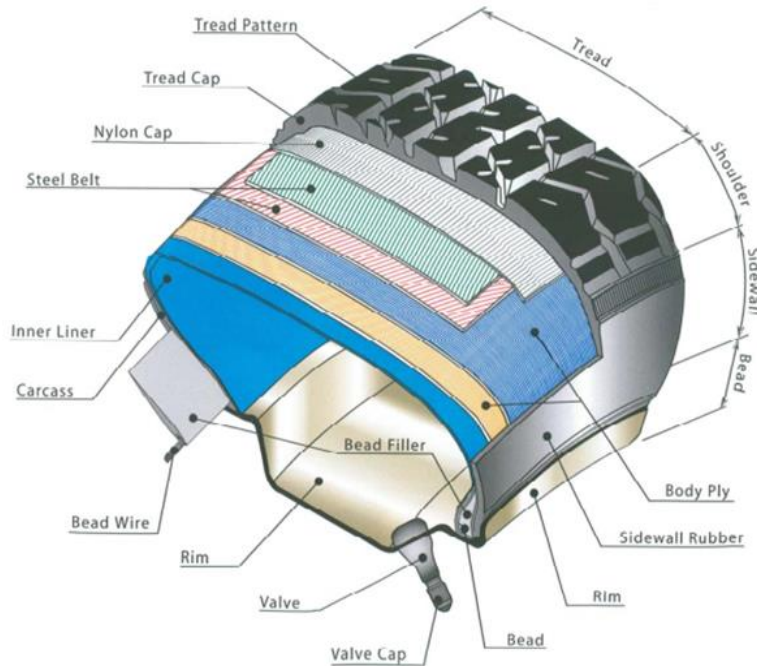
+-

++

++

Bertling et al. 2018

Aufbau eines Reifens

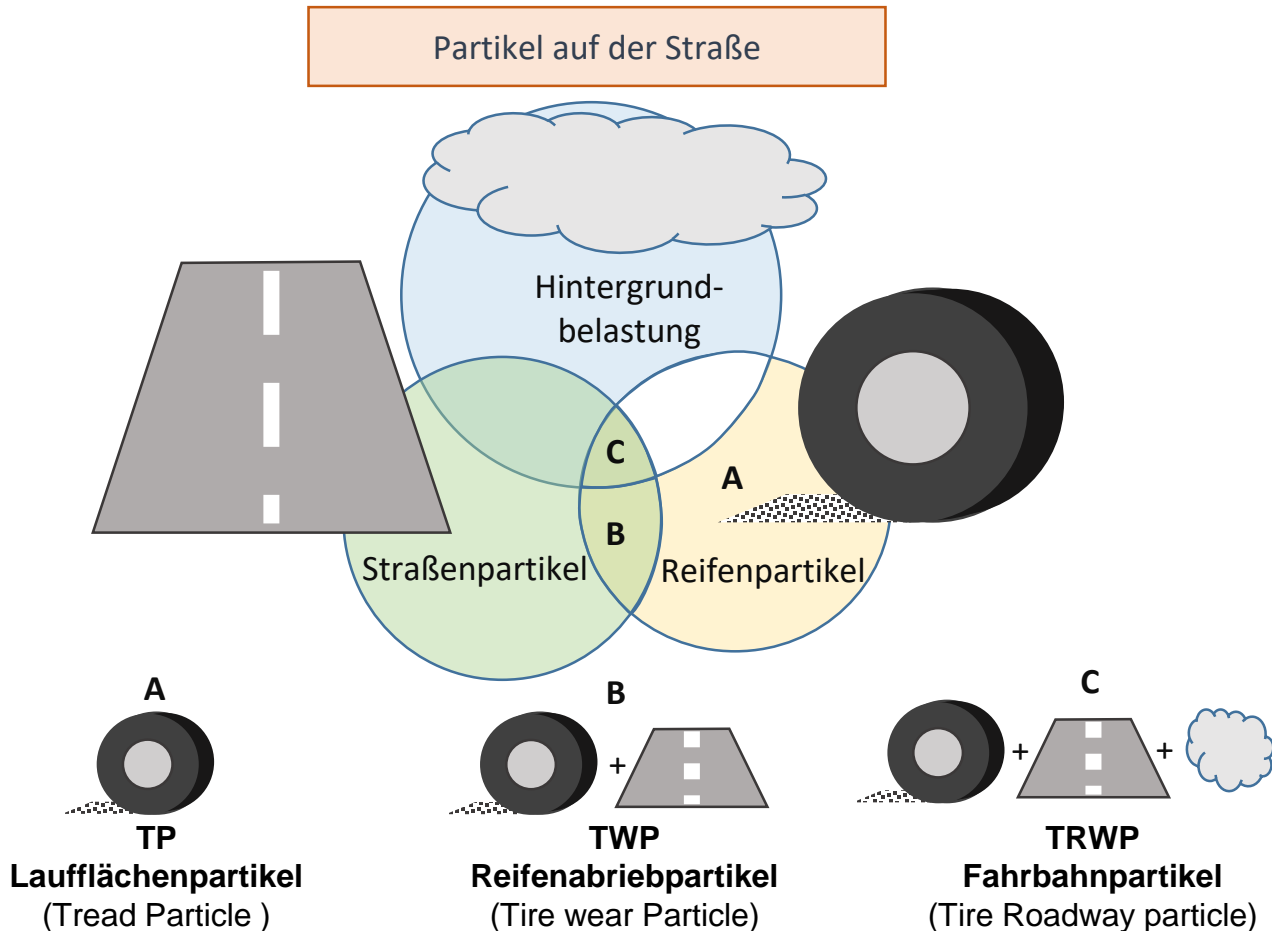


Querschnitt eines Reifens
(EVANS UND EVANS 2006, MATSCHINSKY 2007)

Inhaltsstoff	Gew.-%
Natur- und Synthetikgummi Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR)	60
Ruß	30
Mischungshilfsmittel	3,5
Alterungsschutzmittel	1,5
Schwefel	1,5
Aktivatoren	3,0
Beschleuniger	0,5

Beispiel Zusammensetzung der Reifenlauffläche
(RAUTERBERG-WULFF, 1998)

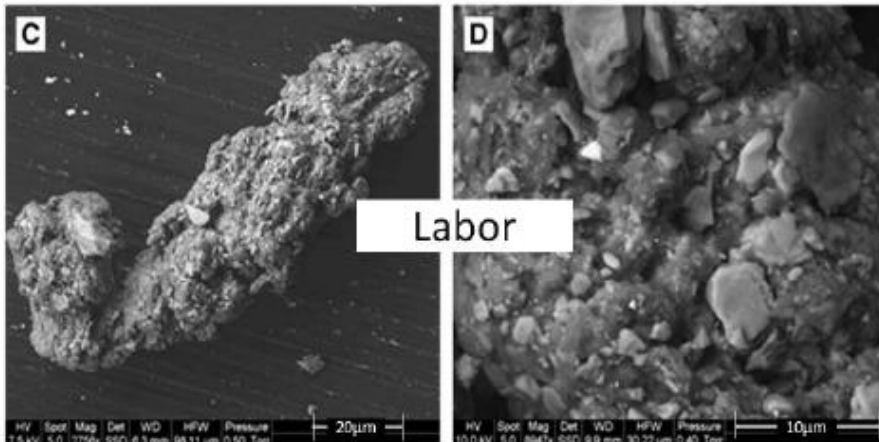
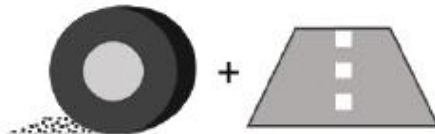
Übersicht der verschiedenen Definitionen für Reifenabrieb



nach Kreider et al. 2010

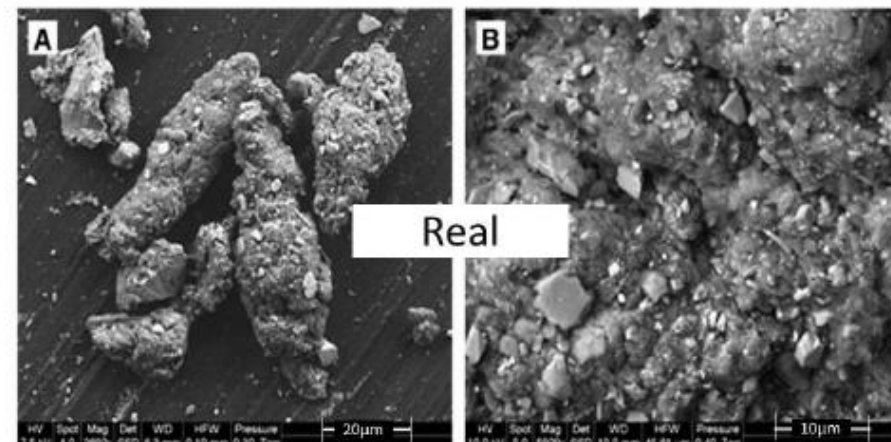
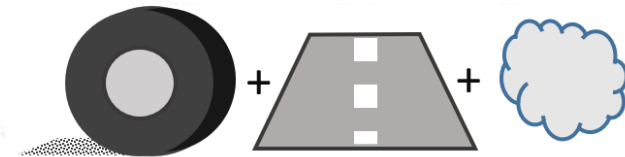
TWP

Reifenabriebpartikel
(Tire wear Particle)



TRWP

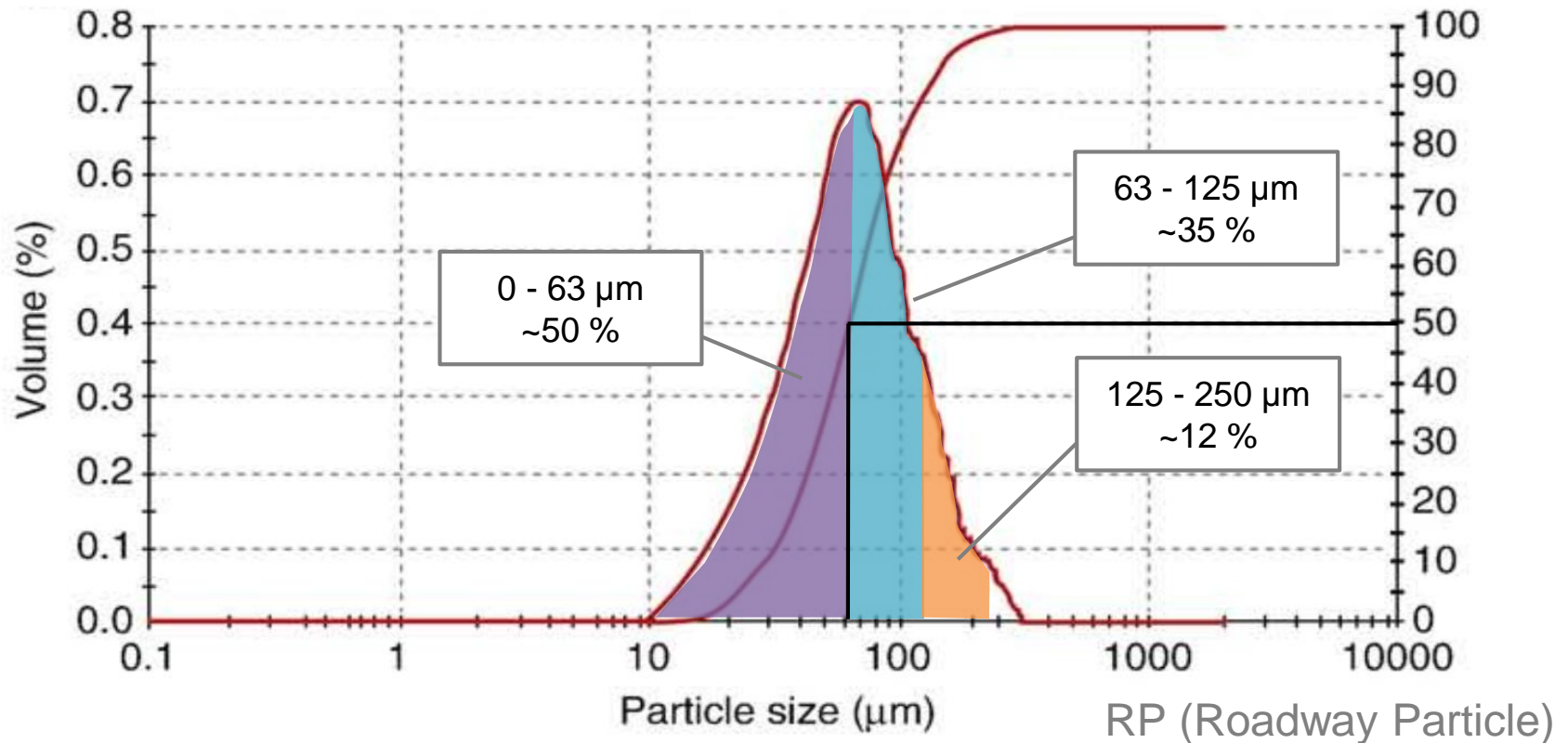
Fahrbahnpartikel
(Tire Roadway particle)



5 – 350 µm groß (im Mittel 100 µm)

Kreider et al. 2010

Partikelgrößenverteilung Reifenabrieb

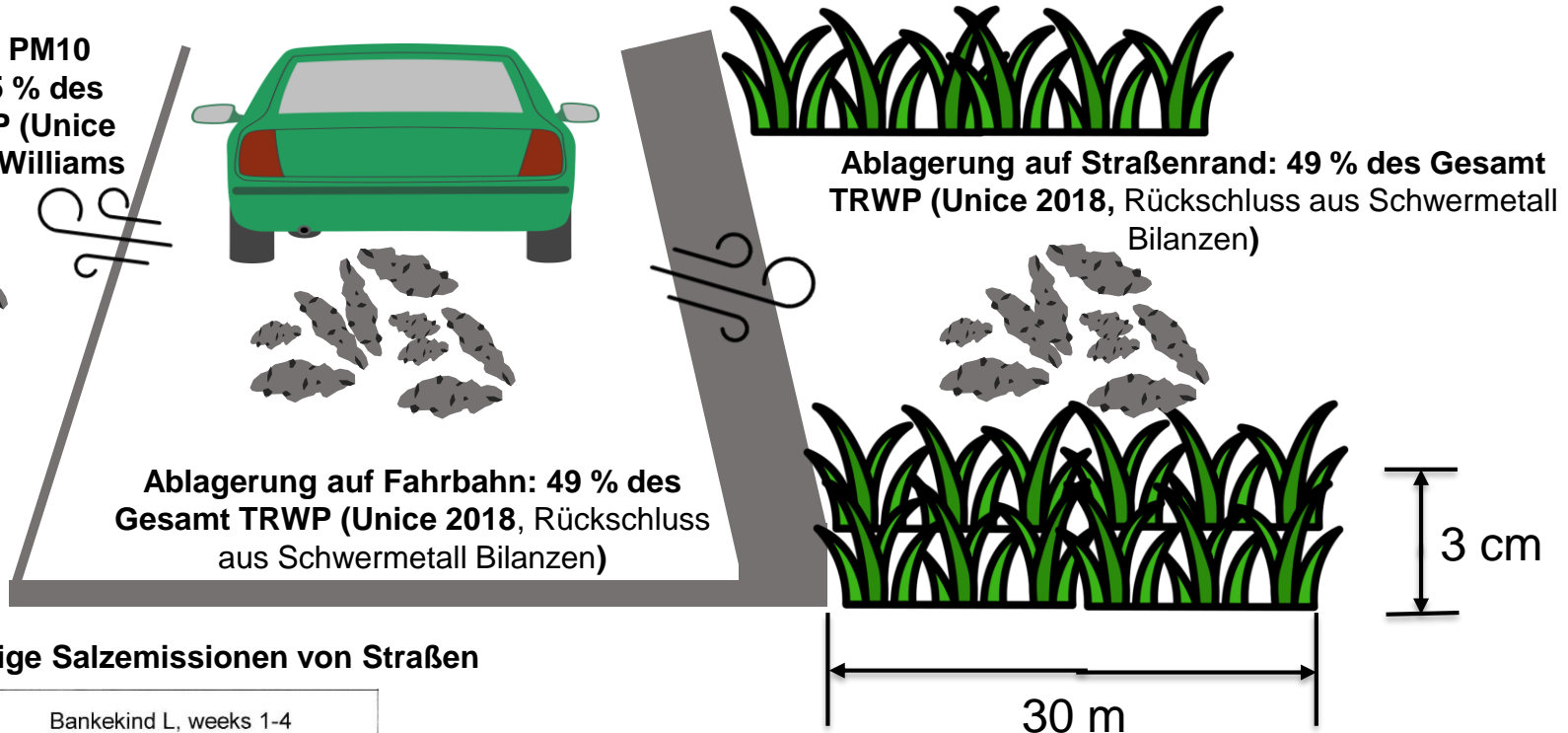


(KREIDER ET AL., 2010)

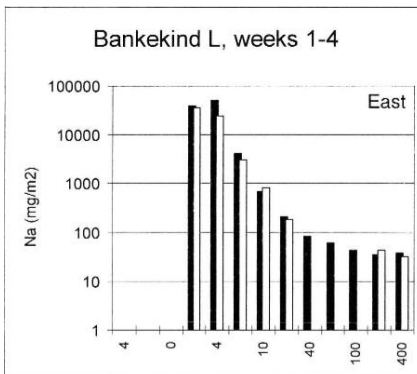
TRWP = 40% Gummi (TP) + 60% Straßenpartikel

Verbleib des Reifenabriebs

Luftgängige PM10
Fraktion: 2 -5 % des
Gesamt TRWP (Unice
2018, Cadle & Williams
1978)



Luftgängige Salzemissionen von Straßen

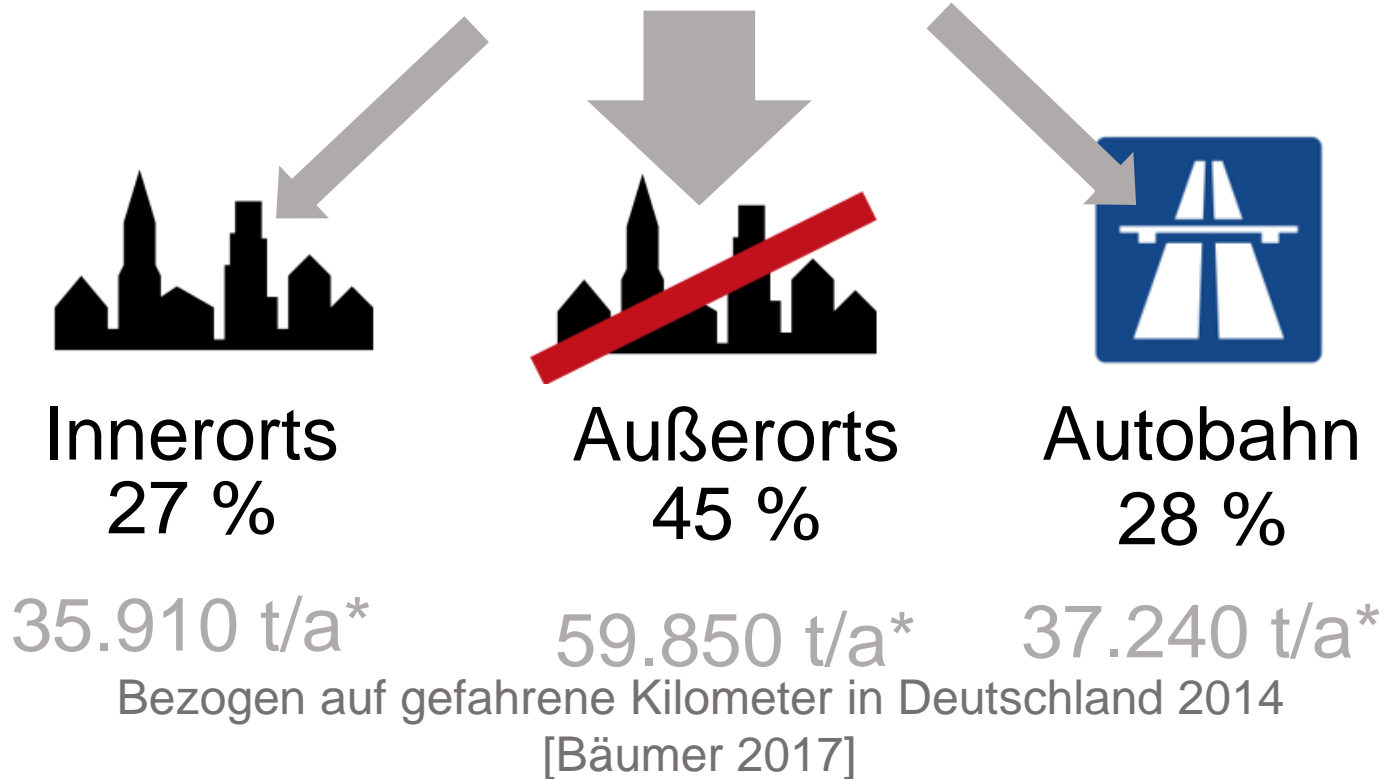


Blomqvist,
1998

Abbaurrate im Boden: 0,15% TRWP / d (Cadle and Williams 1980) (durch atmosphärische Oxidation des polymeranteils – mikrobiologische Abbaubarkeit weniger relevant)

Eintragspfade

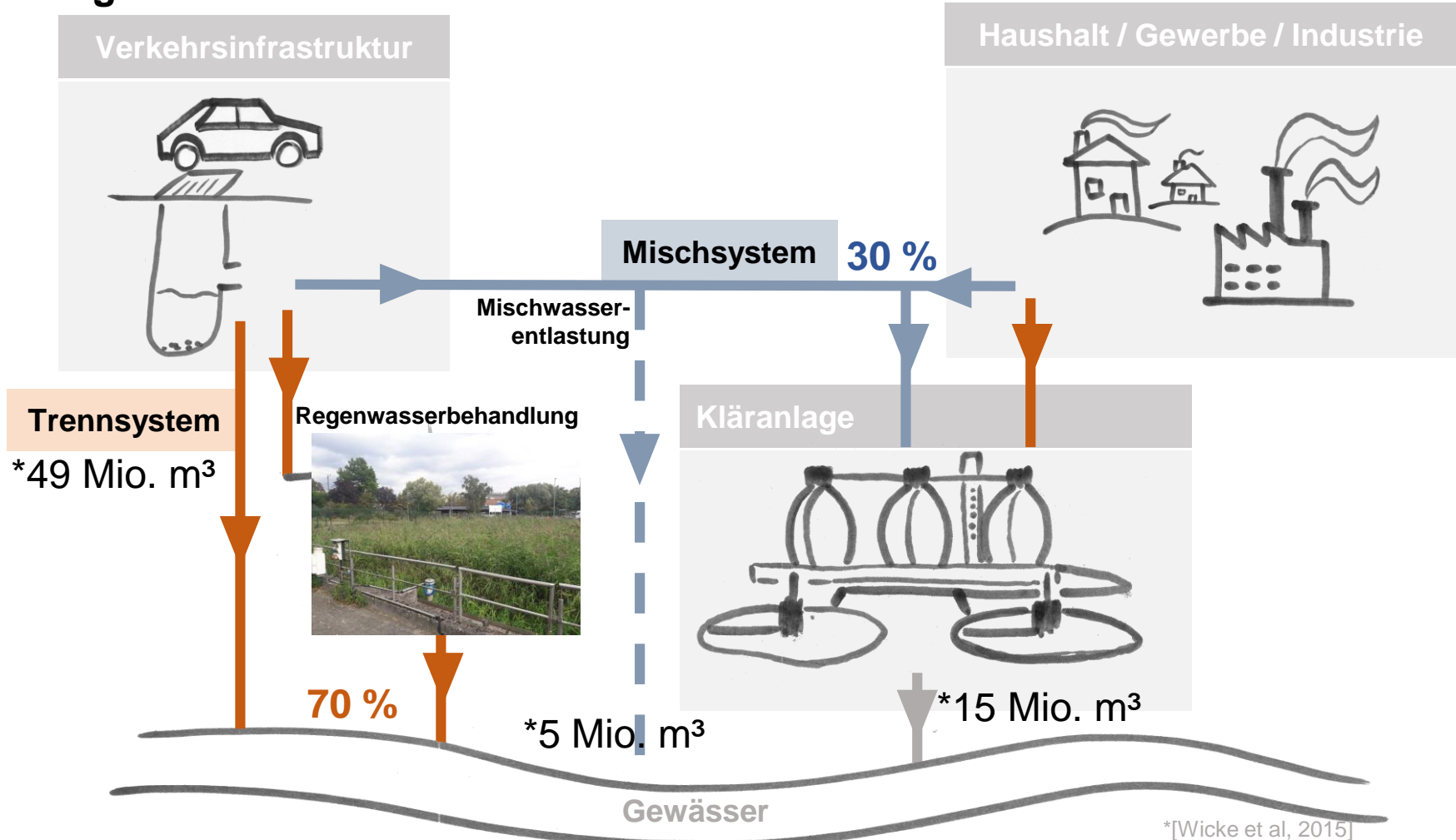
Reifenabrieb:
(Laufflächenpartikel) **133.000 t/a (Deutschland)**
[Wagner 2018]



Grafik: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d1/Zeichen_393_b_-_Informationstafel_an_Grenz%C3%BCberg%C3%A4ngen_%28an_sonstigen_Stra%C3%9Fen_auf%C3%9Ferhalb_der_Autobahn%29%2C_StVO_1981.svg *Annahme: gleichbleibende Emissionsrate

Eintragspfade: Berlin

Regenwasser 69 Mio. m³



- **Umlagerung im Bereich von 5 m von der Straße**
- **Maximale Schichtdicke 20 cm (nur kleinräumig)**
- **Einhaltung der Vorsorgewerte nach BBodSchV**



- **Material für Böschungen, Schutzwälle, ...**
- **Erfordert Aufbereitung (hoher TOC-Gehalt)**
 - **In der Praxis selten**

Landwirtschaftliche Nutzung

- **Einhaltung von 70 % der Vorsorgewerte nach BBodSchV**

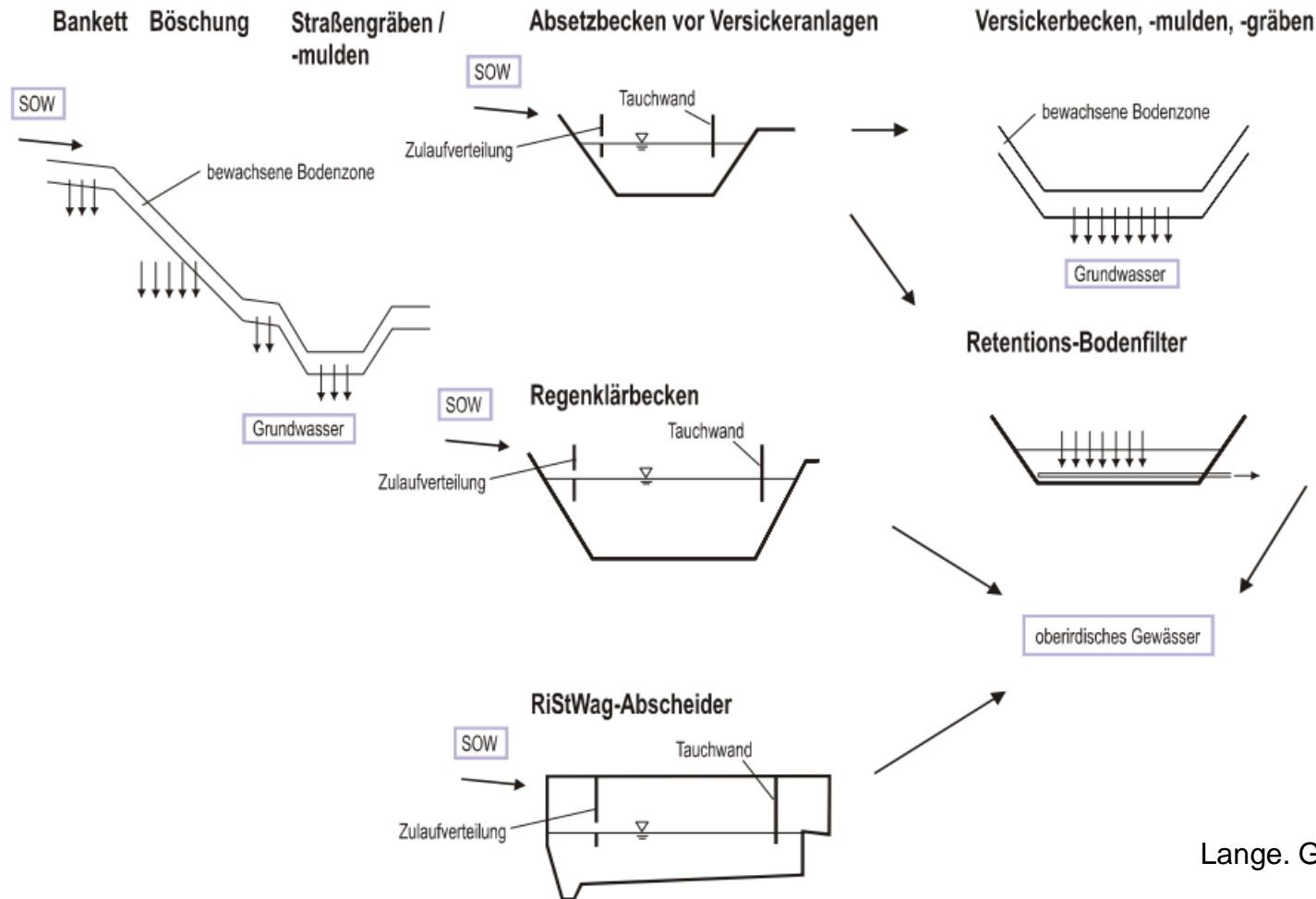
Entsorgung

- **Beprobung, Abfalltechnische Deklaration**
- **Verwertung hat Vorrang**

Einleitung in Vorfluter

□ Verfrachtung von Partikeln

Richtlinien für die Anlage von Straßen – Entwässerung (RAS-EW)



Lange. G. (2007)

Eintragspfad Autobahn

**Hohe Belastung des Straßenablaufs oder
Wasserschutzgebiet:**

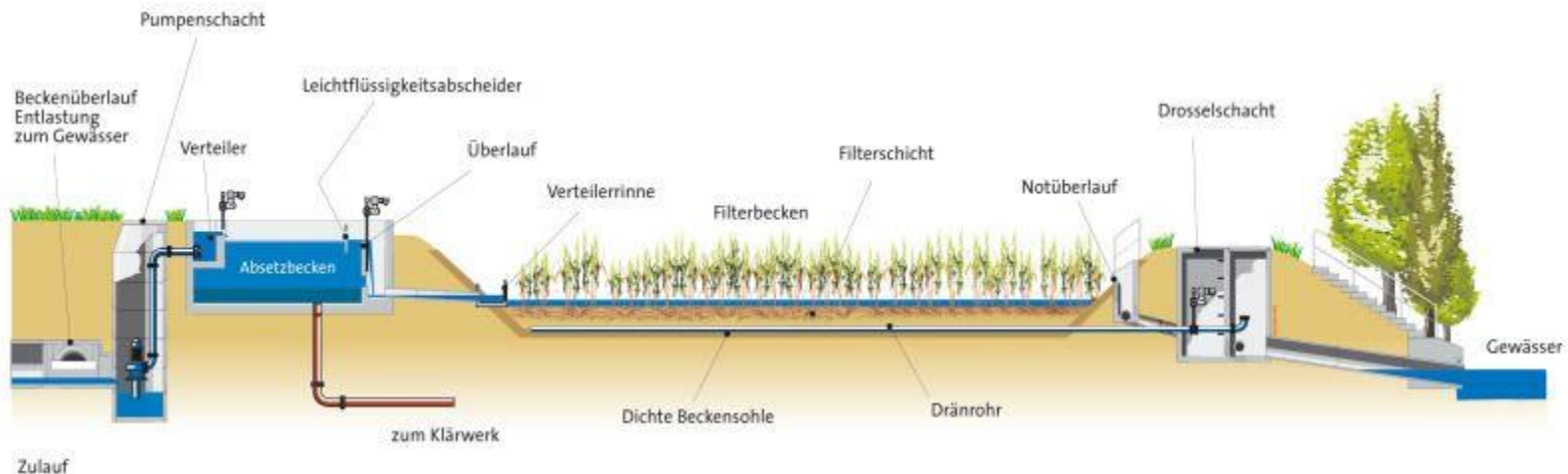
- **Behandlung des Straßenablaufs vor Einleitung in
Gewässer notwendig**
- **Kreis-, Landes-, und Bundesstraßen mit hohem
Verkehrsaufkommen, Bundesautobahnen**

Beispiel für Behandlungsanlage: Retentionsbodenfilter



Zulauf RBF

Ablauf RBF



Retentionsbodenfilter Halensee (Bild: Berliner Wasserbetriebe)

Bodenfilter Berliner Autobahn-Halensee

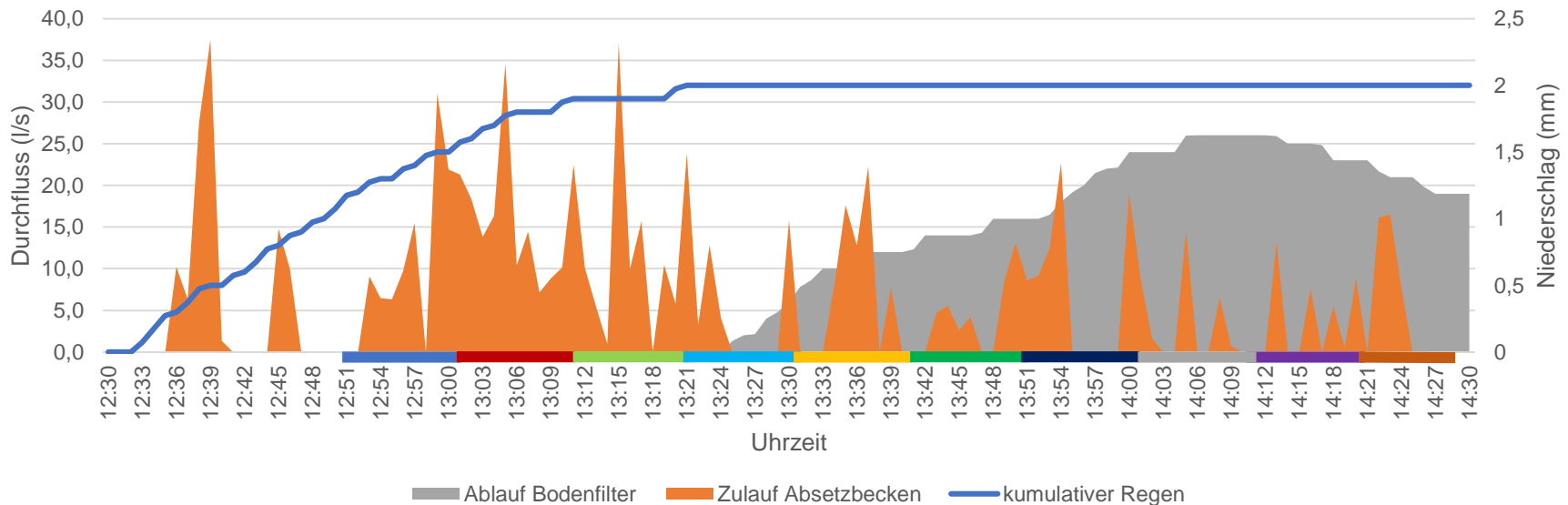
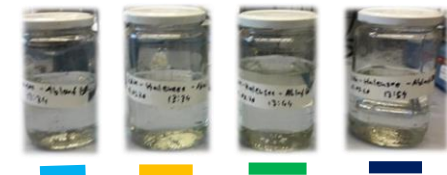
Probe-nahmeort	Verkehr (kfz)	Zeit seit letztem Regen	AFS (mg/l)	AFS fein (mg/l)	CSB homogenisiert (mg/l)	CSB filtriert (mg/l)	Kupfer (mg/l)	Zink (mg/l)
Zulauf	1.050.000	5 Tage	133	115	205	50	0,24	4,20

Probe-nahmeort	AFS (mg/l)	AFS fein (mg/l)
Ablauf	2	0

Zulauf zum Absetzbecken



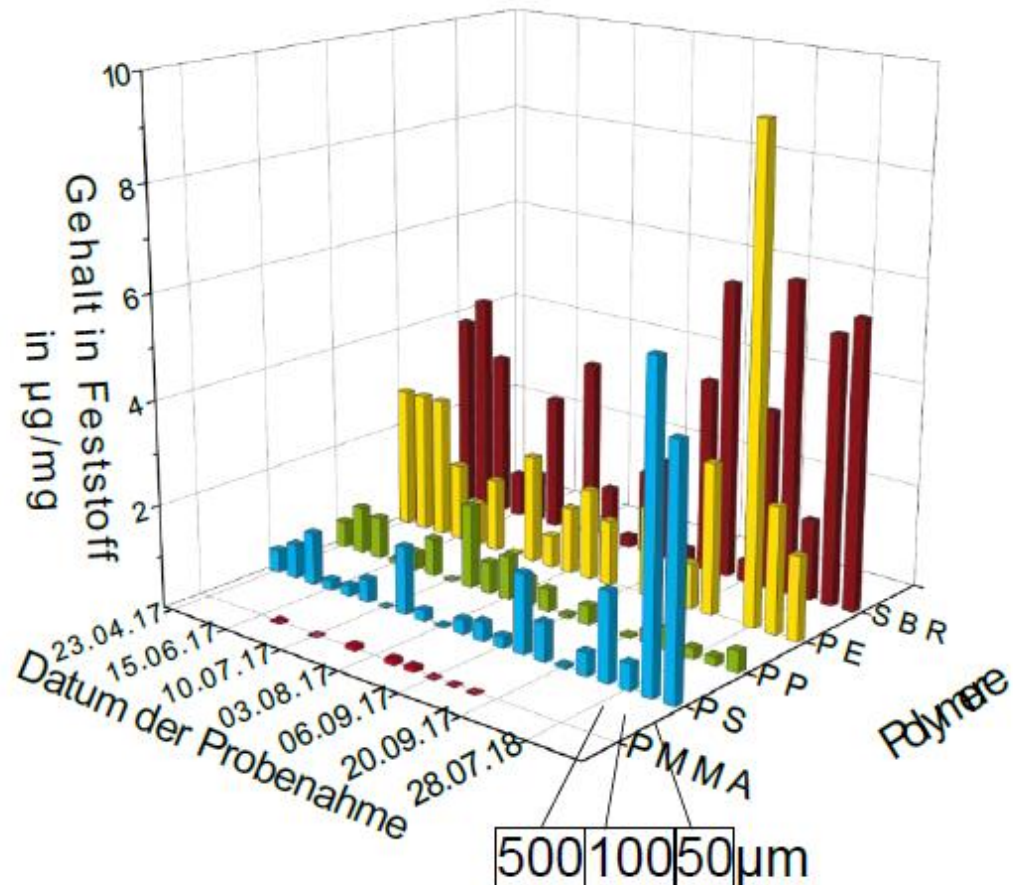
Bodenfilter Ablauf



MP-Analysewerte im Straßenablauf

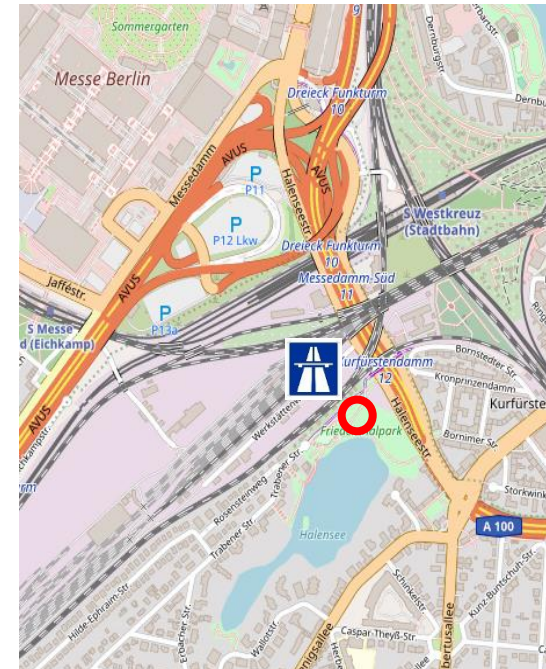
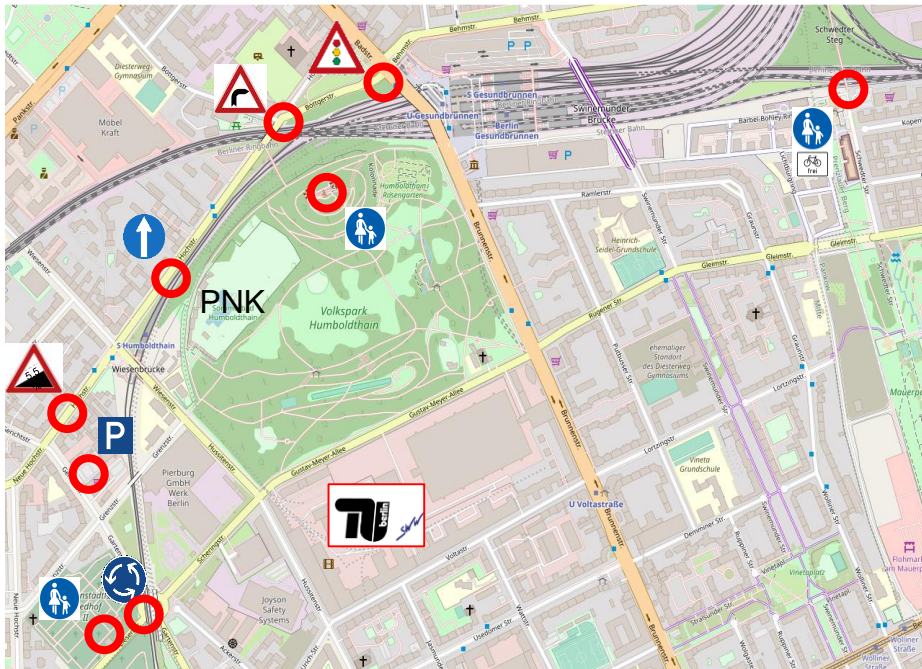
OE/MP

- Alle drei Referenzkunststoffe (PP,PS,PE) und SBR (Reifengummi) detektiert
- Detektion über die Fraktionen von bis zu
 - 6 µg/mg PS (100 µm)
 - 2 µg/mg PP (100 µm)
 - 10 µg/mg PE (500 µm)
 - 6 µg/mg SBR (50 µm)



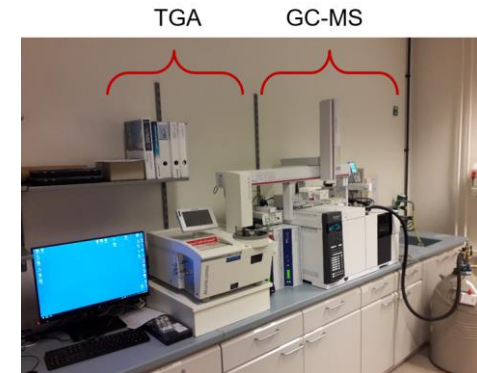
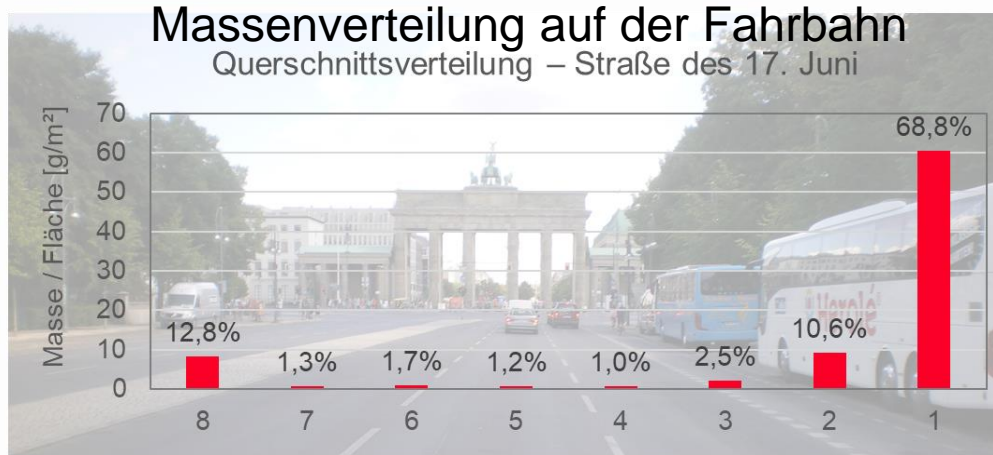
(GOEDEKE ET AL., 2019)

RAU-Messpunkte in Berlin



www.openstreetmap.de

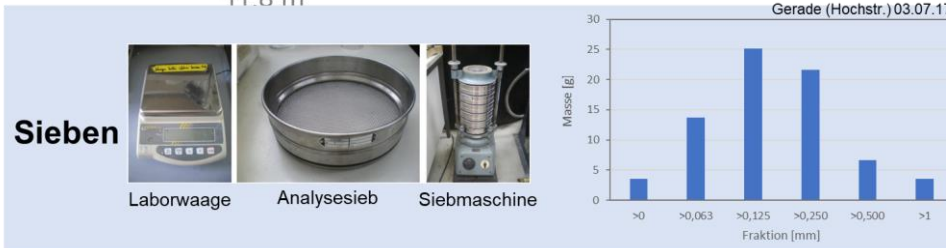
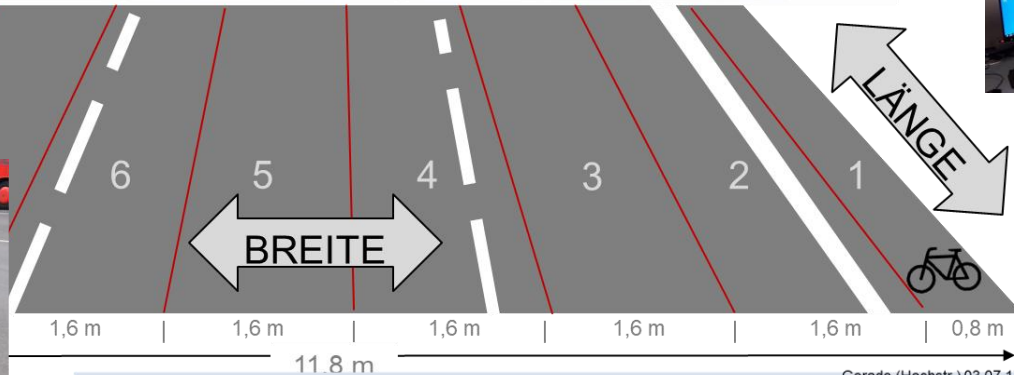
Probenahme



Analyse



Probenahme



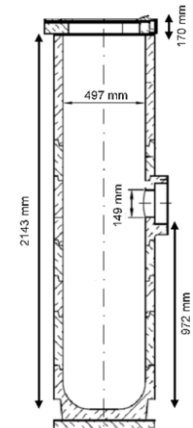
Video Teststand- Straßenablaufwasser



CHENG 2019

Mikroplastikrückhalt am TUB

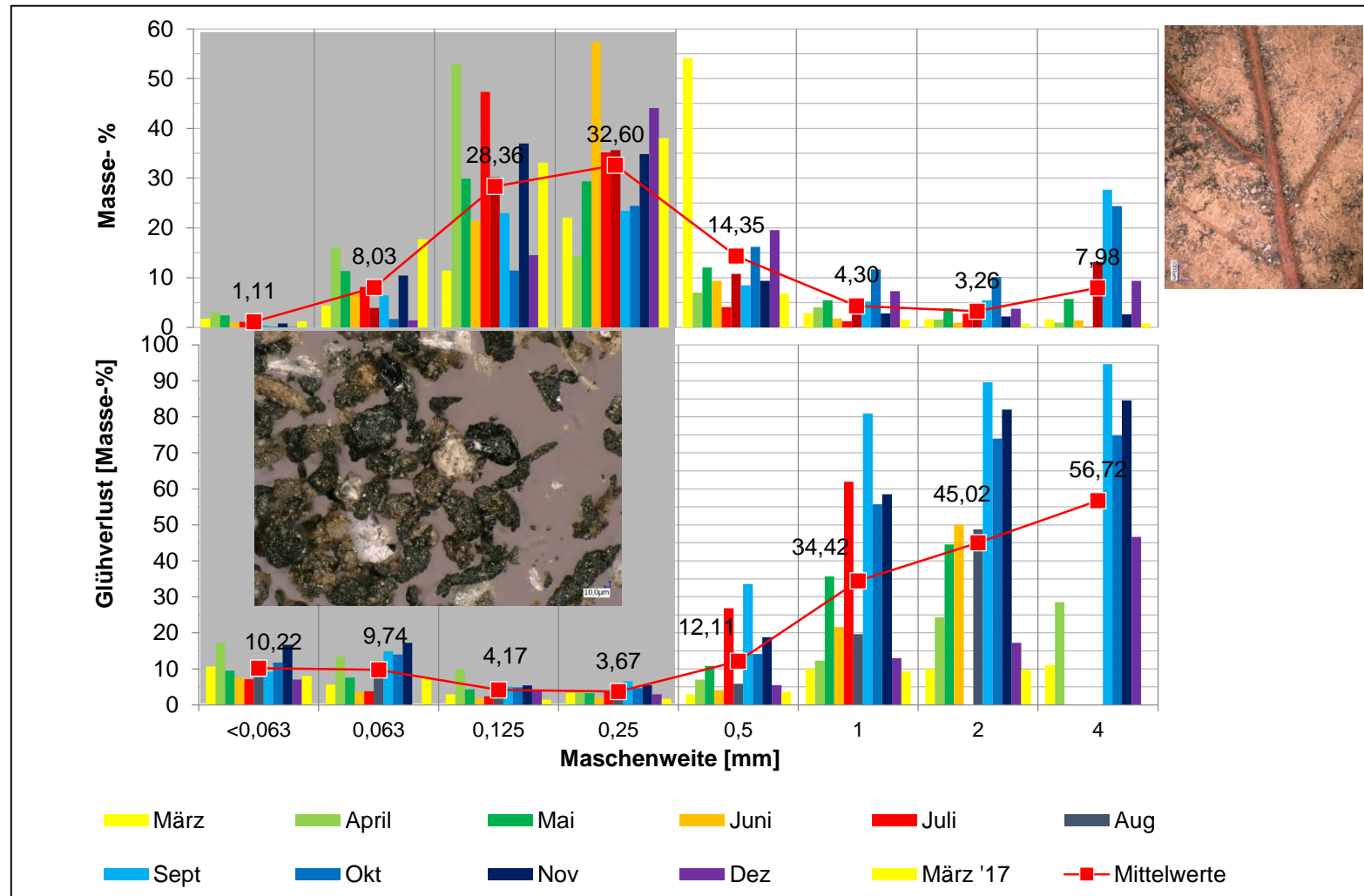
Teststand – Vergleich Gesamtrückhalt



		Budavinci			Innolet			Nassschlammfang		
		PE 145	PS 298	Reifen- mehl	PE 145	PS 298	Reifen- mehl	PE 145	PS 298	Reifen- mehl
Zugabe	[g]	115,2	115,2	115,2	115,2	115,2	115,2	115,2	115,2	115,2
Ausgespült	[g]	70,3	39,2	36,8	65,5	25,7	21,7	108,6	103,6	51,7
Gesamtrückhalt	[%]	39	66	68	43	78	81	6	10	55
Wirkungs- grad	[%]	58			67			24		

(VENGHAUS ET AL., 2019)

Straßenkehrrichtanalysen



Probenahmekorb (PNK) Ausbau



PNK Künstlich: Impressionen



1 mm

500 µm

250 µm

125 µm

125 µm

63 µm

< 63 µm

Was sind die Chancen?

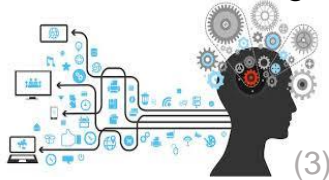
Materialinnovationen



(1)

Intelligente Vernetzung

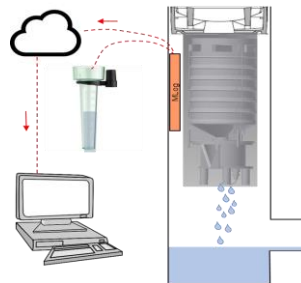
Künstliche Intelligenz



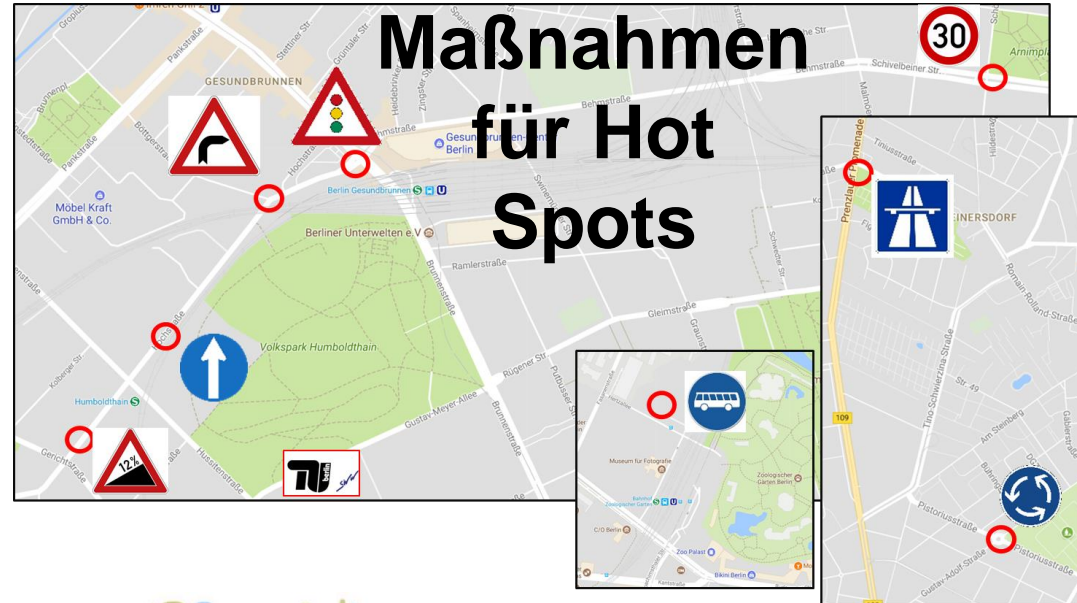
(3)



(4)



In situ Probenahme



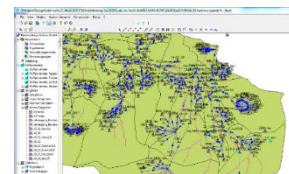
Maßnahmen für Hot Spots



(5)

Wertschätzung für den Werkstoff Kunststoff

Modellierung von Maßnahmen



(2)

Weitergehende Abwasserreinigung

...?!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



- Goedecke, Caroline; Altmann, Korinna; Braun, Ulrike (2019): Materialien für eine nachhaltige Wasserwirtschaft "MachWas" : Abschlussbericht des BMBF Vorhabens: Optimierte Materialien und Verfahren zur Entfernung von Mikroplastik aus dem Wasserkreislauf - OEMP : Abschlussbericht des BMBF Vorhabens / <https://doi.org/10.2314/KXP:1668022516>
- Bertling et al. 2018, <https://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/publikationen/2018/kunststoffe-id-umwelt-konsortialstudie-mikroplastik.pdf>
- Bäumer, M., Hautzinger, H., Pfeiffer, M., Stock, W., Lenz, B., Kuhnimhof, T., Köhler, K. (2017): Fahrleistungserhebung 2014 - Inländerfahrleistung. Bremen: Fachverlag NW (Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen Verkehrstechnik). Online verfügbar unter: <https://edocs.tib.eu/files/e01fn17/1001446526.pdf>.
- Berliner Wasserbetriebe / <https://www.bwb.de/de/20803.php> (letzter Zugriff: 01.12.2020)
- Blomqvist, G.; Johansson, E.L., 1998. Factors Regulating the Air-borne Spreading of Pollutants from Roads. Xth PIARC International Winter Road Congress, Technical Report Volume 2, 459-468.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Abteilung Straßenbau 2010: Richtlinie zum Umgang mit Bankettschälgut.
- Cadle, S.H., Williams, R.L., 1978. Gas and particle emissions from automobile tires in laboratory and field studies. Rubber Chemistry and Technology 52, 146–158.
- Cadle, S.H., Williams, R.L., 1980. Environmental degradation of tire-wear particles. Rubber Chemistry and Technology 53, 903–914.
- CHENG 2019, CCTV (CHINA CENTRAL TELEVISION), CGTN (CHINA GLOBAL TELEVISION NEWS, PROBEAUFNAHMEN FÜR DIE DOKUMENTATION „There's no escape – plastic is now in the air you breathe“- By Say XiangYu ; <https://news.cgtn.com/news/2020-01-03/There-s-no-escape-plastic-is-now-in-the-air-you-breathe-MXbDbgjB8Q/index.html>
- Evans, A.; Evans, R. (2006): The Composition of a Tyre: Typical Components. Edited by The Waste & Resources Action Programme. The Old Academy. Banbury, UK.
- Matschinsky, Wolfgang. Radführungen der Straßenfahrzeuge: Kinematik, Elasto-Kinematik und Konstruktion. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2007.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau 1987: Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS, Teil: Entwässerung RAS-Ew.
- Kreider, Marisa L.; Panko, Julie M.; McAtee, Britt L.; Sweet, Leonard I.; Finley, Brent L. (2010): Physical and chemical characterization of tire-related particles: comparison of particles generated using different methodologies. In The Science of the total environment 408 (3), pp. 652–659. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2009.10.016.

- Lange, G. (2007): Die neue RAS-Ew: Einführung und Überblick; VSVI Hessen e. V. Seminar: Entwässerung von Straßen unter baulichen und betrieblichen Gesichtspunkten Friedberg 20.06.2007
- Matschinsky, Wolfgang. Radführungen der Straßenfahrzeuge: Kinematik, Elasto-Kinematik und Konstruktion. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2007.
- POLMIT, 2002. Deliverable D5. Pollution From Roads and Vehicles and Dispersal to the Local Environment: Final Report and Handbook. Deliverable D5 of the European Commission Under the Transport RTD Programme of the Fourth Framework Programme.
- RAUTERBERG-WULFF, A. BEITRAG DES REIFEN- UND BREMSENABRIEBS ZUR RUßIMMISSION AN STRAßEN. BERLIN: VDI, 1998.
- Unice, 2018. Characterizing export of land-based microplastics to the estuary – Part I: Application of integrated geospatial microplastic transport models to assess tire and road wear particles in the Seine watershed. Science of the Total Environment.
- Venghaus et al. 2020: 2020 zur Veröffentlichung eingereicht
- VENGHAUS, D.; LAU, P.; BARJENBRUCH, M.: "Optimized materials and processes for the separation of microplastic from the water cycle – OEMP" Abschlussbericht, unter Mitarbeit von TIB-Technische Informationsbibliothek Universitätsbibliothek Hannover, Technische Informationsbibliothek (TIB) und Technische Universität Berlin, Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft. (2018) <https://doi.org/10.2314/KXP:1668026260>
- Wagner, Stephan, Thorsten Hüffer, Philipp Klockner, Maren Wehrhahn, Thilo Hofmann, und Thorsten Reemtsma. „Tire wear particles in the aquatic environment - A review on generation, analysis, occurrence, fate and effects.“ Water Research 139, 2018: 83-100.
- Wik, A., Dave, G., 2008. Occurrence and effects of tire wear particles in the environment – a critical review and an initial risk assessment. Environmental Pollution.
- Wicke, Daniel; Matzinger, Andreas; Rouault, Pascale (2015): Relevanz organischer Spurenstoffe im Regenwasserabfluss Berlins. Hg. v. Kompetenzzentrum Wasser Berlin. Kompetenzzentrum Wasser Berlin.