



Kunststoffhaltige Tretschichten auf Reitplätzen

LANUV-Arbeitsblatt 53

Kunststoffhaltige Tretschichten auf Reitplätzen

LANUV-Arbeitsblatt 53

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
Recklinghausen 2021

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0, Telefax 02361 305-3215 E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de
Bearbeitung	Das vorliegende Arbeitsblatt wurde unter Beteiligung von Expertinnen und Experten unterschiedlicher Fachrichtungen bearbeitet. Dazu zählen Hersteller und Vertreiber von Kunststoffen für Tretschichten, der Pferdesportverband Rheinland (PSVR), der Pferdesportverband Westfalen (PSVW), die Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), die Deutsche Reiterliche Vereinigung e. V. (FN), Sachverständige im Reitsport, das Landesgestüt NRW, die Landwirtschaftskammer NRW (LWK), Peter Weiers (Landwirtschaftsmeister), das Umweltbundesamt (UBA), die Umweltministerien der Länder Baden-Württemberg (UM), Niedersachsen (NMU), Nordrhein-Westfalen (MULNV), Saarland (MUV), Schleswig-Holstein (MELUND), das Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales NRW (MAGS), das LANUV.
Redaktion	Dr. Marianne Hegemann (LANUV)
Koordination	Dr. Michael Oberdörfer (MULNV)
Mitwirkende	Folgende Personen haben durch fachliche Stellungnahmen bzw. durch die Bereitstellung von Probenmaterial an der Erstellung dieses Arbeitsblatts mitgewirkt: Christoph Adelman (Polywert GmbH), Prof. Gert Bischoff (FLL), Tanja Büttner (FLL), Dr. Cornelia Dreyer-Rendelsmann (Sachverständigensozietät Dr. Dreyer-Rendelsmann & Raulf), Lena Freistühler (Stremmer Sand + Kies GmbH), Charlotte Goletz (NMU), Rosemarie Greiwe (MAGS), Brigitte Hein (PSVW), Gerlinde Hoffmann (FN), Bodo Klopsch (ASground GmbH), André Kolmann (PSVR), Dr. Sandra Kuhnke (LWK), Jörg Leisner (LANUV), Carina Nathaus (MULNV), Dr. Michael Oberdörfer (MULNV), Kerstin Olschewski (MELUND), Brigitte Schindzielorz (UM), Andreas Schwach (LANUV), Karsten Stienemann (ALTEX Textil-Recycling GmbH & Co. KG), Silvia Strecker (MULNV), Thomas Ungruhe (FN), Prof. Dr. Jens Utermann (MULNV), Dr. Petra Weißhaupt (UBA), Arnd Wieland (MUV) Bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des LANUV-Labors bedanken wir uns für die sehr umfangreiche Arbeit der Probenvorbereitung und -elution sowie für die chemische Analytik.
Titelfoto	istock/ sergio_kumer
Stand	Dezember 2021
ISSN	2197-8336 (Print), 1864-8916 (Internet), LANUV-Arbeitsblätter
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im WDR-Videotext
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Zusammengefasste Hinweise	7
2.1	Reitplatzbetreiber.....	7
2.2	Hersteller bzw. Lieferanten der Kunststoffmaterialien	8
3	Kunststoffhaltige Tretschichten auf Reitplätzen	10
3.1	Sand-Kunststoffgemische	11
3.2	Vollsynthetische Tretschichten.....	12
4	Umweltauswirkungen bei der Verwendung von Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen	14
4.1	Austrag von Kunststoffmaterialien in die Umwelt	14
4.2	Bewertung der Kunststoffmaterialien zur Herstellung der Tretschichten im Hinblick auf darin enthaltene Chemikalien	16
4.2.1	Kunststoffmaterialien zur Herstellung von Tretschichten auf Reitplätzen	16
4.2.2	Nicht geeignete Kunststoffmaterialien zur Herstellung von Tretschichten auf Reitplätzen	17
4.3	Anforderungen an Kunststoffmaterialien in Tretschichten hinsichtlich der Freisetzung von Chemikalien in die Umwelt.....	18
4.3.1	Begrenzung der freisetzbaren Chemikalien	18
4.3.2	Beurteilung der Kunststoff-Additive	20
4.3.3	Zusammenfassung der umwelttechnischen Bewertung und der Informationspflichten der Hersteller und Lieferanten	23
4.3.3.1	Zusammenfassung der umwelttechnischen Bewertung	23
4.3.3.2	Informationspflichten der Hersteller bzw. Lieferanten der Kunststoffmaterialien.....	24
5	Hinweise zur abfallrechtlichen Einordnung der Kunststoffreste in Tretschichten auf Reitplätzen	26
5.1	Hinweise an Reitplatzbetreiber	26
5.1.1	Verwendung der Kunststoffmaterialien in Tretschichten als Abfall	27
5.1.2	Verwendung der Kunststoffmaterialien in Tretschichten als Produkt.....	28
5.2	Hinweise an Hersteller und Lieferanten sowie Reitplatzbauer.....	29
5.2.1	Einstufung der in der Produktion anfallenden Kunststoffreste als Nebenprodukt	30
5.2.2	Ende der Abfalleigenschaft von Kunststoffen in Tretschichten auf Reitplätzen	32
6	Entsorgung der Tretschichten aus Sanierung und Rückbau von Reitplätzen	34
6.1	Entsorgung von Sand-Kunststoffgemischen	35
6.1.1	Aufbereitung zur Wiederverwendung des Sandanteils als Reitsand	35
6.1.2	Aufbereitung zur Verfüllung, einer anderen Verwertung oder Ablagerung.....	36
6.1.3	Zuordnung von Abfallarten.....	37
6.2	Entsorgung vollsynthetischer Tretschichten	38
7	Biologisch abbaubare Zuschlagstoffe für Tretschichten aus Sand.....	39
8	Quellenverzeichnis	40
9	Begriffsdefinitionen / Abkürzungsverzeichnis	45

1 Einleitung

In Tretschichten auf Reitplätzen werden seit vielen Jahren Zusätze verwendet, um die Gebrauchseigenschaften zu verbessern. Seit einigen Jahren ist der Einsatz von Kunststoffen als Zumischung zu Sand verbreitet. In bestimmten Anwendungsbereichen werden auch vollsynthetische Tretschichten eingesetzt.

Für die Verwendung von Kunststoffen in Tretschichten auf Reitplätzen gibt es bisher keine spezifischen Anforderungen, die insbesondere mögliche Auswirkungen auf die Umwelt berücksichtigen würden. Daher treten vor Ort immer wieder Diskussionen zur Rechtmäßigkeit des Einsatzes von Kunststoffen in Tretschichten von Reitplätzen auf. Außerdem kann festgestellt werden, dass die Besitzer von Reitplätzen oft keine klare Vorstellung von der ordnungsgemäßen Entsorgung der gebrauchten Tretschichten haben.

Eine Arbeitsgruppe von Expertinnen und Experten hat dieses Arbeitsblatt erstellt, um bei allen Beteiligten für mehr Transparenz zu sorgen. In der Arbeitsgruppe waren vertreten:

- Hersteller und Vertreiber von Kunststoffen, die in Tretschichten auf Reitplätzen eingesetzt werden
- Pferdesportverbände in NRW
- Die Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL)
- Die Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V. (FN)
- Sachverständige
- Das Landesgestüt NRW
- Die Landwirtschaftskammer NRW
- Das Umweltbundesamt
- Umweltministerien der Länder Baden-Württemberg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Saarland, Schleswig-Holstein
- Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW

Dadurch konnten vielfältige Aspekte der Thematik diskutiert und in diesem Arbeitsblatt dargelegt werden. Dabei wurde der Aspekt „Staubbelastung auf Reitplätzen“ ausgenommen, da die Auswirkung von Stäuben auf die Gesundheit von Mensch und Tier derzeit nur wenig untersucht ist. Zudem werden Reitplätze im Allgemeinen so betrieben, dass die Staubentwicklung durch Befeuchtung der Oberfläche möglichst gering bleibt.

Dieses Arbeitsblatt behandelt die Verwendung kunststoffhaltiger Tretschichten auf Reitplätzen, insbesondere in Hinsicht auf Anforderungen aus dem Umweltschutz und dem Abfallrecht. Als kunststoffhaltige Tretschichten werden dabei sowohl Sand-Kunststoffgemische als auch vollsynthetische Tretschichten, z. B. aus aufbereiteten Teppichresten, bezeichnet. Die Aussagen dieses Arbeitsblattes zu kunststoffhaltigen Tretschichten beziehen sich auf Reitplätze im Freien sowie in Hallen.

Das Arbeitsblatt richtet sich an Besitzer und Betreiber von Reitplätzen und betrifft den Neubau sowie die Sanierung und Pflege von Reitplätzen, wenn kunststoffhaltige Tretschichten eingebaut bzw. ganz oder teilweise erneuert werden sollen.

Außerdem wendet sich das Arbeitsblatt an Hersteller und Lieferanten von Kunststoffmaterialien, die in Tretschichten verwendet werden sollen, sowie an Reitplatzbauer, die kunststoffhaltige Tretschichten auf Reitplätzen einsetzen. Die Informationen in diesem Arbeitsblatt decken

jedoch nicht die gesamten Anforderungen an diese Wirtschaftsakteure ab, die sich insbesondere mit Blick auf das Produkt- und Chemikalienrecht ergeben könnten.

Vorab stellt Kapitel 2 die wesentlichen Hinweise aus diesem Arbeitsblatt in knapper Form zusammen. Die verschiedenen Tretschichtarten beschreibt Kapitel 3. Anschließend werden die aus Sicht des Umweltschutzes relevanten Aspekte bei der Verwendung von Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen dargestellt (s. Kapitel 4). Im Weiteren werden Hinweise zur abfallrechtlichen Einordnung der Kunststoffmaterialien zur Herstellung von Tretschichten auf Reitplätzen (s. Kapitel 5) und zur Entsorgung gebrauchter kunststoffhaltiger Tretschichten (s. Kapitel 6) gegeben. Kapitel 7 in diesem Arbeitsblatt weist auf biologisch abbaubare Zuschlagstoffe in Tretschichten hin. Kurze Erläuterungen zu den verwendeten Fachbegriffen und Abkürzungen stellt Kapitel 9 zusammen.

Es wird darauf hingewiesen, dass Reitplätze bauliche Anlagen im Sinne der Landesbauordnung NRW [1] sind (s. § 2 Absatz 1 Satz 2 BauO NRW), die unter die baurechtliche Genehmigungspflicht nach § 60 BauO NRW fallen. Dagegen ist der Austausch einer Tretschicht auf bestehenden, genehmigten Reitplätzen im Allgemeinen nicht genehmigungspflichtig, was im Einzelfall mit der zuständigen Bauordnungsbehörde abzustimmen wäre.

2 Zusammengefasste Hinweise

Die wesentlichen Inhalte dieses Arbeitsblatts zur Verwendung von Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen werden im Folgenden für die verschiedenen Adressaten knapp zusammengefasst.

2.1 Reitplatzbetreiber

Reitplatzbetreiber sind für die Auswahl der Materialien zur Herstellung der Tretschicht auf ihrem Reitplatz verantwortlich. Folgende Aspekte sind dabei zu beachten:

- Verwendung biologisch abbaubarer Zuschlagstoffe in Tretschichten
Die Verwendung kunststoffhaltiger Tretschichten ist möglichst zu vermeiden (s. Kapitel 4.1). Der Einsatz biologisch abbaubarer Zuschlagstoffe für Tretschichten aus Sand soll geprüft werden (s. Kapitel 7).
- Zur Beachtung bei zukünftiger Verwendung kunststoffhaltiger Tretschichten (s. Kapitel 4 und Kapitel 5.1):
 - Bestehende Regelungen können sich zukünftig ändern bzw. durch weitere Regelungen, insbesondere zur Freisetzung von Mikroplastik in die Umwelt, ergänzt werden (s. Kapitel 4.1 und 4.3.1).
 - Prüfung der Qualitätsanforderungen an Kunststoffmaterialien für Tretschichten anhand der von Herstellern, Lieferanten bzw. Reitplatzbauern bereitzustellenden Informationen (s. Kapitel 4.3.3.2), z. B.:
 - Einhaltung der in Tabelle 2 und Tabelle 4 genannten Beurteilungs- bzw. Orientierungswerte (s. Kapitel 4.3.1 und 4.3.2).
 - Prüfung örtlicher Gegebenheiten und ggf. damit verbundener weiterer oder zusätzlicher Anforderungen, z. B. bei Reitplätzen in Wasserschutzgebieten (Rücksprache mit örtlichen Behörden erforderlich) (s. Kapitel 4.3.3.1).
 - Keine Verwendung von Materialien mit besonders besorgniserregenden Chemikalien in deklarationspflichtigen Konzentrationen nach REACH (s. Kapitel 4.3.2 und 5.1.2).
 - Umsetzung geeigneter Maßnahmen zur Minimierung des Austrags von Kunststoffmaterialien in die Umwelt (s. Kapitel 4.1).
- Entsorgung kunststoffhaltiger Tretschichten nach Gebrauch (s. Kapitel 6)
Bei der Anschaffung kunststoffhaltiger Tretschichten sollten die Anforderungen an eine spätere Entsorgung bedacht werden, wobei die Tretschichten und die daraus abgetrennten Komponenten i.d.R. als nicht gefährliche Abfälle einzustufen sind:
 - Anfrage der Entsorgungsmöglichkeiten bei den jeweiligen Herstellern bzw. Lieferanten der Tretschicht.
 - Unzulässigkeit der Verwertung von Tretschichtgemischen aus Sand und Kunststoff auf landwirtschaftlichen Flächen aufgrund des Kunststoffanteils.

- Erfordernis der Sandabtrennung aus Gemischen zur Sandverwertung sowie der chemischen Untersuchung des Sandanteils abhängig vom Entsorgungsweg:
 - Wiederverwendung als Reitsand
 - Verfüllung
 - Verwertung in technischen Bauwerken
 - Deponierung

Werden die Anforderungen an die genannten Entsorgungswege durch den abgetrennten Sand nicht erfüllt, ist dieser thermisch zu behandeln.

Abgetrennte Kunststoffanteile und humusartige Bestandteile der Tretschicht sind energetisch zu verwerten.

- Vollsynthetische Tretschichten sind ausschließlich energetisch zu verwerten, i.d.R. in Hausmüllverbrennungsanlagen.

Die späteren Entsorgungskosten sollten bereits bei der Auswahl der Materialien für Tretschichten berücksichtigt werden.

2.2 Hersteller bzw. Lieferanten der Kunststoffmaterialien

Hersteller und Lieferanten von Kunststoffmaterialien zur Verwendung in Tretschichten auf Reitplätzen haben Folgendes zu beachten:

- Auswahl der Kunststoffmaterialien (s. Kapitel 4.2)

Für die Herstellung von Kunststoffmaterialien zum Einsatz in Tretschichten auf Reitplätzen wird empfohlen, nur vergleichsweise schadstoffarme Kunststoffe zu verwenden. Dazu zählen insbesondere folgende Kunststoffarten:

- Polypropylen (PP)
- Polyester (PES), z. B. Polyethylenterephthalat (PET)
- Polyamid (PA)
- Ethylen-Vinylacetat-Copolymere (EVA)

Darüber hinaus wird empfohlen, lediglich nicht gebrauchte Kunststoffmaterialien (Neuwaren) zu nutzen, die den sportfunktionellen Anforderungen an Tretschichten genügen.

- Beurteilungs- und Orientierungswerte (s. Kapitel 4.3)

Zum Schutz von Boden- und Grundwasser vor Einträgen von Chemikalien aus Kunststoffmaterialien sind zukünftig die Beurteilungs- und Orientierungswerte in Tabelle 2 und Tabelle 4 einzuhalten. In Einzelfällen können auch strengere oder andere Anforderungen gelten, z. B. bei Verwendung in Wasserschutzgebieten.

- Abfallrechtlicher Status der verwendeten Kunststoffmaterialien (s. Kapitel 5.2.1 und 5.2.2)

Der abfallrechtliche Status der jeweils verwendeten Kunststoffmaterialien ist nach den Maßgaben des § 4 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) für Nebenprodukte und des

§ 5 KrWG für das Ende der Abfalleigenschaft zu klären. Bei einer Einordnung der Materialien als „Produkt“ ist durch geeignete Qualitätssicherungsmaßnahmen sicherzustellen, dass die abfallrechtlichen Anforderungen an den Produktstatus des jeweiligen Materials jederzeit eingehalten werden.

- Informationen in der Lieferkette (s. Kapitel 4.3.3.2 und 5.2)

Mindestens folgende Informationen zu den Kunststoffmaterialien sind entlang der Lieferkette weiterzugeben, z. B. vom Hersteller der Kunststoffmaterialien über den Reitplatzbauer bis an den Reitplatzbetreiber:

- Angaben zum rechtlichen Status des Materials (Abfall / Produkt).
- Benennung der Kunststoffarten (Polymere), aus denen die verwendeten Kunststoffmaterialien bestehen.
- Bestätigung der Verwendung von Kunststoffmaterialien aus Neuwaren.
- Analyseergebnisse als Nachweis der Einhaltung der o. g. Beurteilungs- und Orientierungswerte je Materialcharge.
- Bei Produkten: Weitergabe der Informationen entlang der Lieferkette zu ggf. enthaltenen besonders besorgniserregenden Chemikalien (SVHC) in deklarationspflichtigen Konzentrationen gemäß der REACH-Verordnung.

Hersteller und Lieferanten von Kunststoffmaterialien zur Verwendung in Tretschichten auf Reitplätzen sollten prüfen, ob sie eine zertifizierte Gütesicherung ihrer Materialien einführen wollen. Damit wäre für die Abnehmer (Reitplatzbauer, Reitplatzbetreiber) leicht erkennbar, dass die oben genannten Anforderungen an das Material eingehalten werden.

3 Kunststoffhaltige Tretschichten auf Reitplätzen

Die oberste Schicht eines Reitplatzes ist die Tretschicht. Sie muss vielfältige Aufgaben erfüllen und dabei insbesondere trittfest und rutsicher sein sowie eine gewisse Nachgiebigkeit aufweisen. Neben diesen sportfunktionellen Anforderungen spielt die Tretschicht auch bei der Entwässerung eines Reitplatzes im Freien eine Rolle und muss Wasser zur Staubbindung speichern, aber dennoch Niederschlagswasser möglichst schnell ableiten können [2].

Die genaue Zusammensetzung der Tretschicht hängt von vielen Faktoren ab, z. B. von der Bauweise und der Entwässerung des Reitplatzes sowie vom Nutzungsschwerpunkt. So stellen Plätze zum Springen und Fahren andere Anforderungen an die Tretschicht als Plätze für Dressur und Voltigieren. Plätze in Mehrzwecknutzung unterscheiden sich wiederum von den spezialisierten Reitplätzen. In der Regel bestehen Tretschichten aus reinem Sand oder aus Sand mit Zuschlagsstoffen. Bei den Zuschlagsstoffen handelt es sich z. B. um Holzschnitzel (Weichhölzer) oder um Kunststoffmaterialien [2]. Darüber hinaus werden vollsynthetische Tretschichten am Markt angeboten, die vollständig aus Kunststoffmaterialien bestehen.

Bei den in Tretschichten verwendeten Kunststoffmaterialien handelt es sich im Wesentlichen um Kunststoffe, die petrochemisch auf Basis von Erdöl erzeugt worden sind.

Es gibt keine spezifischen technischen Vorgaben zu Herstellung und Verwendung kunststoffhaltiger Tretschichten, obwohl derartige Reitplatzbeläge seit vielen Jahren verwendet werden [3]. Generelle Anforderungen an den technischen Reitplatzbau sind in Fachveröffentlichungen niedergelegt (s. [2], [3], [4], [5]).

In einigen dieser Publikationen werden Umwelt- und Gesundheitsaspekte in Verbindung mit Kunststoffen in Tretschichten auf Reitplätzen angesprochen, jedoch keine konkreten Anforderungen festgelegt [2], [3], [4].

Kunststoffhaltige Tretschichten auf Reitplätzen können grundsätzlich in Sand-Kunststoffgemische und vollsynthetische Reitbeläge eingeteilt werden [6], die beide im Folgenden näher beschrieben werden.

3.1 Sand-Kunststoffgemische

Auf Trainings- oder Wettbewerbsplätzen im Profi-, Amateur- und Freizeitbereich des Reitsports werden Tretschichten aus einem Sand-Kunststoffgemisch seit vielen Jahren eingesetzt. Dabei beeinflusst die gezielte Kunststoffbeigabe unter anderem die Elastizität und Stabilität der Tretschicht.



Abbildung 1: Sand-Kunststoffgemisch als Tretschicht auf einem Reitplatz

Die Gemische bestehen überwiegend aus Sand und Beimischungen aus zerkleinerten Kunststoffmaterialien. Der Anteil der Kunststoffbeimischung an der jeweiligen Tretschicht schwankt stark. So ergab eine Stichprobenuntersuchung des LANUV an zwei Proben gebrauchter Sand-Kunststoffgemische einen Vliesanteil von ca. 2 Massenprozent bzw. ca. 5 Massenprozent [7]. Im Durchschnitt werden zur Herstellung solcher Tretschichten pro Quadratmeter ca. 3 kg Kunststoffmaterial, z. B. Vlies, und ca. 150 kg Sand verwendet [8], was einem mittleren Kunststoffanteil von ca. 2 Massenprozent entspricht. Somit beinhaltet eine neu hergestellte Tretschicht auf einem Reitplatz in der üblichen Größe von 800 m² rund 2,4 t Kunststoffmaterial.

Im Allgemeinen wird während der Nutzungsdauer einer Sand-Kunststoff-Tretschicht in regelmäßigen Abständen Kunststoffmaterial nachgefüllt.

Die bei der Herstellung einer Tretschicht verwendeten Materialien und die genaue Zusammensetzung der Sand-Kunststoffgemische werden von den Reitplatzbauern nach individuellen Nutzungsbedürfnissen der Reitplatzbetreiber festgelegt [6]. Eine Normierung von Gemischen zur Herstellung kunststoffhaltiger Tretschichten auf Sandbasis fand bisher aufgrund der zahlreichen Einflussfaktoren nicht statt. Einfluss nehmen z. B. die vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten unterschiedlicher Zuschlagstoffe mit dem jeweils verwendeten Sand sowie die unterschiedlichen Anforderungen an Bauweise und Entwässerung der jeweiligen Reitplätze [5].

Die verwendeten Kunststoffmaterialien müssen den entsprechenden sportfunktionellen Anforderungen genügen. Aus Sicht der Reitplatzbauer [9] sind glasfaserartige Materialien, Folien oder mit Folie beschichtete Kunststoffe nicht für die Herstellung von Tretschichten auf Reit-

plätzen geeignet. In der Regel werden synthetische Faserstoffe aus unterschiedlichen Industriebereichen eingesetzt, z. B. aus der Geotextil- oder Vliesherstellung. Die Kunststoffmaterialien fallen im Allgemeinen als Verschnitte, Produktionsreste oder Fehlchargen an und werden z. B. bei Textilaufbereitern nach den Vorgaben der Reitplatzbauer zerkleinert. Dabei entsteht eine Vielzahl unterschiedlicher Zuschlagsstoffe aus Kunststoff, die sich nach Herkunft und Gestalt unterscheiden. Zu den häufig verwendeten Kunststoffarten in Tretschichten auf Sandbasis gehören z. B. PP und PET [10].

In der Vergangenheit wurden auch andere Kunststoffmaterialien, z. B. Kabelisolierungen, verwendet. Diese werden jedoch u. a. aufgrund der in den Kabelisolierungen enthaltenen Schadstoffe nicht mehr eingesetzt.

3.2 Vollsynthetische Tretschichten

Vollsynthetische Tretschichten bestehen vollständig aus Kunststoffmaterialien. Zur Herstellung vollsynthetischer Tretschichten auf Reitplätzen werden i. d. R. zerkleinerte Teppichbodenreste eingesetzt, die z. B. aus Teppich-Verschnitten der Automobilindustrie hergestellt worden sind. Dabei bieten die Tretschicht-Hersteller Teppichbodenschnitzel in unterschiedlichen Größen an. Zum Beispiel werden zerkleinerte Teppichbodenreste in einer Kantenlänge von ca. 1,5 – 5 cm als Tretschicht in einer Schichthöhe von durchschnittlich 12 cm ausgebracht [11], [12], [13]. Teppichschnitzel in vollsynthetischen Tretschichten können aber auch Kantenlängen von mehr als 5 cm aufweisen. Auf einem neu angelegten 800-m²-Reitplatz würden somit ca. 28 t Kunststoffmaterialien als Tretschicht vorliegen (Rohdichte des Materials: 290 kg/m³ [14]).

Nach Herstellerangaben verdichten sich 1,5 – 5 cm große Teppichbodenschnitzel durch den Beritt. Dabei greifen die Kunststofffasern immer weiter ineinander, so dass eine feste, aber federnde Matte entsteht. Material ist nachzufüllen, wenn die erforderliche Schichtdicke der Tretschicht nicht mehr gegeben ist [11].



Abbildung 2: Vollsynthetische Tretschicht auf einem Reitplatz

Teppichbodenreste zur Herstellung von Tretschichten können aus verschiedenen Kunststoffen bestehen. Es gibt unterschiedliche Arten von Teppichböden, die meist in Lagen aufgebaut sind, wobei die in der oberen Schicht verwendeten Chemiefasern (Garne) überwiegend aus PA, PES und PP bestehen. Als Trägermaterialien für die Garne dienen Geflechte, Vliese oder Gewirke aus PP und PES. Ein häufig in Teppichböden eingesetzter Polyester ist PET. Die Rückenschicht von Teppichböden besteht meist aus SyntheselateX, z. B. auf Basis von Styrol-Butadien (SBR). Damit werden in der Regel die Garne auf dem Trägermaterial verklebt und der Teppichboden stabilisiert. Schaumrücken bestehen aus aufgeschäumtem SyntheselateX oder Polyurethan. Die sogenannte Schwerbeschichtung findet hauptsächlich bei Teppichfliesen Anwendung und besteht meist aus Bitumen, ataktischem Polyolefin (APO), PVC, PU oder EVA [15]. Als Füller wird häufig Kreide (Calciumcarbonat) eingesetzt. Aluminiumhydroxid dient als Füller mit Flammschutzeigenschaften.

4 Umweltauswirkungen bei der Verwendung von Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen

Aufgrund der Verwendung von Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen können Kunststoffe in Form von Makro- und Mikroplastik in die Umwelt eingetragen werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass in den Kunststoffen enthaltene Chemikalien in die Umwelt, insbesondere in Boden und Grundwasser, gelangen.

Die Bewertung der Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier im Sinne einer toxikologischen Bewertung von luftgetragenen Stäuben sind nicht Gegenstand der folgenden Ausführungen, da nach Kenntnis des LANUV bisher (2021) wenig entsprechende Untersuchungen durchgeführt worden sind. In diesem Arbeitsblatt wird die Nutzung von Kunststoffmaterialien in Tretschichten aus Sicht des Umweltschutzes mit dem Schwerpunkt Boden und Grundwasser betrachtet. Dies schließt auch die aus der Luft niedergeschlagenen Stäube ein.

Wenn Kunststoffe in Tretschichten auf Reitplätzen verwendet werden sollen, sind die möglichen nachteiligen Auswirkungen durch diese Nutzung zu minimieren. Dabei ist die Verteilung von Kunststoffen als Makro- oder Mikroplastik während der Nutzung weitestgehend durch geeignete Maßnahmen zu verhindern. Darüber hinaus sind die Kunststoffarten, die darin enthaltenen Chemikalien und deren Freisetzung zu bewerten. Diese verschiedenen Umweltaspekte werden im Weiteren betrachtet.

Die dabei formulierten Qualitätsanforderungen gelten für Kunststoffmaterialien, die zukünftig bei Neubau, Sanierung oder Pflege von Tretschichten auf Reitplätzen verwendet werden sollen.

4.1 Austrag von Kunststoffmaterialien in die Umwelt

Die Verteilung von Kunststoffen in die Umwelt ist schädlich, da herkömmliche Kunststoffe nur schwer abgebaut werden und sich somit in der Umwelt anreichern. Dabei ist zu besorgen, dass die makroskopischen Kunststoffteilchen in der Umwelt durch physikalische, chemische und mikrobiologische Prozesse zu immer kleineren Partikeln, dem sogenannten Mikroplastik fragmentiert werden. Mikroplastik umfasst dabei im Allgemeinen Kunststoffpartikel und Kunststofffasern mit einer Teilchengröße von weniger als 5 mm [16], [17]. Eine erste konkrete rechtliche Definition von Mikroplastik wird derzeit im EU-Chemikalienrecht vorbereitet [18] (s. Begriffsdefinition in Kapitel 9).

Mikroplastik wird in zwei Sorten unterschieden [19]:

- Primäres Mikroplastik wird absichtlich hergestellt oder entsteht durch die Nutzung von Produkten, z. B. Autoreifen.
- Sekundäres Mikroplastik entsteht im Laufe der Zeit aus größeren Plastikteilen (Makroplastik) durch Fragmentierung und Verwitterung.

Auch Kunststoffe in Tretschichten auf Reitplätzen tragen zum Beispiel durch Verwehungen oder andere Austräge zur Verteilung von Makro- und Mikroplastik in die Umwelt bei. Dabei begünstigt die Nutzung der Kunststoffe als Tretschicht deren Zerfall zu Mikroplastik, z. B. infolge der mechanischen Beanspruchung beim Reiten bzw. durch die Reibung mit dem ggf. im Gemisch vorhandenen Sand.

Einen Hinweis auf die Umweltrelevanz des Einsatzes von Kunststoffen in Tretschichten auf Reitplätzen liefert folgende Angabe: In einer Studie zu Kunststoffen in der Umwelt hat das Fraunhofer-Institut UMSICHT abgeschätzt, dass in Deutschland jährlich etwa 330.000 t Mikroplastik direkt aus der Produktion oder durch die Nutzung von Kunststoffen freigesetzt werden (Primäres Mikroplastik). Unterteilt nach Herkunftsbereichen entfällt dabei der größte Anteil des freigesetzten Mikroplastiks auf Reifenabrieb (geschätzt gut 100.000 t/a). An fünfter Stelle stehen Verwehungen aus Sport- und Spielplätzen mit einer geschätzten Mikroplastikabgabe von knapp 11.000 t/a. Davon entfällt der größte Anteil auf Fußballplätze (ca. 8.000 t/a). Für Reitplätze wurde ein Eintrag in die Umwelt von rund 100 t Mikroplastik pro Jahr abgeschätzt [19].

Die Auswirkungen einer zunehmenden Menge kleinster Kunststoffteilchen in der Umwelt sind derzeit noch nicht genau bekannt. Die Verteilung von Kunststoff in die Umwelt ist daher aus Vorsorgegründen weitestgehend zu vermeiden. Vor diesem Hintergrund soll auch die Nutzung von Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen vermieden werden, unabhängig davon, dass der geschätzte Anteil am insgesamt in Deutschland freigesetzten Mikroplastik vergleichsweise gering ausfällt.

Derzeit existieren noch keine konkreten Regelungen oder Vorgaben in Bezug auf die tatsächliche oder potentielle Freisetzung von Mikroplastik, z. B. durch die Nutzung von Kunststoffen. Aktuell (2021) wird eine EU-weite Regelung zu absichtlich zugesetztem Mikroplastik in Produkten vorbereitet. Die geplante EU-Regelung (Beschränkungen nach Anhang XVII REACH-Verordnung [20]) schlägt vor, das Inverkehrbringen von Produkten, die absichtlich zugesetztes Mikroplastik enthalten und dieses durch die Verwendung der Produkte an die Umwelt abgegeben können, zu verbieten oder lediglich mit Beschränkungen zu gestatten. Ein Vorschlag besteht z. B. darin, das Inverkehrbringen von Kunstrasen-Granulat nach einer Übergangszeit von sechs Jahren zu verbieten. Im Weiteren wird die EU-Kommission diese Vorschläge beraten und mit dem EU-Parlament sowie dem EU-Rat abstimmen, so dass eine entsprechende EU-Regelung im Jahr 2022 zu erwarten ist [21].

Es ist derzeit noch nicht vollständig ausgeschlossen, dass die geplanten EU-Regelungen zur Beschränkung von Produkten mit absichtlich zugesetztem Mikroplastik auch für kunststoffhaltige Tretschichten auf Reitplätzen gelten werden. Unabhängig davon, könnten diese Planungen zukünftig die Grundlage für weitere Regelungen bilden, um auch die Freisetzung von Mikroplastik aufgrund der Nutzung von Kunststoffprodukten zu begrenzen. In diesem Zusammenhang sind außerdem Regulierungen zum Eintrag von Kunststoffprodukten in die Umwelt, z. B. in Boden und Gewässer, zu erwarten.

Daher muss aktuell jeder Reitplatzbesitzer oder -betreiber vor dem Hintergrund des Eintrags von Makro- und Mikroplastik in die Umwelt selbst verantworten, ob er Kunststoffmaterialien in Tretschichten einsetzen will.

Werden Kunststoffe in Tretschichten verwendet, sollte vor Ort entschieden werden, welche Maßnahmen zu treffen sind, um eine Verteilung von Kunststoffen in der Umwelt zu minimieren. Unter Beachtung der sportfunktionellen Anforderungen des Reitplatzes und der örtlichen Gegebenheiten können z. B. folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

- Anbringen einer geeigneten Reitplatz-Umrandung zur Rückhaltung
- Feuchthalten des Belages (Sand-Kunststoffgemische) zur Vermeidung von Verwehungen im Rahmen des Betriebs
- Regelmäßiges Zusammenkehren bzw. Entfernen von Kunststoffmaterialien außerhalb des Reitplatzes

Der Reitplatzbetreiber ist dabei für die effektive Umsetzung der Maßnahmen verantwortlich.

Die außerhalb des Reitplatzes eingesammelten Kunststoffbestandteile der Tretschicht können grundsätzlich wieder in die Tretschicht eingearbeitet oder mit den Siedlungsabfällen entsorgt werden.

4.2 Bewertung der Kunststoffmaterialien zur Herstellung der Tretschichten im Hinblick auf darin enthaltene Chemikalien

Kunststoffe werden in einem chemischen Verfahren (Polymerisation) zum größten Teil aus Erdöl hergestellt, wobei je nach Kunststoffart und Anwendungsbereich verschiedene Chemikalien gezielt zugesetzt werden, um bestimmte Eigenschaften einzustellen. Zu diesen Additiven gehören z. B. Weichmacher, Stabilisatoren, Flammschutzmittel oder Farbstoffe. Außerdem können Kunststoffe weitere Neben- und Abbauprodukte aus dem Produktionsprozess enthalten, von denen ein Großteil unbekannt ist.

Einige dieser Chemikalien sind nicht fest in die Kunststoffmatrix eingebunden und können ggf. durch Auslaugen (z. B. mittels Regenwasser) oder Ausgasen in die Umwelt abgegeben werden [22].

Eine nicht abschließende Übersicht zu potentiell gefährlichen Chemikalien in den relevanten Kunststoffarten stellt Tabelle 3 in Kapitel 4.3 zusammen. Dabei zeigt sich, dass einigen Kunststoffarten in der Regel vergleichsweise viele verschiedene Chemikalien mit toxischen oder besonders umweltschädlichen Eigenschaften zugesetzt werden.

Die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Kunststoffarten ist daher bei der Verwendung von Kunststoffen in Tretschichten auf Reitplätzen zu berücksichtigen.

4.2.1 Kunststoffmaterialien zur Herstellung von Tretschichten auf Reitplätzen

Wenn zur Herstellung von Tretschichten Kunststoffmaterialien verwendet werden, kommen die in Tabelle 1 aufgeführten Kunststoffarten in Frage, da diese vergleichsweise wenig Chemikalien enthalten [22].

Tabelle 1: Kunststoffarten zur Herstellung von Tretschichten, ausgewählt im Hinblick auf die chemische Zusammensetzung

Kunststoffart	Kurzbezeichnung	Beispiele für Handelsnamen	Beispiele für textile Verwendung
Polypropylen	PP	Meraklon, Vestolan	Garne; Geflechte, Vliese oder Gewirke; Trägermaterial für Garne in Teppichböden; Rückenausstattung in Teppichböden
Polyester, insbesondere Polyethylen-terephthalat	PES PET	Trevira, Diolen	Garne; Geflechte, Vliese oder Gewirke; Trägermaterial für Garne in Teppichböden; Rückenausstattung in Teppichböden
Polyamide, insbesondere aus ϵ -Caprolactam oder Hexamethyldiamin und Adipinsäure	PA 6 PA 6.6	Perlon, Dederon Nylon	Garne
Ethylen-Vinylacetat-Copolymere	EVA		Schmelzklebstoff bei Tuft-Teppichen, z. B. Velour oder Nadelvliesstoffen

4.2.2 Nicht geeignete Kunststoffmaterialien zur Herstellung von Tretschichten auf Reitplätzen

Kunststoffwaren in Tretschichten auf Reitplätzen sollen möglichst aus einem einheitlichen Material bestehen, so dass die verwendeten Materialien erkennbar bleiben. Kunststoffmaterialien, die offensichtlich keinen Beitrag zur Funktion der Tretschicht leisten können, sind zwecklos und dürfen deshalb nicht eingesetzt werden. Darüber hinaus sollen keine gebrauchten Kunststoffwaren verwendet werden, um den nutzungsbedingten Eintrag von Schadstoffen ausschließen zu können.

Daher sind folgende Kunststoffmaterialien nicht zur Herstellung von Tretschichten auf Reitplätzen geeignet und sollen zukünftig nicht mehr verwendet werden:

- Materialien wie harte Folien oder glasfaserhaltige Kunststoffwaren

Derartige Materialien sind für den Verwendungszweck als Tretschicht technisch ungeeignet, so dass diese Materialien entbehrlich sind. Ein unnötiger Kunststoffeintrag in die Umwelt ist zu vermeiden.

- Zerkleinerte Autoreifen (Gummi)

Zerkleinerte Autoreifen können Zinkverbindungen, Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), flüchtige organische Verbindungen (VOC) oder andere organische Stoffe, z. B. Benzothiazole (BT), freisetzen. In Versuchen wurde nachgewiesen, dass insbesondere zerkleinerte Autoreifen dementsprechend gewässergefährdende Eigenschaften aufweisen können [3].

- PVC-haltige Kunststoffe, z. B. Kabelreste oder PVC-Rücken von Teppichböden

Weich-PVC-Kunststoffwaren enthalten generell vergleichsweise viele toxische Chemikalien [22], [23]. Dabei handelt es sich um Additive, z. B. Phthalate aus der Gruppe der Weichmacher, mit einem Anteil von 10 - 70 % [24]. Diese Additive können aus dem Kunststoff freigesetzt werden. Damit werden z. B. auch Phthalate verfügbar und können ggf. Umwelt und Gesundheit schädigen [25]. Einige Phthalat-Weichmacher wurden von der europäischen Chemikalienagentur (ECHA) in die Liste der "besonders besorgniserregenden Stoffe" (SVHC) aufgenommen, weil sie schädigend auf das Hormonsystem wirken und die Fortpflanzungsfähigkeit gefährden können.

Ummantelungen von Elektrokabeln bestehen in der Regel aus Weich-PVC. Außerdem wird aus Kabelresten gelöstes Kupfer bis in das Grundwasser freigesetzt [3]. Die meisten wasserlöslichen Kupferverbindungen sind nach Chemikalienrecht als gewässergefährdend eingestuft.

Auch Teppichböden, z. B. Teppichfliesen, können mit einem PVC-Rücken ausgestattet sein.

- PU, z. B. als Schaumrücken von Teppichböden

Neben PVC enthält PU mehr toxische Chemikalien als andere Kunststoffe [22].

4.3 Anforderungen an Kunststoffmaterialien in Tretschichten hinsichtlich der Freisetzung von Chemikalien in die Umwelt

Wenn Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen eingesetzt werden sollen, ist zu beachten, dass mit dieser Nutzung Auswirkungen auf die Umwelt verbunden sind. Liegt der Reitplatz im Freien oder wurden die Kunststoffmaterialien aus der Halle ins Freie ausgetragen, ist neben der Verteilung von Makro- und Mikroplastik auch die Freisetzung der in den Kunststoffen enthaltenen Chemikalien, z. B. durch Niederschlagswasser, möglich. Damit sind grundsätzlich schädliche Auswirkungen auf die Umwelt, insbesondere auf die Nutzung sowie die Qualität von Boden und Grundwasser zu besorgen.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf den Kunststoffanteil in Tretschichten aus Sand sowie auf Kunststoffmaterialien in vollsynthetischen Tretschichten auf Reitplätzen.

4.3.1 Begrenzung der freisetzbaren Chemikalien

Derzeit fehlen konkrete Regelungen zur Beurteilung möglicher Stoffausträge durch die Nutzung zerkleinerter Kunststoffmaterialien als Tretschicht auf Reitplätzen. Im Allgemeinen werden in solchen Fällen die entsprechenden Regelungen aus dem Bodenschutzrecht herangezogen, um dennoch die möglichst schadlose Verwendung der Materialien hilfsweise einschätzen zu können. Je nach Anwendungsfall sind neben den Gesamt-Schadstoffgehalten (Feststoffwerte) auch die durch Wasser freisetzbaren Anteile (Eluatwerte) von Bedeutung.

Zur Ableitung von Beurteilungswerten hat das LANUV eigene Untersuchungen an Vlies- und Teppichmaterialien zur Verwendung in Tretschichten durchgeführt. Dabei wurden die Feststoff- und Eluatwerte für ein breites Schadstoffspektrum nach den Methoden der am 01.08.2023 in Kraft tretenden Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV-

2023) [26] bestimmt. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse weisen darauf hin, dass insbesondere anorganische Stoffe das Potential für eine Grundwassergefährdung besitzen können. Dagegen waren die untersuchten organischen Verbindungen (z. B. PAK, PCB, PCDD/F und PFT) nicht oder nur in vernachlässigbar geringer Konzentration nachweisbar.

Dabei zeigte sich in der Praxis, dass die normgerechte Aufbereitung der Kunststoffe zur Elution aufgrund der speziellen Materialeigenschaften extrem aufwändig und fehleranfällig ist. Aus diesem Grund wurde eine Materialbeurteilung anhand von Feststoffwerten angestrebt, deren Ableitung das Auslaugverhalten des jeweiligen Materials berücksichtigt. Vor diesem Hintergrund wurde das Auslaugverhalten eines Vliesmaterials weitergehend untersucht (kontinuierliche Säulenversuche mit Wasser-/Feststoffverhältnissen von 1:1 über 2:1, 4:1 bis 10:1). Die Bewertung der insgesamt erhaltenen Befunde berücksichtigt die Vorsorgewerte nach Tabelle 1 und 5 in Anlage 1 BBodSchV-2023 sowie die Beurteilungswerte für eluierbare Schadstoffe nach Tabelle 4 und 5 in Anlage 1 BBodSchV-2023.

Auf dieser Grundlage wurden die in Tabelle 2 genannten Beurteilungswerte für Kunststoffmaterialien in Tretschichten abgeleitet, um Boden und Grundwasser vor einem Chemikalieneintrag zu schützen.

Die LANUV-Untersuchungen sind exemplarisch an wenigen Proben durchgeführt worden. Deshalb stellen die Werte in Tabelle 2 einen nach derzeitigem Wissensstand fachlich begründeten Beurteilungsmaßstab dar. Dieser kann sich gegebenenfalls ändern, wenn zukünftig weitere Erkenntnisse vorliegen sollten. Es handelt sich daher um vorläufige Beurteilungswerte. Eine Dokumentation der vom LANUV durchgeführten Untersuchungen fasst das Vorgehen, die Ergebnisse und die Ableitung der Beurteilungswerte zusammen [27].

Tabelle 2: Vorläufige Beurteilungswerte für Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen

Parameter	vorläufige Beurteilungswert [mg/kg TS]
Antimon	270
Arsen	10
Blei	40
Cadmium	0,2
Chrom, gesamt	30
Kobalt	25
Kupfer	10
Molybdän	4
Nickel	15
Quecksilber	0,2
Thallium	0,5
Selen	3
Vanadium	200
Zink	30

Die in Tabelle 2 genannten Parameter sind nach den Vorgaben der BBodSchV-2023 zu bestimmen.

4.3.2 Beurteilung der Kunststoff-Additive

Die in Kunststoffen enthaltenen Chemikalien können im Gegensatz zu den polymeren Bestandteilen gefährliche, z. B. toxische, Eigenschaften besitzen (s. [22] bis [24]). Ein Teil dieser Chemikalien wurde gezielt zugesetzt, um bestimmte Funktionen im Kunststoff wahrzunehmen. Als funktionale Additive gelten z. B. Flammschutzmittel, Stabilisatoren, Weichmacher oder Farbstoffe (s. Beispiele in Tabelle 3).

Auch die in der Europäischen Union vermarkteten synthetischen Teppichböden können eine Vielzahl an Chemikalien mit gefährlichen Eigenschaften enthalten [28].

Tabelle 3: Beispiele für funktionale Additive in Kunststoffmaterialien (zusammengestellt aus [23], [24])

Beispiele für funktionale Additive	Funktion	Kunststoffart (Auswahl) / Bemerkung
Biozide		
Arsen und seine Verbindungen	Biozid	Weich-PVC, PUR, LDPE, PES
Zinnorganische Verbindungen, z. B. Bis(tributylzinn)oxid (TBTO)	Biozid, Stabilisator	PVC, PU-Schaum, Farben
Triclosan	Biozid	PE, PP, PVC, PES- und PA-Fasern
Schwermetallhaltige Farbmittel, Stabilisatoren und Katalysatoren		
Metalle und Verbindungen von		
<ul style="list-style-type: none"> • Cadmium, Chrom, Blei 	Pigment, Stabilisator, Katalysator (Chrom)	PVC (Stabilisator) alle Arten (Farbpigmente)
<ul style="list-style-type: none"> • Quecksilber 	Katalysator	PUR
<ul style="list-style-type: none"> • Antimon 	Katalysator	PET
Flammschutzmittel		
bromierte Verbindungen, teilweise mit Antimonoxid als Synergist, z. B.	Flammschutz	PA, PE, PP, PES, PUR-Schaum
<ul style="list-style-type: none"> • Hexabromcyclododecan (HBCD) • Polybromierte Diphenylether 		
chlorierte Verbindungen, z. B. kurz-, mittel- und langkettige Chlorparaffine [24]		
Phosphorhaltige Verbindungen, teilweise halogeniert, z. B. Tris(2-chlorethyl)phosphat (TCEP)		PUR, PES, PA
Anorganische Verbindungen, z. B.		PUR, PVC, EVA, PE, PP
<ul style="list-style-type: none"> • Zinkborat 	EVA, PE	
<ul style="list-style-type: none"> • Aluminiumhydroxid 	PE, PP	
<ul style="list-style-type: none"> • Ammoniumpolyphosphate 		

Beispiele für funktionale Additive	Funktion	Kunststoffart (Auswahl) / Bemerkung
Weichmacher		
Weichmacher, z. B. <ul style="list-style-type: none"> • verschiedene Phthalate • kurzkettige Chlorparaffine 	Weichmacher	insbesondere in PVC
Sonstige		
Perfluorierte Alkylsubstanzen, z. B. <ul style="list-style-type: none"> • perfluorierte Alkylsulfonate, z. B. Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) • perfluorierte Carbonsäuren, z. B. Perfluoroktansäure (PFOA) 	Dispergiemittel	Oberflächenbehandlung, z. B von Textilien
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	Verunreinigung in Weichmachern und in Industrieruß	Weichkunststoffe, PP, schwarz gefärbte Kunststoffe
Füllstoffe [24]		
z. B. anorganische Stoffe wie Calciumcarbonat, Zinkoxid, Bariumsulfat		mit Anteilen bis zu 50 %

Problematisch ist, dass die genaue chemische Zusammensetzung der zur Herstellung der Tretschicht verwendeten Kunststoffmaterialien nicht bekannt ist. Das im Umweltschutz übliche Analysenprogramm ist nicht darauf ausgelegt, eine Vielzahl unbekannter Chemikalien zu ermitteln. Vielmehr werden Boden-, Wasser- oder Abfallproben auf Grundlage der üblicherweise vorkommenden Schadstoffe untersucht. Die Suche nach möglicherweise in Kunststoffen enthaltenen, schädlichen Chemikalien, z. B. halogenierten Additiven, wäre mit einem sehr hohen analytischen Aufwand verbunden.

Deshalb werden zusätzlich zu den in Tabelle 2 aufgeführten Beurteilungswerten die in Tabelle 4 genannten Orientierungswerte herangezogen, um einschätzen zu können, ob bestimmte halogenierte Additive mit besonders besorgniserregenden Eigenschaften in den Kunststoffen der Tretschicht vorliegen könnten. Besonders besorgniserregende Eigenschaften von Chemikalien gemäß REACH-Verordnung [20] sind z. B. krebserzeugende, erbgutverändernde, fortpflanzungsgefährdende oder persistente Eigenschaften.

Tabelle 4: Orientierungswerte als Hinweis auf halogenierte Additive mit besonders besorgniserregenden Eigenschaften in Kunststoffen zur Herstellung von Tretschichten (ohne PVC)

Leitparameter	Orientierungswert im Feststoff	Überschreitung der Orientierungswerte: Möglicherweise in Kunststoffen enthaltene gefährliche Additive
Fluor, gesamt	nicht bestimmbar ($< 0,005 \text{ Ma.-%}$)	Schmutzabweisende Ausrüstung: <ul style="list-style-type: none"> • Perfluorooctansäure (PFOA) • Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)
Chlor, gesamt	0,07 Ma.-%	Weichmacher: C10-C13-Chloralkane
Brom, gesamt	0,03 Ma.-%	Flammschutzmittel: <ul style="list-style-type: none"> • Hexabromcyclododecan (HBCD) • Polybromierte Diphenylether (PBDE)

Bei der Ableitung der Orientierungswerte in Tabelle 4 wurde angenommen, dass es sich bei den betreffenden Kunststoffen um PVC-freie Materialien handelt (PVC enthält neben Chlor möglicherweise auch schädliche Phthalate als Weichmacher). Die Analyse der Halogene in Tabelle 4 ist nach einschlägigen Methoden im Kunststoffanteil der Tretschicht durchzuführen, wobei die Analysenmethode DIN EN 14582 vorrangig anzuwenden ist, um die erforderlichen Nachweisgrenzen einhalten zu können (s. Methodensammlung der LAGA [29]).

Sind die in Tabelle 4 genannten Orientierungswerte im Kunststoffanteil der Tretschicht überschritten und nicht durch die vorliegenden Analysenergebnisse insgesamt zu erklären, kann vermutet werden, dass schädliche, halogenierte Additive in Konzentrationen oberhalb der jeweils geltenden chemikalienrechtlichen Begrenzungen gemäß REACH-Verordnung bzw. EU-POP-Verordnung [30] enthalten sind. Eine Verwendung des Kunststoffmaterials in Tretschichten auf Reitplätzen ist in diesem Fall nicht zulässig.

Aufgrund lokaler Gegebenheiten, z. B. in Bezug auf die Grundwassersituation vor Ort oder die Lage in einem Wasserschutz- oder Überschwemmungsgebiet, können Behörden im Einzelfall auch strengere oder andere Kriterien als die in Tabelle 2 und Tabelle 4 genannten Anforderungen für eine Umweltbewertung heranziehen, z. B. im Rahmen einer wasserrechtlichen Genehmigung. In diesen Fällen ist eine Rücksprache des Reitplatzbesitzers (Bauherrn) mit den zuständigen Behörden vor Ort erforderlich.

4.3.3 Zusammenfassung der umwelttechnischen Bewertung und der Informationspflichten der Hersteller und Lieferanten

Die umwelttechnische Bewertung der Kunststoffmaterialien zur Verwendung in Tretschichten auf Reitplätzen wird im Folgenden zusammengefasst, wobei die Hersteller und Lieferanten der Materialien dem Reitplatzbetreiber die benötigten Informationen bereitzustellen haben.

Reitplatzbetreibern wird empfohlen, Kunststoffmaterialien nicht zu verwenden, wenn Hersteller bzw. Lieferanten die geforderten Informationen nicht bereitstellen sollten, da dann nicht bekannt ist, ob diese Materialien rechtmäßig verwendet werden können.

Herstellern und Lieferanten der Kunststoffmaterialien zur Verwendung in Tretschichten wird empfohlen, die Einführung einer zertifizierten Güteüberwachung der Materialien zu prüfen, um so die sichere Verwendung der Materialien transparent und nachweisbar darstellen zu können.

4.3.3.1 Zusammenfassung der umwelttechnischen Bewertung

Die im Kapitel 4 formulierten Anforderungen an die umwelttechnische Bewertung von Kunststoffmaterialien, die zukünftig bei Neubau, Sanierung oder Pflege von Tretschichten auf Reitplätzen verwendet werden sollen, fassen folgenden Punkte zusammen:

a) Minimierung der Verbreitung von Kunststoffmaterialien in die Umwelt

Derzeit (2021) existieren noch keine rechtlichen Regelungen in Bezug auf die tatsächliche oder potentielle Freisetzung von Mikroplastik infolge der Nutzung von Kunststoffmaterialien. Der Reitplatzbetreiber ist daher selbst verantwortlich für die Entscheidung, auf seinem Reitplatz kunststoffhaltige Tretschichten zu verwenden und damit zur Entstehung und Verteilung von Mikroplastik beizutragen. Vor diesem Hintergrund sollte der Reitplatzbesitzer bei der Verwendung von Kunststoffmaterialien in Tretschichten folgende Aspekte beachten (s. Kapitel 4.1):

- Prüfen der Notwendigkeit, kunststoffhaltige Materialien in Tretschichten einzusetzen
- Bei Verwendung von Kunststoffen in Tretschichten: Prüfen, Festlegen und Anwenden geeigneter Maßnahmen vor Ort zur Minimierung der Verteilung von Kunststoffen in die Umwelt

b) Auswahl der Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen

Kunststoffmaterialien zur Verwendung in Tretschichten sollen nach folgenden Kriterien ausgewählt werden (s. Kapitel 4.2):

- Lediglich die in Tabelle 1 genannten Polymere sollen in den Kunststoffmaterialien enthalten sein, da bei diesen eine vergleichsweise geringe Anzahl schädlicher Additive zu erwarten ist.
- Das Kunststoffmaterial soll möglichst einheitlich zusammengesetzt sein, d. h. keinen Materialmix enthalten.

- Die Kunststoffmaterialien sollen aus Resten von Neuwaren hergestellt worden sein, um nutzungsbedingte Verunreinigungen ausschließen zu können.
 - Nicht geeignete Kunststoffmaterialien sind in Kapitel 4.2.2 aufgelistet und sollen nicht verwendet werden.
- c) Chemische Untersuchung der Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen und Beurteilung der Analyseergebnisse

Kunststoffmaterialien sind vor einer Verwendung in Tretschichten auf Reitplätzen nach den Vorgaben in Kapitel 4.3 chemisch zu untersuchen und die resultierenden Analyseergebnisse wie folgt zu bewerten:

- Die in Tabelle 2 genannten vorläufigen Beurteilungswerte sind einzuhalten, um Boden und Grundwasser vor schädlichen Einträgen von Chemikalien infolge der Nutzung von zerkleinerten Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen zu schützen (s. Kapitel 4.3.1).
 - Die in Tabelle 4 genannten Orientierungswerte sind einzuhalten, womit weitgehend bestätigt werden kann, dass tatsächlich keine halogenierten Additive mit besonders besorgniserregenden Eigenschaften in chemikalienrechtlich relevanten Konzentrationen in den Kunststoffmaterialien vorliegen (s. Kapitel 4.3.2).
- d) Beurteilungssituation am Ort des Einbaus

Aufgrund der lokalen Situation am Ort des Reitplatzes, der eine kunststoffhaltige Tretschicht erhalten soll, können auch strengere oder andere Beurteilungs- und Orientierungswerte für Kunststoffmaterialien in Tretschichten zur Anwendung kommen. Dies gilt zum Beispiel für die Lage in Wasserschutz- oder Überschwemmungsgebieten oder bei Erteilung einer wasserrechtlichen Genehmigung im Rahmen der Baumaßnahmen. In diesen Fällen ist eine Rücksprache des Bauherrn (Reitplatzbesitzer bzw. -betreiber) mit den zuständigen Behörden vor Ort erforderlich.

4.3.3.2 Informationspflichten der Hersteller bzw. Lieferanten der Kunststoffmaterialien

Hersteller und Lieferanten der Kunststoffmaterialien zur Herstellung von Tretschichten haben Informationspflichten gegenüber dem jeweiligen Anwender ihrer Produkte bzw. Erzeugnisse gemäß Produkt- und Chemikalienrecht zu erfüllen (s. auch Kapitel 5.2). Diese Informationen sind entlang der Lieferkette weiterzugeben, z. B. über den Reitplatzbauer an den Reitplatzbetreiber. Dazu könnten unter anderem technische Datenblätter erstellt und weitergegeben werden. Mindestens folgenden Angaben sind entlang der Lieferkette bis zum Reitplatzbetreiber weiterzugeben:

- Kunststoffarten (Polymere), aus denen die verwendeten Kunststoffmaterialien bestehen
- Bestätigung der Verwendung von zuvor nicht genutzten Kunststoffmaterialien (Reste aus Neuwaren)

- Analysenergebnisse in Bezug auf die jeweils gelieferte Materialcharge gemäß den Anforderungen an eine chemischen Untersuchung des Kunststoffmaterials in Kapitel 4.3 (s. Tabelle 2 und Tabelle 4)
- Angaben zum rechtlichen Status des Materials (Verwendung als Abfall oder als Produkt)
- Für Produkte haben deren Hersteller/Lieferanten mindestens Angaben zu den enthaltenen besonders besorgniserregenden Chemikalien (SVHC) in deklarationspflichtigen Konzentrationen gemäß REACH-Verordnung entlang der Lieferkette weiterzugeben (s. Kapitel 5.1.2)

5 Hinweise zur abfallrechtlichen Einordnung der Kunststoffreste in Tretschichten auf Reitplätzen

Im Allgemeinen werden Reste verschiedener Kunststoffmaterialien aus der Produktion unterschiedlicher Kunststoffwaren zur Herstellung von Tretschichten auf Reitplätzen verwendet (s. Kapitel 3). In den meisten Fällen wurden die Kunststoffe nicht speziell zur Herstellung von Tretschichten auf Reitplätzen produziert. Deshalb nimmt der Gesetzgeber zunächst an, dass sich der Produzent der Kunststoffwaren der Produktionsreste entledigen will. Daher handelt es sich bei diesen Kunststoffresten aus der Produktion grundsätzlich um Abfälle im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes [31] (vgl. § 3 Absatz 1 Satz 1 i.V.m. Absatz 3 Satz 1 Nr. 1 KrWG).

Ausnahmen von dieser Grundsatzvermutung bestehen, wenn das Material als Nebenprodukt bei einem Herstellungsverfahren anfällt oder wenn die Abfälle ein Verwertungsverfahren durchlaufen haben, so dass sie wieder als Produkte verwendet werden können. In beiden Fällen hat das Material weitere Anforderungen zu erfüllen, die in § 4 KrWG für Nebenprodukte und in § 5 KrWG für das Ende der Abfalleigenschaft festgelegt worden sind (s. Kapitel 5.2.1 bzw. 5.2.2).

Für die Akteure entlang der Lieferkette, d. h. für den Hersteller bzw. Lieferanten der Kunststoffmaterialien für Tretschichten, den Reitplatzbauer sowie den Reitplatzbetreiber ist es von Bedeutung, ob es sich bei den jeweils verwendeten Kunststoffmaterialien um einen Abfall oder ein Produkt handelt. Abhängig von der jeweiligen Rolle innerhalb der Lieferkette und dem rechtlichen Materialstatus ergeben sich unterschiedliche Rechte und Pflichten in Bezug auf die Herstellung, das Inverkehrbringen und das Verwenden der Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen. Daher werden im Folgenden separate Hinweise für die jeweiligen Akteure gegeben.

5.1 Hinweise an Reitplatzbetreiber

Die abfallrechtliche Einordnung der Kunststoffmaterialien, die in Tretschichten auf Reitplätzen verwendet werden, haben in der Regel deren Hersteller vorzunehmen. Nach bisherigen Erfahrungen erhält der Reitplatzbetreiber jedoch keine spezielle Information darüber, ob die von ihm erworbenen Kunststoffmaterialien als Abfall oder als Produkt in der Tretschicht auf seinem Reitplatz verwendet werden.

Falls das Kunststoffmaterial in der Tretschicht vom Lieferanten nicht eindeutig deklariert worden ist, wird dem Reitplatzbetreiber empfohlen, vor dem Einkauf nach dem abfallrechtlichen Status der Kunststoffmaterialien zu fragen.

Unabhängig vom rechtlichen Materialstatus ist Folgendes zu beachten:

- Prüfung möglicherweise bestehender Genehmigungserfordernisse, z. B. nach Bauordnungs- und Wasserrecht sowie deren Erfüllung

Im Vorfeld ist immer zu prüfen, welche konkreten Genehmigungserfordernisse in Bezug auf die jeweils beabsichtigte Bau- oder Sanierungsmaßnahme bestehen. Eine entsprechende Abstimmung mit den örtlichen Umweltbehörden wird empfohlen.

- Einhaltung der Mindestanforderungen an den Umweltschutz nach Kapitel 4.3

Nach derzeitigem Kenntnisstand können Kunststoffmaterialien als Tretschicht auf Reitplätzen nur dann schadlos als Abfall oder Produkt verwendet werden, wenn mindestens die in Kapitel 4.3.3 zusammengefassten Anforderungen zum Schutz der Umwelt eingehalten werden. Die entsprechende Nachweise hat der Lieferant der Tretschicht für jede angelieferte Charge des Kunststoffmaterials zu erbringen.

Abhängig vom rechtlichen Status des Kunststoffmaterials resultieren unterschiedliche Pflichten für den Reitplatzbetreiber, die im Folgenden aufgeführt werden.

5.1.1 Verwendung der Kunststoffmaterialien in Tretschichten als Abfall

Erhält der Reitplatzbetreiber die Kunststoffmaterialien in seiner Tretschicht als Abfall, dann ist er in der Regel der Abfallbesitzer, so dass auch ihn die Grundpflichten der Kreislaufwirtschaft nach § 7 KrWG treffen. Er ist damit verpflichtet, die Abfälle vorrangig zu verwerten und hat dabei unter anderem folgende Punkte zu beachten:

- Eine Abfallverwertung hat nach § 7 Absatz 2 KrWG ordnungsgemäß und schadlos zu erfolgen.
- Eine ordnungsgemäße Verwertung liegt vor, wenn neben den Anforderungen des Abfallrechts auch alle anderen geltenden öffentlich-rechtlichen Vorschriften eingehalten werden. Der Reitplatzbetreiber hat also zu prüfen, ob z. B. bau- oder wasserrechtliche Genehmigungen für die geplanten Bau- oder Sanierungsmaßnahmen erforderlich sind. Es ist ebenfalls zu prüfen, ob besondere Anforderungen, z. B. aufgrund der Lage in einem Wasserschutzgebiet, zu beachten sind. Eine Abstimmung mit den örtlichen Umweltbehörden wird empfohlen.
- Eine schadlose Verwertung liegt vor, wenn nach der Beschaffenheit der Abfälle, dem Ausmaß der Verunreinigung und der Art der Verwertung eine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit nicht zu erwarten ist, insbesondere keine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf. Nach derzeitigem Kenntnisstand über die Verwendung von Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen kann eine schadlose Verwertung angenommen werden, wenn die jeweiligen Kunststoffmaterialien mindestens die Anforderungen nach Kapitel 4.3 einhalten. Dabei sind im Einzelfall gegebenenfalls besondere Standortbedingungen, z. B. die Lage in einem Wasserschutzgebiet, zu berücksichtigen.
- Die ordnungsgemäße und schadlose Verwertung der Kunststoffabfälle als Tretschicht auf dem Reitplatz kann von der zuständigen Behörde überprüft werden (§ 47 Absatz 1 KrWG). Deshalb sollten die entsprechenden Unterlagen sorgfältig aufbewahrt werden.
- Abfälle gelten nicht als Stoffe, Gemische oder Erzeugnisse im Sinne des Chemikalienrechts (Artikel 2 Absatz 2 REACH-Verordnung), so dass diesbezügliche Regelungen der REACH-Verordnung bzw. der EU-POP-Verordnung für Abfälle nicht anzuwenden sind.

- Eine Verwertungsmaßnahme, die nicht ordnungsgemäß und schadlos im Sinne des § 7 Absatz 2 KrWG durchgeführt wird, ist keine Verwertung, sondern eine Beseitigung (s. § 3 Absatz 26 KrWG). Eine Beseitigung darf nur in dafür zugelassenen Anlagen durchgeführt werden (§ 28 KrWG), d. h. eine Abfallbeseitigung auf Reitplätzen ist nicht erlaubt.

Die oben genannten Anforderungen an die Abfallverwertung müssen erfüllt sein. Dafür ist neben dem Abfallerzeuger (i. d. R. der Hersteller/Lieferant der Materialien) auch der Reitplatzbetreiber als Abfallbesitzer verantwortlich. Es wird daher empfohlen, dass sich der Reitplatzbetreiber vor dem Einkauf über den abfallrechtlichen Status der Kunststoffmaterialien informiert, die er als Tretschicht auf seinem Reitplatz verwenden möchte.

5.1.2 Verwendung der Kunststoffmaterialien in Tretschichten als Produkt

Die Verantwortung für die sichere Verwendung eines Produkts liegt grundsätzlich beim jeweiligen Hersteller. Der Händler (Lieferant) hat dazu seinen Beitrag zu leisten. Sie haben sicherzustellen, dass die für die Verwendung ihrer Produkte geltenden Produkt-, Umwelt- und Gesundheitsschutzanforderungen erfüllt sind und die Verwendung insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt führt. Dabei haben die Hersteller bzw. Lieferanten der kunststoffhaltigen Tretschichten zahlreiche Anforderungen einzuhalten und Informationen an den Anwender ihres Materials weiterzugeben (s. Kapitel 5.2).

Aber auch der Reitplatzbetreiber hat bei Verwendung der Kunststoffmaterialien als Produkt Pflichten zu erfüllen, wobei im Wesentlichen folgende Punkte zu beachten sind:

- Allgemeine Sorgfaltspflichten der Reitplatzbetreibers als Anwender der Kunststoffmaterialien (Erzeugnisse) nach dem Chemikalienrecht.

Die in Tretschichten verwendeten Kunststoffmaterialien mit Produktstatus gelten in der Regel als Erzeugnisse im Sinne der REACH-Verordnung (s. auch Seite 8 in [32]). Aufgrund seiner allgemeinen Sorgfaltspflichten als Anwender von Erzeugnissen soll der Reitplatzbetreiber im Vorfeld der Anschaffung aktiv folgende Frage an seinen potentiellen Lieferanten stellen, falls entsprechende Informationen fehlen sollten:

- Enthalten die Kunststoffmaterialien zur Verwendung als Tretschicht auf Reitplätzen besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC) in deklarationspflichtigen Konzentrationen nach REACH-Verordnung?

Dabei geht es um besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC) im Sinne der REACH-Verordnung, die z. B. karzinogene, mutagene oder reproduktionstoxische Eigenschaften besitzen.

Gewerbliche Abnehmer sind vom Lieferanten zu informieren, wenn das Erzeugnis einen SVHC-Stoff von mehr als 0,1 Massenprozent enthält (s. Artikel 33 Absatz 1 REACH). Es ist dabei mindestens der Name des betreffenden Stoffes anzugeben. Bei Abgabe an Privatpersonen (Verbraucher) hat der Lieferant eines Erzeugnisses diese Informationen lediglich auf Anfrage innerhalb von 45 Tagen zur Verfügung zu stellen (s. Artikel 33 Absatz 2 REACH).

Der Reitplatzbetreiber soll zum Schutz der Gesundheit und der Umwelt keine Kunststoffmaterialien als Tretschicht einsetzen, die besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC) in deklarationspflichtigen Mengennach REACH-Verordnung enthalten.

- Nachweis der Einhaltung der Mindestanforderungen an den Umweltschutz nach Kapitel 4.3 durch den Lieferanten

Liegen Hinweise vor, dass Kunststoffmaterialien die in Kapitel 4.3.3 zusammengefassten Anforderungen zum Schutz der Umwelt nicht einhalten, liegt kein Produkt, sondern ein Abfall vor. In diesem Fall wäre der Reitplatzbetreiber als Abfallbesitzer zu betrachten und er hätte die Anforderungen gemäß Kapitel 5.1.1 zu beachten. Die Verwendung derartiger Kunststoffmaterialien als Tretschicht auf Reitplätzen ist im Regelfall nicht erlaubt, da eine schadlose Verwertung dann nicht nachgewiesen werden kann.

5.2 Hinweise an Hersteller und Lieferanten sowie Reitplatzbauer

Die Entscheidung, ob ein Material als Nebenprodukt oder Abfall in einem Herstellungsverfahren anfällt, hat der Hersteller dieses Materials zu treffen, z. B. der Hersteller von Vliesmaterial (s. § 4 KrWG). Ob das Ende der Abfalleigenschaft eines Materials eingetreten ist, hat derjenige zu entscheiden, der das Material so aufbereitet (verwertet) hat, dass er den Anspruch auf das Abfallende des Materials geltend machen kann und er das Material als Produkt für einen bestimmten Zweck erstmals verwendet oder erstmals in Verkehr bringt. Die zuständige Behörde kann die vom Hersteller oder Aufbereiter getroffene Einstufung im Rahmen ihrer Überwachungsbefugnis nach § 47 Absatz 6 KrWG überprüfen. Hinweise zur Durchführung der abfallrechtlichen Materialeinstufung geben die Kapitel 5.2.1 und 5.2.2.

Als Abfall unterliegen die Kunststoffreste aus der Produktion zur Verwendung in Tretschichten auf Reitplätzen dem Abfallrecht, z. B. mit Anforderungen an den Transport oder an eine ordnungsgemäße und schadlose Verwertung nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (s. Kapitel 5.1.1).

Liegt ein Produkt vor, hat der Hersteller bzw. Lieferant u. a. die geltenden Anforderungen des Produkt- und Chemikalienrechts zu beachten, z. B. die im Folgenden genannten Regelungen in Bezug auf die Produktsicherheit und Informationspflichten gegenüber dem Verwender der Produkte (gewerblich) bzw. dem Verbraucher (privat).

Der Reitplatzbauer ist nach Chemikalienrecht als gewerblicher Anwender der Kunststoffmaterialien zu betrachten und hat die vom Hersteller bzw. Lieferanten bereitgestellten Informationen innerhalb der Lieferkette an den Reitplatzbetreiber weiterzugeben. Fehlende Informationen hat er bei den Herstellern bzw. Lieferanten anzufordern. Er darf nur die für eine Verwendung in Tretschichten zulässigen und geeigneten Kunststoffmaterialien einsetzen (s. auch Kapitel 4.3.3).

Aus dem Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) [33] ergeben sich unter anderem allgemeine Anforderungen an die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt, um eine sichere Verwendung der Produkte zu gewährleisten und die Gesundheit von Personen nicht zu gefährden (s. § 3 ProdSG). Außerdem bestehen für den Hersteller bei der Bereitstellung eines Produkts z. B. Informationspflichten gegenüber dem Verbraucher. Dabei muss er Informationen zur Ver-

fügung stellen, die der Verbraucher benötigt, um die mit der Verwendung der Produkte verbundenen, nicht offensichtlichen Risiken beurteilen und sich dagegen schützen zu können. Diese Informationspflicht gilt für Produkte, die für Privatpersonen (Verbraucher) bestimmt sind, von ihnen genutzt werden könnten oder Privatpersonen im Rahmen von Dienstleistungen bereitgestellt werden. Dabei hat auch der Händler dazu beizutragen, dass nur sichere Verbraucherprodukte auf dem Markt bereitgestellt werden (s. § 6 ProdSG).

Darüber hinaus haben Hersteller, Importeure, Lieferanten und Verwender eines Produktes die geltenden Regelungen der REACH-Verordnung und der EU-POP-Verordnung zu beachten, z. B. Zulassungspflichten (s. Anhang XIV i.V.m. Artikel 57 REACH) und Beschränkungen (s. Anhang XVII i.V.m. Artikel 67 REACH) beim Herstellen, Inverkehrbringen und Verwenden von Stoffen als solchen oder in Gemischen und Erzeugnissen. Außerdem gelten die Beschränkungen für persistente organische Stoffe nach Anhang I der EU-POP-Verordnung.

Kunststoffmaterialien, aus denen Tretschichten hergestellt werden, z. B. Vliese und Teppichboden, sind im Allgemeinen als Erzeugnisse nach REACH-Verordnung einzuordnen (s. auch Seite 8 in [32]). Es bestehen Informationspflichten des Lieferanten gegenüber dem Abnehmer seiner Erzeugnisse. Gewerbliche Abnehmer sind vom Lieferanten zu informieren, wenn das Erzeugnis einen besonders besorgniserregenden Stoff (SVHC) von mehr als 0,1 Massenprozent enthält (s. Artikel 33 Absatz 1 REACH). Es ist dabei mindestens der Name des betreffenden Stoffes anzugeben. Bei Abgabe an Privatpersonen (Verbraucher) hat der Lieferant eines Erzeugnisses diese Informationen lediglich auf Anfrage innerhalb von 45 Tagen zur Verfügung zu stellen (s. Artikel 33 Absatz 2 REACH). Die besonders besorgniserregenden Stoffe werden in der Kandidatenliste (s. Artikel 59 Absatz 10 REACH) durch die ECHA veröffentlicht. Die ECHA aktualisiert die Kandidatenliste, wenn neue Stoffe aufgenommen worden sind [34].

Im Folgenden werden die Anforderungen an Kunststoffmaterialien zur Verwendung in Tretschichten dargestellt, um als Nebenprodukt gelten zu können bzw. um das Ende der Abfalleigenschaften erreichen zu können.

5.2.1 Einstufung der in der Produktion anfallenden Kunststoffreste als Nebenprodukt

Grundsätzlich gilt, dass bei Stoffen oder Gegenständen, die bei der Herstellung, Behandlung oder Nutzung von Stoffen oder Erzeugnissen anfallen, ohne dass der Zweck der jeweiligen Handlung hierauf gerichtet ist, der Wille zur Entledigung anzunehmen ist. Dies hat zur Folge, dass Materialien, die nicht gezielt hergestellt werden, sondern beispielsweise als Verschnitte, Produktionsreste oder Fehlchargen anfallen, Abfall darstellen.

In § 4 KrWG findet sich eine Ausnahme zu dieser Regelung. Fällt ein Stoff oder Gegenstand bei einem Herstellungsverfahren an, dessen hauptsächlicher Zweck nicht auf die Herstellung dieses Stoffes oder Gegenstands gerichtet ist, ist er als Nebenprodukt und nicht als Abfall anzusehen, wenn

1. sichergestellt ist, dass der Stoff oder Gegenstand weiterverwendet wird,
2. eine weitere, über ein normales industrielles Verfahren hinausgehende Vorbehandlung hierfür nicht erforderlich ist,

3. der Stoff oder Gegenstand als integraler Bestandteil eines Herstellungsprozesses erzeugt wird und
4. die weitere Verwendung rechtmäßig ist; das ist der Fall, wenn der Stoff oder Gegenstand alle für seine jeweilige Verwendung anzuwendenden Produkt-, Umwelt- und Gesundheitsschutzanforderungen erfüllt und insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt führt.

Sind diese Voraussetzungen insgesamt erfüllt, ist der jeweilige Stoff oder Gegenstand als Nebenprodukt einzustufen. Dies gilt unmittelbar kraft Gesetzes. Eine Feststellung durch einen Verwaltungsakt der Umweltbehörden ist nicht notwendig. Jedoch darf die zuständige Behörde im Rahmen der allgemeinen Überwachung prüfen, ob der jeweilige Stoff oder Gegenstand als Nebenprodukt gelten kann (§ 47 Absatz 6 KrWG). Kommt sie dabei zu einem anderen Ergebnis als der Hersteller, erlässt sie ggf. einen feststellenden Verwaltungsakt.

Die Sicherstellung der weiteren Verwendung setzt voraus, dass bereits im Herstellungsverfahren feststeht, wie die weitere Verwendung erfolgt, d. h. spätestens zu dem Zeitpunkt, in dem die Kunststoffreste anfallen. Eine Lagerung auf unbestimmte Zeit und ohne eine gesicherte weitere Verwendung spricht in der Regel gegen die Nebenprodukteigenschaft. Die weitere Verwendung kann beispielsweise durch gültige Abnahmeverträge belegt werden.

Die Voraussetzung, dass eine weitere, über ein normales industrielles Verfahren hinausgehende Vorbehandlung nicht erforderlich sein darf, dürfte in den meisten Fällen erfüllt sein, da Verfahren, die hier in der Regel zur Anwendung kommen, wie Zerkleinerung, Reinigung, Homogenisierung nicht über ein normales industrielles Verfahren hinausgehen.

Die weitere Anforderung, dass das Material als integraler Bestandteil eines Herstellungsprozesses erzeugt wird, dürfte in der Regel erfüllt sein.

Die zentrale Voraussetzung für das Vorliegen eines Nebenprodukts ist die Rechtmäßigkeit der weiteren Verwendung. Die Rechtmäßigkeit ist gegeben, wenn der Stoff oder Gegenstand alle für seine jeweilige Verwendung anzuwendenden Produkt-, Umwelt- und Gesundheitsschutzanforderungen erfüllt und insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt führt. Dabei sind mindestens folgende Anforderungen zu stellen:

- Die Anforderungen an den Umwelt- und Gesundheitsschutz entsprechen denen, die beim Ende der Abfalleigenschaft (§ 5 KrWG) gefordert werden. Ob das zur Verwendung als Tretschicht vorgesehene Material dem geforderten Schutzstandard entspricht, kann aufgrund fehlender gesetzlicher Regelungen hilfsweise mit den in Kapitel 4.3 des Arbeitsblatts aufgeführten Anforderungen einzelfallbezogen überprüft werden. Gegebenenfalls sind dabei auch örtliche Besonderheiten, z. B. die Lage in einem Wasserschutzgebiet, zu berücksichtigen.
- Die Einhaltung von Anforderungen an Produkte wird im Allgemeinen durch Maßnahmen zur Qualitätssicherung im Rahmen des Herstellungsprozesses sichergestellt. So sind nach Produktsicherheitsgesetz auch die Kunststoff-Nebenprodukte mit dem Verwendungszweck „Tretschicht auf Reitplätzen“ in der erforderlichen Qualität in Bezug auf Produkt-, Umwelt- und Gesundheitsschutzanforderungen herzustellen. Maßnahmen zur Qualitätssicherung sollen vom Hersteller des Nebenprodukts nachvollziehbar dokumentiert werden.

5.2.2 Ende der Abfalleigenschaft von Kunststoffen in Tretschichten auf Reitplätzen

Im Sinne der Kreislaufwirtschaft kann aus einem Abfall unter bestimmten Bedingungen wieder ein Produkt werden. Nach § 5 Absatz 1 KrWG muss ein Material nach Durchlaufen eines Recyclings oder eines anderen Verwertungsverfahrens so beschaffen sein, dass folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Es wird üblicherweise für bestimmte Zwecke verwendet.
2. Es besteht ein Markt oder eine Nachfrage nach ihm.
3. Alle für den jeweiligen Zweck notwendigen technischen und rechtlichen Anforderungen sind erfüllt.
4. Seine Verwendung führt insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch oder Umwelt.

Werden diese Anforderungen insgesamt erfüllt, ist das Material unmittelbar „per Gesetz“ kein Abfall mehr, sondern ein Produkt. Einen Verwaltungsakt der Umweltbehörden zur Überprüfung des „Abfallendes“ ist nicht notwendig. Jedoch darf die zuständige Behörde im Rahmen der allgemeinen Überwachung prüfen, ob ein Material das Ende der Abfalleigenschaft erreicht hat (§ 47 Absatz 6 KrWG). Kommt sie dabei zu dem Ergebnis, dass die Voraussetzungen für das Ende der Abfalleigenschaft nicht erfüllt sind, erlässt sie ggf. einen feststellenden Verwaltungsakt.

Außerdem hat derjenige, der das Ende der Abfalleigenschaft für sein Material in Anspruch nimmt, ein Register über die weitere Verwendung dieser Materialien zu führen (Satz 2 in § 49 Absatz 2 KrWG). Die Einzelheiten der Registerführung regelt § 24 Absatz 8 der Nachweisverordnung [35].

Werden Kunststoffabfälle zur Herstellung von Tretschichten aufbereitet und soll das dabei resultierende Material nicht als Abfall, sondern als Produkt verwendet werden, sind die Anforderungen an das Abfallende der aufbereiteten Materialien (z. B. Teppichbodenschnitzel) zu prüfen und einzuhalten. Die Verantwortung für die Entscheidung, dass ein Material das Abfallende nach § 5 Absatz 1 KrWG erreicht hat, liegt bei demjenigen, der das Ende der Abfalleigenschaft des Materials geltend macht und es als Produkt verwendet oder in Verkehr bringt.

Zur Aufbereitung der Kunststoffabfälle wird in der Regel ein Verwertungsverfahren durchlaufen, um so ein für den Verwendungszweck geeignetes Kunststoffmaterial zu erhalten. Dies umfasst meist mehrere Arbeitsschritte, z. B. die gezielte Auswahl der geeigneten Abfälle (s. Kapitel 4.2.1), deren Zerkleinerung und die Befreiung von Störstoffen.

Das so vorbereitete Material dürfte im Allgemeinen die ersten zwei Anforderungen („Zweck“ und „Nachfrage“) für das „Abfallende“ erfüllen. In Bezug auf die dritte Anforderung ist festzustellen, dass konkrete technische Anforderungen und Normen für die Verwendung von Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen derzeit fehlen und dies nach der in einem Beschluss geäußerten Auffassung des Bayerischen Verwaltungsgerichtshofs dem Ende der Abfalleigenschaft grundsätzlich nicht entgegenstehen könne [36]. In jedem Fall müssen die Kunststoffmaterialien in Tretschichten mindestens den jeweiligen sportfunktionellen Anforderungen entsprechen, die allgemein in den einschlägigen Regelwerken für Tretschichten auf Reitplätzen festgelegt sind (s. [2] bis [5]).

Außerdem muss derjenige, der die Kunststoffmaterialien zur Verwendung in Tretschichten erstmals als Produkt verwendet oder in Verkehr bringt, sicherstellen, dass mögliche Anforderungen aus dem Produkt- und Chemikalienrecht, z. B. aus der REACH-Verordnung, eingehalten werden. Dies schreibt § 7a KrWG ausdrücklich vor.

Ob das zur Verwendung als Tretschicht vorgesehene Kunststoffmaterial die vierte Anforderung zum Abfallende einhält, ist anhand der in Kapitel 4.3 des Arbeitsblatts aufgeführten Anforderungen in jedem Einzelfall zu überprüfen. Die genannten Anforderungen an die chemische Beschaffenheit des jeweiligen Materials sind nach heutigem Kenntnisstand als Mindeststandard zu erfüllen, um schädlichen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt vorzubeugen. Dabei sind gegebenenfalls besondere Standortbedingungen, z. B. die Lage in einem Wasserschutzgebiet, zu berücksichtigen.

Sollte der Hersteller bzw. Lieferant der Kunststoffmaterialien zur Nutzung in Tretschichten über ein geeignetes Qualitätsmanagementsystem verfügen, das nachweislich die Einhaltung der Anforderungen an eine schadlose Verwendung des Materials als Tretschicht auf Reitplätzen sicherstellt (s. Kapitel 4.3 des Arbeitsblatts), kann auf den Einzelnachweis verzichtet werden. In Analogie zu den europäischen Abfallende-Verordnungen [37], [38], [39] wäre dazu u. a. eine externe Überprüfung des Qualitätsmanagements bei der Herstellung der Kunststoffmaterialien für Tretschichten erforderlich.

6 Entsorgung der Tretschichten aus Sanierung und Rückbau von Reitplätzen

Im Zuge der Sanierung oder des Rückbaus von Reitplätzen können kunststoffhaltige Tretschichten als Abfall anfallen, der ordnungsgemäß nach den Vorgaben des Kreislaufwirtschaftsgesetzes zu entsorgen ist. Der Begriff Entsorgung bedeutet dabei sowohl Verwertung als auch Beseitigung. Für die Abfallentsorgung ist in der Regel der Erzeuger oder Besitzer der Abfälle verantwortlich, d. h. in der Regel der Reitplatzbetreiber (z. B. der Pächter). Einige Hersteller oder Lieferanten von Tretschichten bieten die Abfallentsorgung der gebrauchten Tretschicht an. In diesem Fall bleibt jedoch die Mitverantwortung des Reitplatzbetreibers bis zum ordnungsgemäßen Abschluss der Entsorgungsmaßnahme bestehen.

Im Allgemeinen sind gebrauchte, kunststoffhaltige Tretschichten als „nicht gefährliche Abfälle“ nach Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) [40] einzustufen, so dass bei der Entsorgung kein Nachweisverfahren für „gefährliche Abfälle“ im Sinne der Nachweisverordnung durchzuführen ist. Außerdem entfällt für Erzeuger nicht gefährlicher Abfälle die Registerpflicht. Jedoch besteht nach Kreislaufwirtschaftsgesetz für jeden Abfallerzeuger die Pflicht, alle Abfälle ordnungsgemäß und schadlos zu entsorgen, was in Zweifelsfällen zu belegen wäre. Daher wird empfohlen, entsprechende Praxis-Belege, z. B. Lieferscheine, Wiegescheine oder Rechnungen, mit folgende Informationen aufzubewahren:

- Name und Anschrift des Abfallerzeugers oder Abfallbesitzers
- Anfallstelle (z. B. Ort des Reitplatzes)
- Abfallart nach Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV)
- Menge des entsorgten Abfalls
- Name und Anschrift des Transporteurs
- Name und Anschrift der Entsorgungsanlage

Bei der Abfallentsorgung ist grundsätzlich die Verwertung von Abfällen einer Beseitigung z. B. auf Deponien vorzuziehen. Bei einer Verwertung von Abfällen hat in der Regel die stoffliche Verwertung Vorrang vor der energetischen Verwertung. Diese Vorgehensweise bei der Abfallentsorgung entspricht der Abfallhierarchie nach § 6 KrWG.

Von dieser Rangfolge der Entsorgungsoptionen kann abgewichen werden, wenn damit der Schutz von Mensch und Umwelt besser gewährleistet werden kann. Dabei sind neben Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekten auch die technischen Möglichkeiten und die wirtschaftliche Zumutbarkeit zu beachten.

Es wird empfohlen, dass sich der Reitplatzbetreiber bei der Entscheidung für eine bestimmte Tretschicht vorab über die jeweiligen Entsorgungsmöglichkeiten sowie die damit verbundenen Kosten informiert und dies bei seiner Auswahl berücksichtigt. Die konkreten Informationen zur Abfallentsorgung sollte der Reitplatzbesitzer bei den jeweiligen Herstellern bzw. Lieferanten der Tretschicht erfragen. Im Folgenden werden allgemeine Informationen zur Abfallentsorgung abhängig von der Tretschichtart dargestellt.

6.1 Entsorgung von Sand-Kunststoffgemischen

Sand-Kunststoffgemische stehen zur Entsorgung an, wenn z. B. das Sandkorn soweit abgerieben worden ist, dass der Sandplatz seine erforderlichen Reiteigenschaften verloren hat. Die Betriebsdauer hängt daher stark von der Nutzungsintensität, aber auch von der Pflege des Platzes ab. Im Rahmen der Sanierungsarbeiten bieten einige Reitplatzbauer die Entsorgung der gebrauchten Sand-Kunststoff-Tretschichten an.

Neben Sand und Kunststoffen enthalten die gebrauchten Tretschichten bis zu ca. einem Drittel humusartige Stoffe, die durch den Eintrag organischer Materialien wie Laub oder Pferdeäpfel während des Gebrauchs entstanden sind.

Eine landwirtschaftliche Verwertung des Sand-Kunststoffgemisches im Ganzen ist aufgrund des Kunststoffanteils von über 0,1 % in der Trockenmasse nicht möglich (s. Nr. 4c in § 3 Absatz 1 Düngemittelverordnung [41]).

Die gebrauchten Sand-Kunststoffgemische können im Allgemeinen nur nach vorheriger Aufbereitung abschließend entsorgt werden. Diese Aufbereitung kann dabei unterschiedliche Ziele verfolgen, die im Folgenden dargestellt werden.

6.1.1 Aufbereitung zur Wiederverwendung des Sandanteils als Reitsand

Gemäß der Abfallhierarchie sollte zuerst die Möglichkeit einer Aufbereitung der Sand-Kunststoffgemische geprüft werden, so dass ein Großteil des Sandes z. B. als Reitsand wiederverwendet werden kann. Dabei wird der zurückgewonnene Sandanteil mit frischem Sand vermischt, so dass insgesamt die erforderliche Reitsand-Qualität erzielt werden kann.

Neben dem wiederverwendbaren Sand fallen bei dieser Art der Aufbereitung eine nicht brauchbare Sand- und die Kunststofffraktion zur Entsorgung an. Die abgetrennte Kunststofffraktion liegt dabei in einer Qualität vor, die nach derzeitigem Kenntnisstand keine weitere stoffliche Verwertung zulässt. Daher kann die Kunststofffraktion in der Regel nur noch energetisch verwertet werden. Der unbrauchbare Sandanteil enthält neben Kunststoffpartikeln unter anderem die humusartigen Bestandteile der gebrauchten Tretschicht. Deshalb ist anhand der Zulassungskriterien nach Nr. 2 in Anhang 3 der Deponieverordnung (DepV) [42] zu prüfen, ob diese Aufbereitungsfraktion auf Deponien abgelagert werden kann. Ein vergleichsweise hoher Anteil organischer Materialien könnte einer Deponierung entgegenstehen. Ist eine Deponierung nicht möglich, steht für diese Aufbereitungsfraktion nur noch die energetische Verwertung zur Verfügung.

Derzeit (2021) stehen keine mobilen Anlagen zur Aufbereitung gebrauchter Sand-Kunststoffgemische im Rahmen einer Sanierungsmaßnahme vor Ort zur Verfügung. Allerdings wurde ein entsprechendes Verfahren entwickelt [43] und großtechnisch erprobt [8]. Die Markteinführung dieses Aufbereitungsverfahrens ist geplant, steht jedoch noch aus [44].

Die Zuordnung der einzelnen Abfälle zu Abfallarten nach Abfallverzeichnis-Verordnung fasst Tabelle 5 zusammen.

6.1.2 Aufbereitung zur Verfüllung, einer anderen Verwertung oder Ablagerung

In der Regel werden die gebrauchten Sand-Kunststoff-Gemische aufgrund ihrer Zusammensetzung nicht direkt entsorgt, sondern vorab aufbereitet. Dabei wird der Hauptanteil „Sand“ durch Siebung von den Nebenbestandteilen (Kunststoffschnitzel und humusartige Bestandteile) abgetrennt. Anschließend kann der aufbereitete Sand bei entsprechender Qualität in „bodenähnlichen Anwendungen“, z. B. in Verfüllungen oder in technischen Bauwerken verwertet werden. Sollten diese Verwertungswege nicht möglich sein, muss der Sand auf Deponien abgelagert werden.

Die abgetrennten Nebenbestandteile der Sand-Kunststoffgemische sind aufgrund des hohen organischen Anteils in der Regel energetisch zu verwerten (vgl. Ausführungen in Kapitel 6.1.1).

Die aufbereiteten Sandanteile sind in jedem Einzelfall auf ihre Eignung in Bezug auf die Verfüllung, Verwertung in technischen Bauwerken oder die Ablagerung auf Deponien zu prüfen. Dazu ist der Abfall gemäß der Mitteilung 32 der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA PN 98) [45] zu beproben. Diese Proben sollen den jeweiligen Abfall charakterisieren. Abhängig vom endgültigen Entsorgungsweg sind diese Proben chemisch zu untersuchen und die Analysenergebnisse entsprechend zu bewerten, wobei folgende Regelungen zu beachten sind:

- Verfüllung

Bei Einhaltung von bestimmten Voraussetzungen und Qualitätskriterien kann die aufbereitete Sandfraktion zur Verfüllung von Abgrabungen oder bei bestimmten landschaftsbaulichen Maßnahmen, z. B. Geländeauffüllungen oder die Anlage von Böschungen, verwendet werden. Regelungen dazu enthält der Erlass des nordrhein-westfälischen Umweltministeriums vom 17.09.2014 zum Auf- und Einbringen von Materialien unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht [46].

- Verwertung in technischen Bauwerken

Vorgaben beim Einsatz der abgetrennten Sandfraktion als Bodenmaterial in technischen Bauwerken orientieren sich in NRW an der Technischen Regel Boden der LAGA (LAGA M20) vom 05.11.2004 [47]. Als technische Bauwerke gelten dabei z. B. Straßen, einschließlich Trenn-, Seiten-, Rand- und Sicherheitsstreifen sowie deren Dämme, Einschnitte, Gräben und Entwässerungsanlagen oder Schienenverkehrswege, Wege und Parkplatzflächen oder auch der Ober- oder Unterbau von Industrie- und Gewerbeflächen oder Leitungsrinnen sowie das Auffüllen von Baugruben soweit dies bautechnisch notwendig sein sollte.

- Ablagerung auf der Deponie

Zur Ablagerung der aufbereiteten Sandfraktion sind die Anforderungen der Deponieverordnung (DepV) einzuhalten, insbesondere die Zuordnungskriterien gemäß Nr. 2 in Anhang 3 DepV.

6.1.3 Zuordnung von Abfallarten

Das zur Entsorgung anstehende Sand-Kunststoffgemisch fällt aufgrund der Herkunft aus Baumaßnahmen sowie des Hauptbestandteils „Sand“ unter die Abfallart 17 05 04 (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen) aus dem Kapitel 17 (Bau- und Abbruchabfälle) des Abfallverzeichnisses in der Anlage zur Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV).

Durch die mechanische Aufbereitung der gebrauchten Sand-Kunststoffgemische bleibt die Hauptkomponente „Sand“ erhalten und kann weiterhin mit dem Abfallschlüssel 17 05 04 entsorgt werden. Die vom Sand abgetrennten Fraktionen entstehen erst infolge der Aufbereitung und sind deshalb den entsprechenden Abfallarten der Gruppe 19 12 (Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen) aus dem Kapitel 19 (Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen) im Abfallverzeichnis der AVV zuzuordnen. Tabelle 5 fasst die bei der Entsorgung von gebrauchten Sand-Kunststoffgemischen anfallenden Abfälle mit den zugehörigen Abfallarten zusammen.

Tabelle 5: Zuordnung der Abfälle aus Sand-Kunststoffgemischen bei Sanierung oder Rückbau von Reitplätzen zu den Abfallarten der Abfallverzeichnis-Verordnung

Abfallbeschreibung	Abfallart nach Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV)	
Sand-Kunststoffgemisch im Ganzen	17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen
Abfälle aus der Aufbereitung zur Wiederverwendung als Reitsand		
Sandfraktion zur Wiederverwendung als Reitsand	17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen
abgetrennte, unbrauchbare Sandfraktion mit humusartigen Bestandteilen und Kunststoffpartikeln	19 12 12	sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11 fallen
abgetrennte Kunststofffraktion	19 12 04	Kunststoff und Gummi
Abfälle aus der Aufbereitung zur Verfüllung, Verwertung in technischen Bauwerken oder Ablagerung		
Sandfraktion zur Verfüllung, Verwertung oder Ablagerung	17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen
abgetrennte, humusartige Bestandteile zusammen mit Kunststoffschnitteln	19 12 12	sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11 fallen
Kunststoffschnittel als Hauptkomponente einer abgetrennten Fraktion	19 12 04	Kunststoff und Gummi

6.2 Entsorgung vollsynthetischer Tretschichten

Nach Herstellerangaben [6] können Vollkunststoff-Tretschichten in der Regel mehr als 15 Jahre lang verwendet werden. Wenn eine vollsynthetische Tretschicht bei der Sanierung oder dem Rückbau von Reitplätzen als Abfall anfällt, ist diese unter der folgenden Abfallart nach Abfallverzeichnis-Verordnung zu entsorgen:

- 17 02 03 Kunststoff

Nutzungsbedingt ist eine stoffliche Verwertung des Kunststoffs in der Regel nicht möglich. Eine Deponierung ist aufgrund des hohen Kunststoffanteils und der elastischen Eigenschaften des Materials nicht erlaubt. Damit sind vollsynthetische Tretschichten im Allgemeinen einer energetischen Verwertung zuzuführen. Da es sich in der Regel um einen nicht gefährlichen Abfall handelt, kann dies grundsätzlich in Hausmüllverbrennungsanlagen durchgeführt werden.



Abbildung 3: Vollsynthetische Tretschicht mit Anteilen an Laub und Pferdedung

Die vollsynthetischen Tretschichten weisen einen vergleichsweise hohen Heizwert auf, was besondere Beachtung bei der Behandlung in einer Hausmüllverbrennungsanlage erfordert. Darüber hinaus können Tretschichten aus Teppichschnitzeln durch die Nutzung zu Matten verfilzen (s. Kapitel 3.2). Aufgrund dieser Eigenschaften sollte rechtzeitig vor der geplanten Entsorgung eine Abstimmung mit dem Entsorger erfolgen. Dabei könnten auch praktische Fragen zur Anlieferung geklärt werden, z. B. ob die elastische, großflächige Matte vorab zerkleinert werden muss. In diesem Fall ist ggf. eine entsprechende Vorbehandlung des Abfalls erforderlich.

In den letzten Jahren waren die Hausmüllverbrennungsanlagen sehr gut ausgelastet. Vor diesem Hintergrund wird darauf hingewiesen, dass die Entsorgung der heizwertreichen Tretschichten aus Kunststoff mit vergleichsweise hohen Kosten für den Reitplatzbesitzer verbunden sein könnte.

7 Biologisch abbaubare Zuschlagstoffe für Tretschichten aus Sand

Die Optimierung von Tretschichten auf Sandbasis kann grundsätzlich auch durch den Zuschlag biologisch abbaubarer Stoffe erreicht werden. Als biologisch abbaubare Stoffe können z. B. Holzschnitzel, Kork oder Naturfasern wie Baumwolle [2] verwendet werden. Darüber hinaus wird mit Naturfasern aus Jute oder Hanf als Zusatzstoffe für Tretschichten experimentiert [9]. Holzschnitzel werden schon seit längerer Zeit in Tretschichten auf Reitplätzen verwendet [48], [49]. Derzeit finden Untersuchungen statt, ob im Spitzensport anstelle von herkömmlichen Kunststoffen auch biologisch abbaubare Stoffe in Tretschichten von Reitplätzen eingesetzt werden können [50].

Bei der Entscheidung, biologisch abbaubare Zuschlagstoffe in Tretschichten aus Sand einzusetzen, sind die eigenen Anforderungen an die sportfunktionalen Eigenschaften der Tretschicht zu beachten. Entsprechende Informationen können der Fachliteratur entnommen werden [2], [4], [5].

Aus Sicht des Umweltschutzes haben die natürlichen Materialien den Vorteil, dass sie biologisch abbaubar sind. Daraus können sich allerdings auch Nachteile ergeben, z. B. die vergleichsweise geringe Haltbarkeit oder die Freisetzung von Pilzsporen mit dem Staub. Weiterhin ist darauf zu achten, dass die Zuschlagsstoffe aus unbehandelten Materialien, z. B. unbehandelten Hölzern, bestehen.

Nicht mehr brauchbare Tretschichten aus Sand im Gemisch mit biologisch abbaubaren Materialien können unter Beachtung der Anforderungen aus der Bioabfallverordnung [51] und der Düngemittelverordnung in der Regel als Bodenhilfsstoffe in der Landwirtschaft verwertet werden.

8 Quellenverzeichnis

- [1] Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen – Landesbauordnung 2018 (BauO NRW 2018) vom 21. Juli 2018 (GV. NRW. S. 421), zuletzt geändert am 14. September 2021 (GV. NRW. S. 1086).
- [2] HOFFMANN, G. (2019): Pferdehaltung, Ställe & Reitanlagen, Orientierungshilfen für Bau und Modernisierung. – 12. Aufl., 201-204; Warendorf (FNverlag).
- [3] HOBBS, S.J., NORTHROP, A.J., MAHAFFEY, C., MARTIN, J.H., CLAYTON, H.M., MURRAY, R., ROEPSTORFF, L. & PETERSON, M. (2014): Equine Surfaces White Paper. – 47 S., [https://inside.fei.org/system/files/Equine Surfaces White Paper.pdf](https://inside.fei.org/system/files/Equine_Surfaces_White_Paper.pdf), abgerufen am 26.09.2019.
- [4] ROEPSTORFF, L., LÖNNELL, C. & HERNLUND, E. (2014): Equestrian Surfaces - A Guide. – 129 S., https://inside.fei.org/system/files/Equestrian_Surfaces-A_Guide.pdf, abgerufen am 26.09.2019.
- [5] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E. V. – FLL (Hrsg.) (2014): Reitplatzempfehlungen – Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von Reitplätzen. – 2. Aufl., 108 S.; Bonn.
- [6] MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MULNV): Fachgespräch "Kunststoffhaltige Reitbodenbeläge", Düsseldorf am 25.09.2019.
- [7] LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (LANUV) (2019): Analytik von Reitplatzbelägen aus Sand-Vliesgemischen.
- [8] DIETZE, K., HANSMANN H. & STUCKENBERG R. (2020): Weiterentwicklung eines Verfahrens zur Aufbereitung umweltbelastender verbrauchter Reitböden für neuartige biologisch verträgliche Reitschichten. Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt, gefördert unter dem Az. 34106/01 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. – 36 S., https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-34106_01-Hauptbericht.pdf, abgerufen am 06.10.2020.
- [9] MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MULNV): Besichtigung bzw. Interview von Reitplätzen, Reitplatzbauern und Textilaufbereitern: Reitboden Vornbrock GmbH, Dorsten am 25.11.2019.
- [10] MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MULNV): Besichtigung bzw. Interview von Reitplätzen, Reitplatzbauern und Textilaufbereitern: ALTEX Textil-Recycling GmbH & Co. KG, Gronau am 25.11.2019.
- [11] ASGROUND GMBH (2019): Firmenbroschüre.

- [12] STREMMER M. & KLOPSCH B. (2017): Reitboden - Lauf Pferdchen, lauf. – Mein Pferd, 6: 42-46.
- [13] MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MULNV): Unterlagen der ASground GmbH übergeben in einem Informationsgespräch am 30.07.2019: Fink-Gutachten, S. 10.
- [14] MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MULNV): Unterlagen der ASground GmbH übergeben in einem Informationsgespräch am 30.07.2019: Analysendaten.
- [15] Online Lexikon Baunetz Wissen, erstellt vom Architekturmagazin: Bodenbeläge, https://www.baunetzwissen.de/boden/fachwissen/_herstellung-arten/rueckenausruetzung-951965, abgerufen am 09.03.2020.
- [16] MIKLOS, D., OBERMAIER, N. & JEKEL, M.: Mikroplastik - Entwicklung eines Umweltbewertungskonzepts. Erste Überlegungen zur Relevanz von synthetischen Polymeren in der Umwelt. UBA Texte 32/2016. Masterarbeit. Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, 2016.
- [17] BAKER, A.C.J. & BAMFORD, H. (eds.) (2008): Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris. Sept 9-11, 2008. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30. Online verfügbar unter <https://marinedebris.noaa.gov/proceedings-international-research-workshop-microplastic-marine-debris>, abgerufen am 02.12.2020.
- [18] EUROPÄISCHE CHEMIKALIENAGENTUR (ECHA) (2020): Opinion of the Committee for Risk Assessment and Opinion of the Committee for Socio-economic Analysis on an Annex XV dossier proposing restrictions on intentionally-added microplastics. ECHA/RAC/RES-O-0000006790-71-01/F. – 114 S., <https://echa.europa.eu/documents/10162/b4d383cd-24fc-82e9-ccc6-6d9f66ee9089>, abgerufen am 02.12.2020.
- [19] BERTLING, J., BERTLING R. & HAMANN, L.: Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen. Kurzfassung der Konsortialstudie. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT (Hrsg.), Oberhausen, Juni 2018. Online verfügbar unter <https://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/publikationen/2018/kunststoffe-id-umwelt-konsortialstudie-mikroplastik.pdf>, abgerufen am 23.07.2019.
- [20] Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2021/1297 der Kommission vom 4. August 2021.

- [21] EUROPÄISCHE CHEMIKALIENAGENTUR (ECHA): Online-Information zu Mikroplastik, <https://echa.europa.eu/de/hot-topics/microplastics>, abgerufen am 15.05.2020.
- [22] ZIMMERMANN, L., DIERKES, G., TERNES, T.A., VÖLKER, C. & WAGNER, M. (2019): Benchmarking the in Vitro Toxicity and Chemical Composition of Plastic Consumer Products. – Environ. Sci. Technol., 53: 11467–11477. Online verfügbar unter <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.9b02293>. DOI: 10.1021/acs.est.9b02293, abgerufen am 26.03.2020.
- [23] STENMARCK, Å., BELLEZA, E.L., FRÅNE, A., BUSCH, N., LARSEN, Å. & WAHLSTRÖM, M. (2017): Hazardous substances in plastics. Nordic Council of Ministers, Kopenhagen. – 119 S., <https://www.ivl.se/download/18.3016a17415acdd0b1f47cf/.../C233.pdf>, abgerufen am 15.04.2020.
- [24] HAHLADAKIS, J.N., VELIS, C.A., WEBER, R., IACOVIDOU, E. & PURNELL, P. (2018): An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. – J. Hazard. Mater., 344: 179-199. Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438941730763X>, abgerufen am 30.03.2020.
- [25] UMWELTBUNDESAMT (2007): Phthalate - Die nützlichen Weichmacher mit den unerwünschten Eigenschaften. – 25 S.; Dessau-Roßlau (Umweltbundesamt).
- [26] Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598).
- [27] LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (LANUV) (2021): Hintergrundpapier zur Herleitung des Konzepts zur Beurteilung von Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen im LANUV-Arbeitsblatt Nr. 53. – 38 S., https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/4_arbeitsblaetter/40053_HP.pdf.
- [28] ANTHESIS CONSULTING GROUP (2018): Toxics in Carpets in the European Union. – 110 S., https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Kreislaufwirtschaft/Teppich-Recycling/180302_Study_Toxics_in_Carpets_EU__Anthesis_Final.pdf, abgerufen am 09. 03. 2020.
- [29] BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (LAGA) & FACHBEIRAT BODENUNTERSUCHUNGEN (FBU) (2021): Methodensammlung Feststoffuntersuchung Version 2. Stand: 15.06.2021. – 221 S., https://www.laga-online.de/documents/methodensammlung-feststoffuntersuchung_version-2_1629092375.0, abgerufen am 30.11.2021.
- [30] Verordnung (EU) 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über persistente organische Schadstoffe, zuletzt geändert durch die delegierte Verordnung (EU) 2021/277 der Kommission vom 16. Dezember 2020.

- [31] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), zuletzt geändert am 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436).
- [32] BUNDESANSTALT FÜR ARBEITSSCHUTZ UND ARBEITSMEDIZIN (BAuA) (2020): REACH: Info. Erzeugnisse – Anforderungen an Produzenten, Importeure und Händler. – 4. Aufl., 56 S.; Dortmund. Online verfügbar unter https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis/REACH-Info/REACH-Info-06.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen am 15.12.2020.
- [33] Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz - ProdSG) vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146, 3147).
- [34] EUROPÄISCHE CHEMIKALIENAGENTUR (ECHA): Kandidatenliste nach Artikel 59 Absatz 10 der REACH-Verordnung, <https://echa.europa.eu/web/guest/candidate-list-table>, abgerufen am 15.12.2020.
- [35] Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung - NachwV) vom 20.10.2006 (BGBl. I S. 2298), zuletzt geändert am 23.10.2020 (BGBl. I S. 2232).
- [36] BayVGH, Beschluss vom 17.02.2020 – 12 CS 19.2505. Online verfügbar unter <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/Y-300-Z-BECKRS-B-2020-N-1739?hl=true>, abgerufen am 26.05.2021.
- [37] Verordnung (EU) Nr. 333/2011 des Rates vom 31. März 2011 mit Kriterien zur Festlegung, wann bestimmte Arten von Schrott gemäß der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates nicht mehr als Abfall anzusehen sind.
- [38] Verordnung (EU) Nr. 1179/2012 der Kommission vom 10. Dezember 2012 mit Kriterien zur Festlegung, wann bestimmte Arten von Bruchglas gemäß der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates nicht mehr als Abfall anzusehen sind.
- [39] Verordnung (EU) Nr. 715/2013 der Kommission vom 25. Juli 2013 mit Kriterien zur Festlegung, wann bestimmte Arten von Kupferschrott gemäß der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates nicht mehr als Abfall anzusehen sind.
- [40] Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV) vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), zuletzt geändert am 30. Juni 2020 (BGBl. I S. 1533).
- [41] Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung - DüMV) vom 05.12.2012 (BGBl. I S. 2482), zuletzt geändert am 02.10.2019 (BGBl. I S. 1414).
- [42] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert am 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598).

- [43] HANSMANN H. (2016): Entwicklung eines Verfahrens zur Abtrennung von Quarzsand und textilen Bestandteilen aus humosen, verbrauchten Reitböden. Abschlussbericht zum Entwicklungsprojekt, gefördert unter dem Az: 32398 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. – 14 S., <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32398.pdf>, abgerufen am 07.10.2020.
- [44] REITBODEN STUCKENBERG RS GMBH, Bramsche: Telefonat vom 14.12.2020 zum Stand der Markteinführung eines Aufbereitungsverfahrens für gebrauchte Reitböden aus Sand-Kunststoffgemischen.
- [45] BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (LAGA) (2001): Mitteilung 32. LAGA PN 98 Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen. – 64 S., https://www.laga-online.de/documents/m32_laga_pn98_1503993280.pdf, abgerufen am 07.10.2020.
- [46] MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MULNV): Erlass vom 17.09.2014 zum Auf- und Einbringen von Materialien unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht, https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/boden/bodenschutz_nrw/pdf/Korr-Erlass-17-09-2014_Auf_und_Einbringen_von_Materialien.pdf, abgerufen am 29.01.2021.
- [47] BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (LAGA) (2004): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen. Teil II Technische Regeln für die Verwertung. 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/boden/bodenschutz_nrw/pdf/techn_regeln_boden.pdf, abgerufen am 29.01.2021.
- [48] HERNLUND, E. (2016): Sport Surfaces in Show Jumping. – Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, 91 p; Uppsala. Online verfügbar unter https://pub.epsilon.slu.se/13327/1/hernlund_e_160501.pdf, abgerufen am 21.12.2020.
- [49] DREVEMO, S. & HJÉRTEN, G. (1991): Evaluation of a shock absorbing woodchip layer on a harness racetrack surface. – *Equine Exercise Physiology*, 3: 107-112. Online verfügbar unter http://www.iceep.org/pdf/iceep3/_1130105150_001.pdf, abgerufen am 21.12.2020.
- [50] HEMKER, O. & VORNHOLT, C. (2021): Forschungsprojekt zum Ersatz von synthetischen Zuschlagstoffen durch biologische Zuschlagstoffe für Reitböden im Spitzensport. – Labor für Tiefbau, Hochschule Osnabrück, <https://www.bisp-surf.de/Record/PR020200800235>, abgerufen am 21.12.2021.
- [51] Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung - BioAbfV) vom 21.09.1998 in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. April 2013 (BGBl. I S. 658), zuletzt geändert am 27.09.2017 (BGBl. I S. 3465).

9 Begriffsdefinitionen / Abkürzungsverzeichnis

Begriffsdefinitionen

Abfallbesitzer: im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes jede natürliche oder juristische Person, die die tatsächliche Sachherrschaft über Abfälle hat.

Abfallentsorgung: im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes Verwertungs- und Beseitigungsverfahren, einschließlich der Vorbereitung vor der Verwertung oder Beseitigung.

Abfallerzeuger: im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes jede natürliche oder juristische Person, durch deren Tätigkeit Abfälle anfallen (Ersterzeuger) oder die Vorbehandlungen, Mischungen oder sonstige Behandlungen vornimmt, die eine Veränderung der Beschaffenheit oder der Zusammensetzung dieser Abfälle bewirken (Zweiterzeuger).

Ablagerung: anderer Begriff für die Entsorgung von Abfällen auf oberirdischen Deponien (oberirdische Deponierung).

Anwender eines Erzeugnisses: im Chemikalienrecht definiert als industrieller oder gewerblicher Anwender oder Händler, dem ein Erzeugnis geliefert wird; Verbraucher (Privatpersonen) fallen nicht darunter.

ataktisch: zufällige räumliche Anordnung der Seitenketten eines Polymers, z. B. eines Polyolefins wie Polypropylen.

Bauprodukte: sind nach Landesbauordnung NRW 1. Produkte, Baustoffe, Bauteile und Anlagen sowie Bausätze, die gemäß EU-Regelungen hergestellt werden, um dauerhaft in bauliche Anlagen eingebaut zu werden und 2. aus Produkten, Baustoffen, Bauteilen sowie Bausätzen vorgefertigte Anlagen, die gemäß EU-Regelungen hergestellt werden, um mit dem Erdboden verbunden zu werden und deren Verwendung sich auf die Anforderungen zur Nichtgefährdung der öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen nach § 3 Absatz 1 Satz 1 auswirken kann.

Bereitstellung auf dem Markt: im Produktrecht definiert als jede entgeltliche oder unentgeltliche Abgabe eines Produkts zum Vertrieb, Verbrauch oder zur Verwendung auf dem Markt der Europäischen Union im Rahmen einer Geschäftstätigkeit.

Beseitigung: aus abfallrechtlicher Sicht jedes Verfahren, das keine Verwertung ist.

besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC – Substances of Very High Concern): Stoffe, die ein in Artikel 59 REACH-Verordnung festgelegtes Verfahren durchlaufen haben, in die Kandidatenliste aufgenommen worden sind und somit nachweislich über ein langfristig wirkendes Schädigungspotential für Mensch oder Umwelt verfügen, das zeitlich und räumlich weit entfernt von der ursprünglichen Emission der Stoffe auftreten kann, wobei die in Artikel 57 der REACH-Verordnung genannten Eigenschaften zur Einstufung als SVHC führen können (krebserzeugend, erbgutverändernd, fortpflanzungsgefährdend, persistent, bioakkumulierbar, toxisch, oder andere, ähnlich besorgniserregende Eigenschaften, z. B. endokrine Eigenschaften).

Bioakkumulation: Anreicherung in biologischem Material, z. B. in der Nahrungskette.

Biozide: Substanzen und Produkte, die Schadorganismen wie Insekten, Mäuse oder Ratten, aber auch Algen, Pilze oder Bakterien abwehren bzw. abtöten.

Dispergiermittel: Additive, die eine optimale Durchmischung von mindestens zwei, eigentlich nicht mischbaren Phasen (Substanzen) ermöglichen oder stabilisieren.

ECHA: Europäische Chemikalienagentur, zuständige Behörde in der EU für die sichere Verwendung von Chemikalien mit Sitz in Helsinki.

Einführer: im Produktrecht definiert als jede im Europäischen Wirtschaftsraum ansässige natürliche oder juristische Person, die ein Produkt aus einem Staat, der nicht dem Europäischen Wirtschaftsraum angehört, in den Verkehr bringt.

Elution: zum Beispiel in der Abfallwirtschaft und im Bodenschutz genutzte Verfahren, um unter jeweils festgelegten (genormten) Bedingungen mit Wasser als Lösungsmittel Schadstoffe aus Abfällen herauszulösen, wobei ein Eluat entsteht.

Endokrin aktive Substanzen: nehmen auf die Hormonaktivität des Körpers Einfluss oder können diese stören.

Erzeugnis: im Sinne des Chemikalienrechts ein Gegenstand, der bei der Herstellung eine spezifische Form, Oberfläche oder Gestalt erhält, die in größerem Maße als die chemische Zusammensetzung seine Funktion bestimmt.

gefährlich: sind im Sinne der Gefahrstoffverordnung Stoffe, Gemische und bestimmte Erzeugnisse, wenn diese den in Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-Verordnung) dargelegten Kriterien entsprechen, mit denen physikalische Gefahren (z. B. durch Explosion oder Entzündbarkeit), Gesundheitsgefahren (z. B. Toxizität, Karzinogenität, Keimzellmutagenität, Reproduktionstoxizität), Umweltgefahren (Gewässergefährdend) und die ozonschichtschädigenden Eigenschaften definiert werden.

Gemisch: im Sinne des Chemikalienrechts Gemenge, Gemische oder Lösungen, die aus zwei oder mehr Stoffen bestehen.

Geotextilien: flächige oder dreidimensionale, meist wasserdurchlässige Textilien, die als Baustoff im Bereich des Tief-, Wasser- und Verkehrswegebbaus oder für geotechnische Sicherungsarbeiten eingesetzt werden.

Gewirk: industriell hergestellte textile Stoffe aus Fäden durch Maschenbildung auf einer Wirkmaschine.

Halogene: Elemente der 7. Hauptgruppe des Periodensystems, zu denen z. B. Fluor, Chlor, Brom und Jod gehören.

Händler: im Produktrecht definiert als jede natürliche oder juristische Person in der Lieferkette, die ein Produkt auf dem Markt bereitstellt, mit Ausnahme des Herstellers und des Einführers.

Hersteller: im Produktrecht definiert als jede natürliche oder juristische Person, die ein Produkt herstellt oder entwickeln oder herstellen lässt und dieses Produkt unter ihrem eigenen Namen oder ihrer eigenen Marke vermarktet.

Inverkehrbringen: im Produktrecht definiert als erstmalige Bereitstellung eines Produkts auf dem Markt; die Einfuhr in den Europäischen Wirtschaftsraum steht dem Inverkehrbringen eines neuen Produkts gleich.

Kunststoff: aus dem Rohstoff Erdöl (synthetisch) oder durch Modifikation natürlicher Polymere wie Cellulose (halbsynthetisch) hergestellter Festkörper, der im Wesentlichen aus Polymeren (Makromolekülen) besteht.

Kunststoffart: in diesem Arbeitsblatt die Klassifizierung von Kunststoffen nach der chemischen Art des Polymers aus dem er besteht, z. B. dem Polymer Polypropylen (PP) oder dem Polymer Polyvinylchlorid (PVC).

Lieferant eines Erzeugnisses: im Chemikalienrecht definiert als Produzent oder Importeur eines Erzeugnisses, Händler oder anderer Akteur der Lieferkette, der das Erzeugnis in Verkehr bringt.

Makroplastik: Festes Polymer mit Abmessungen oberhalb der Definition zu Mikroplastik.

Mikroplastik: im Allgemeinen feste Kunststoffpartikel und -fasern mit einer Teilchengröße von weniger als 5 mm, wobei aktuell noch keine rechtsverbindliche Definition vorliegt, die derzeit im EU-Chemikalienrecht entwickelt wird, wonach es sich um feste polymerhaltige Partikel handelt, denen Zusatzstoffe und andere (organische) Substanzen zugesetzt worden sein können und deren Partikel dabei überwiegend eine Größe von 0,1 µm bis 5 mm oder bei Fasern eine Länge von 0,3 µm bis 15 mm mit einem Längendurchmesser Verhältnis von größer 3 aufweisen.

perfluorierte Substanzen: organische Verbindungen, deren typische Kohlenstoff-Wasserstoff-Bindung vollständig durch eine Kohlenstoff-Fluor-Bindung ersetzt wurde.

persistente Stoffe: meist organische Verbindungen, die in der Umwelt schwer abbaubar und daher langlebig sind.

Polymer: chemische Verbindung, die aus Ketten- oder verzweigten Molekülen (Makromolekül) besteht, die aus gleichen oder gleichartigen Einheiten (Monomeren) bestehen.

Polymerisation: allgemeine Sammelbezeichnung für Synthesereaktionen, die gleichartige oder unterschiedliche Monomere in Polymere überführen.

Produkte: im Produktrecht definiert als Waren, Stoffe oder Zubereitungen, die durch einen Fertigungsprozess hergestellt worden sind.

Reitplätze: beziehen sich in diesem Arbeitsblatt auf die Lage im Freien sowie in Hallen.

Reitplatzbesitzer, -betreiber: für die Zwecke dieses Arbeitsblatts wird nicht zwischen den Begriffen „Reitplatzbesitzer“ und „Reitplatzbetreiber“ unterschieden, sondern beide Begriffe werden synonym verwendet.

Schwerbeschichtung: hauptsächlich bei Teppichfliesen zur Verstärkung verwendete Rückenbeschichtung aus Bitumen, ataktischen Polyolefinen, PVC, PU oder EVA eventuell unter Verwendung von Glasfaservlies oder Glasfasergelegen.

Stoff: im Sinne des Chemikalienrechts ein chemisches Element und seine Verbindungen in natürlicher Form oder gewonnen durch ein Herstellungsverfahren, einschließlich der zur Wahrung seiner Stabilität notwendigen Zusatzstoffe und der durch das angewandte

Verfahren bedingten Verunreinigungen, aber mit Ausnahme von Lösungsmitteln, die von dem Stoff ohne Beeinträchtigung seiner Stabilität und ohne Änderung seiner Zusammensetzung abgetrennt werden können.

Synergist: Substanz zur Steigerung der Funktionsweise anderer Stoffe, z. B. von halogenierten Flammschutzmitteln.

Syntheselatex: Elastische Polymere auf Basis petrochemischer Rohstoffe, aus denen Gummi hergestellt wird, z. B. Styrol-Butadien-Kautschuk als einem wichtigen Vertreter.

synthetische Stoffe: in diesem Arbeitsblatt Kunststoffe, die petrochemisch auf Basis von Erdöl hergestellt worden sind.

Tuft-Teppich: Begriff stammt von "to tuft" aus dem Englischen für "mit Büscheln verzieren" und bezeichnet eine Technik zur Herstellung von Teppichböden, hochwertigen automobilen Innen- und Kofferraum-Auskleidungen sowie Kunstrasen wobei sowohl Schlingen- als auch Velourware produziert werden kann.

Verbraucher: im Bürgerlichen Gesetzbuch definiert als jede natürliche Person, die ein Rechtsgeschäft zu Zwecken abschließt, die überwiegend weder ihrer gewerblichen noch ihrer selbständigen beruflichen Tätigkeit zugerechnet werden können, d. h. sind im Wesentlichen Privatpersonen.

Verbraucherprodukte: im Produktrecht definiert als neue, gebrauchte oder wiederaufgearbeitete Produkte, die für Verbraucher bestimmt sind oder unter Bedingungen, die nach vernünftigem Ermessen vorhersehbar sind, von Verbrauchern benutzt werden könnten, selbst wenn sie nicht für diese bestimmt sind; als Verbraucherprodukte gelten auch Produkte, die dem Verbraucher im Rahmen einer Dienstleistung zur Verfügung gestellt werden.

Vlies: Stoff aus Fasern jeglicher Art und jeglichen Ursprungs, die auf irgendeine Weise zu einer Faserschicht, einem Faserflor zusammengefügt und auf irgendeine Weise miteinander verbunden worden sind, wobei das Verkreuzen bzw. Verschlingen von Garnen, wie es beim Weben, Wirken, Stricken, der Spitzenherstellung, dem Flechten und Herstellung von getufteten Erzeugnissen ausgeschlossen ist.

Verfüllung: im Sinne des Abfallrechts jedes Verwertungsverfahren, bei dem geeignete nicht gefährliche Abfälle zur Rekultivierung von Abgrabungen oder zu bautechnischen Zwecken bei der Landschaftsgestaltung verwendet werden und dabei andere Materialien (Nicht-Abfälle) ersetzen, die ansonsten verwendet worden wären.

Verwertung: im Sinne des Abfallrechts jedes Verfahren, als dessen Hauptzweck Abfälle in Anlagen oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie entweder andere Materialien ersetzen, die sonst zur Erfüllung einer bestimmten Funktion eingesetzt worden wären, oder indem die Abfälle so vorbereitet werden, dass sie diese Funktion erfüllen.

Abkürzungsverzeichnis

APO	ataktische Polyolefine
AVV	Abfallverzeichnis-Verordnung
DepV	Deponieverordnung
BT	Benzothiazole
CLP	Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures (Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen)
DepV	Deponieverordnung
ECHA	Europäische Chemikalienagentur (Behörde)
EPA	Environmental Protection Agency (Amerikanische Umweltschutzbehörde)
EU	Europäische Union
EVA	Ethylen-Vinylacetat-Copolymere
ggf.	gegebenenfalls
HBCD	Hexabromcyclododecan
i. d. R.	in der Regel
i. V. m.	in Verbindung mit
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LDPE	Low Density Polyethylen (Polyethylen mit niedriger Dichte)
Ma.-%	Masseprozent
o. g.	oben genannt
PA	Polyamid
PAK	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF)
PE	Polyethylen
PES	Polyester
PET	Polyethylenterephthalat
PFOS	Perfluoroctansulfonsäure
PFOA	Perfluoroctansäure
PFT	Perfluorierte Tenside
POP	Persistent Organic Pollutants (persistente organische Schadstoffe)
PP	Polypropylen
ProdSG	Produktsicherheitsgesetz
PU, PUR	Polyurethan
PVC	Polyvinylchlorid
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe)
s.	siehe
SBR	Styrene-Butadiene Rubber (Styrol-Butadien-Kautschuk)
SVHC	Substances of Very High Concern (besonders besorgniserregende Stoffe)
TBTO	Tributylzinnoxid (auch Bis(tributylzinn)oxid genannt)
TCEP	Tris(2-chlorethyl)phosphate

- u. a.** unter anderem
- vgl.** vergleiche
- VOC** Volatile Organic Compound (flüchtige organische Verbindungen)
- z. B.** zum Beispiel

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de



Hintergrundpapier zur Herleitung des Konzepts zur Beurteilung von Kunststoff- materialien in Tretschichten auf Reitplätzen im LANUV-Arbeitsblatt 53

Hintergrundpapier zur Herleitung des Konzepts zur Beurteilung von Kunststoff- materialien in Tretschichten auf Reitplätzen im LANUV-Arbeitsblatt 53

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
Recklinghausen 2021

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0, Telefax 02361 305-3215 E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de
Bearbeitung	Dr. Marianne Hegemann (LANUV), Jörg Leisner (LANUV), Andreas Schwach (LANUV), Prof. Dr. Jens Utermann (Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Ver- braucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen).
Redaktion	Dr. Marianne Hegemann (LANUV) Bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des LANUV-Labors bedanken wir uns für die sehr umfangreiche Arbeit der Probenvorbereitung und -elution sowie für die che- mische Analytik.
Titelfoto	istock/ sergio_kumer
Stand	Dezember 2021
ISSN	2197-8336 (Print), 1864-8916 (Internet), LANUV-Arbeitsblätter
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im WDR-Videotext
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

Inhalt

1.	Verteilung von Makro- und Mikroplastik	5
2.	Freisetzung von Chemikalien aus Kunststoffen	5
2.1	Ableitung von Beurteilungswerten für Feststoffgehalte in kunststoffhaltigen Tretschichten.....	7
2.1.1	Schadstoffe mit Unterschreitung der Beurteilungswerte im Feststoff und im 2:1-Eluat.....	13
2.1.2	Schadstoffe mit Unterschreitung von Vorsorgewerten im Feststoff und Überschreitung von Eluatwerten in Einzelfällen	13
2.1.3	Überschreitung der Beurteilungswerte im Feststoff und im 2:1-Eluat.....	18
2.2	Orientierungswerte im Feststoff (Tabelle 4 im LANUV-Arbeitspapier).....	22
	Abkürzungen	25
	Anhang: Analysenergebnisse	28

Zerkleinerte Kunststoffmaterialien, z. B. Teppichböden, Geotextilien und Vliese, werden zur Herstellung von Tretschichten auf Reitplätzen genutzt. Die Kunststoffmaterialien werden als vollsynthetische Tretschicht oder als Gemische mit Sand auf Reitplätzen eingesetzt.

Durch die Nutzung der zerkleinerten Kunststoffmaterialien als oberste Schicht (Tretschicht) auf Reitplätzen sind Auswirkungen auf die Umwelt zu besorgen, da die in den Kunststoffen enthaltenen Chemikalien freigesetzt und in Boden und Grundwasser gelangen können. Außerdem kann nicht ausgeschlossen werden, dass Makro- sowie Mikroplastik in die Umwelt verteilt werden. Das LANUV-Arbeitsblatt 53 befasst sich u. a. mit der Bewertung dieser Umweltauswirkungen.

Im Folgenden wird das im LANUV-Arbeitsblatt 53 vorgeschlagene Bewertungskonzept zusammenfassend dargestellt und erläutert. Die Bewertung der Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier im Sinne einer toxikologischen Bewertung sind nicht Gegenstand der folgenden Ausführungen. Die Bewertung der Umweltauswirkungen von kunststoffhaltigen Tretschichten auf Reitplätzen im Freien erfolgt unter folgenden Aspekten und umfasst auch die Anwendung auf Reitplätzen in Hallen (Austrag der Tretschichten ins Freie).

1. Verteilung von Makro- und Mikroplastik

Bisher existieren keine Bewertungskonzepte für Kunststoffe in den verschiedenen Umweltmedien. Genormte Untersuchungsmethoden als Grundlage für regulatorische Maßnahmen gibt es ebenfalls nicht. Auf nationaler Ebene laufen derzeit Forschungsvorhaben u. a. mit dem Ziel, harmonisierte Untersuchungsverfahren zu entwickeln, die Probennahme, Probenaufbereitung und Detektion umfassen. Daher fehlt eine konkrete Bewertungsgrundlage zur Beurteilung von Kunststoffen mit Blick auf deren Auswirkung auf die verschiedenen Umweltmedien¹.

Nach dem Vorsorgeprinzip bleibt es im LANUV-Arbeitsblatt 53 bei dem Appell, den Eintrag von Kunststoff in die Umwelt zu vermeiden bzw. zu minimieren.

2. Freisetzung von Chemikalien aus Kunststoffen

Konkrete Regelungen in Bezug auf die Bewertung der Freisetzung von Chemikalien aus Kunststoffen durch die Nutzung als Tretschicht auf Reitplätzen liegen ebenfalls nicht vor.

Jedoch bestehen verschiedene Regelungen zum Schutz der Umwelt, insbesondere zum Schutz von Boden und Wasser vor Stoffeinträgen, die hilfsweise auf kunststoffhaltige Tretschichten zur Nutzung im Freien angewendet werden können. Außerdem sind die nach Chemikalienrecht als besonders besorgniserregenden Stoffe (SVHC) und Persistente Organische Stoffe (POP) in Materialien zur Herstellung von Tretschichten auszuschließen.

¹ Braun, U. & Bannick, C.G. (2020): Analyse von Kunststoffpartikeln – Die Standardisierung von Untersuchungsverfahren für (Mikro-)Plastik in der Umwelt hat begonnen. – ReSource, 1: 4-9.

Das Vorgehen im LANUV-Arbeitsblatt 53 umfasst folgende Punkte:

(1) Ausschluss bestimmter Polymere für die Herstellung von Tretschichten

Das LANUV-Arbeitsblatt 53 empfiehlt solche Polymere (z. B. Weich-PVC und PU-Schaum) zur Herstellung von kunststoffhaltigen Tretschichten auszuschließen, die im Allgemeinen sehr viele verschiedene Additive enthalten. Viele dieser Additive wurden nach Chemikalienrecht als besonders besorgniserregende Stoffe eingestuft, da sie z. B. karzinogene, mutagene, reproduktionstoxische oder persistente Eigenschaften aufweisen.

(2) Begrenzung der durch Niederschlagswasser freisetzbaren Stoffe

Zur Ableitung von Beurteilungswerten hat das LANUV eigene Untersuchungen an Vlies- und Teppichmaterialien zur Verwendung in Tretschichten durchgeführt. Dabei wurden die Feststoff- und Eluatwerte für ein breites Schadstoffspektrum nach den Methoden der am 01.08.2023 in Kraft tretenden Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV-2023)² bestimmt. Es zeigte sich in der Praxis, dass die normgerechte Aufbereitung der Kunststoffe zur Elution aufgrund der speziellen Materialeigenschaften extrem aufwändig und fehleranfällig ist. Aus diesem Grund wurde eine Materialbeurteilung anhand von Feststoffwerten entwickelt, deren Ableitung das Auslaugverhalten des untersuchten Materials berücksichtigt.

Die LANUV-Untersuchungen sind exemplarisch an wenigen Proben durchgeführt worden. Deshalb stellen die abgeleiteten Werte einen nach derzeitigem Wissensstand fachlich begründeten Beurteilungsmaßstab dar. Dieser kann sich gegebenenfalls ändern, wenn zukünftig weitere Erkenntnisse vorliegen sollten. Es handelt sich daher um vorläufige Beurteilungswerte.

Die Ableitung dieser Beurteilungswerte stellt Kapitel 2.1 dar. Die zugrundeliegenden Ergebnisse der chemischen Analysen des LANUV an Vliesen und Teppichresten zur Verwendung in Tretschichten sind dem Anhang beigefügt, der außerdem die im LANUV vorliegenden Feststoffanalysen Dritter enthält.

(3) Orientierungswerte als Hinweis auf besonders besorgniserregende Chemikalien in Kunststoffmaterialien

Die als geeignet gekennzeichneten Polymere in den Kunststoffmaterialien bestehen aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Werden andere Elemente in relevanten Mengen in den Kunststoffen festgestellt, ist dies ein Hinweis, dass besonders besorgniserregende Chemikalien enthalten sein können. So könnten z. B. die Halogene Fluor, Chlor und Brom aus Chemikalien wie den perfluorierten Tensiden, chlorierten Weichmachern oder bromierten Flammschutzmitteln stammen.

Bei Überschreiten der vorgeschlagenen Orientierungswerte könnten insbesondere bestimmte besonders besorgniserregende, halogenierte Stoffe oberhalb der nach Chemikalienrecht zulässigen Konzentration im Kunststoff enthalten sein. Deshalb sollten

² Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598), https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?#__bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl121s2598.pdf%27%5D__1626682255918.

diese Kunststoffmaterialien nicht zur Herstellung von Tretschichten auf Reitplätzen eingesetzt werden.

Die Weichmachergruppe der Phthalate wird im Wesentlichen in Weich-PVC eingesetzt und sollte in den als geeignet gekennzeichneten Polymeren in der Regel nicht vorkommen.

Die verwendeten Kunststoffmaterialien sollten alle unter Punkt (1) – (3) genannten Bedingungen erfüllen. Aufgrund lokaler Gegebenheiten vor Ort, können auch andere oder strengere Kriterien für eine Umweltbewertung herangezogen werden, z. B. im Rahmen einer wasserrechtlichen Genehmigung.

2.1 Ableitung von Beurteilungswerten für Feststoffgehalte in kunststoffhaltigen Tretschichten

Wenn zerkleinerte Kunststoffmaterialien, wie Teppichbodenreste, Geotextilien oder Vliesmaterialien als Tretschichten im Freien auf Böden aufgebracht werden, sind grundsätzlich schädliche Auswirkungen auf die Umwelt, insbesondere auf Nutzbarkeit und Qualität von Boden und Grundwasser zu besorgen. Konkrete Regelungen zur Beurteilung möglicher Stoffeinträge für diese Fallgestaltung existieren bisher nicht. Für die Ableitung von Beurteilungswerten waren daher Voruntersuchungen der so verwendeten Materialien auf ihre Gehalte an Schadstoffen und deren Mobilitätsverhalten notwendig.

In verschiedenen, beispielhaft beprobten Materialien wurden zunächst die Gesamtgehalte und die Eluierbarkeit im 2:1-Säuleneluat für ein breites Stoffspektrum untersucht. Insbesondere aus den Eluat-Untersuchungen ergaben sich Hinweise, dass bei üblicher Anwendung eine Gefährdung des Grundwassers nicht auszuschließen ist. Das betrifft im Wesentlichen einige Schwer- und Halbmetalle. Andere Elemente und organische Schadstoffe wie PAK, PCB, PCDD/F und PFT wurden in den untersuchten Materialien und im Eluat nicht oder nur in vernachlässigbar niedrigen Konzentrationen nachgewiesen.

Zudem zeigten sich praktische Schwierigkeiten bei der Probenvorbereitung und Elution der Kunststoffmaterialien, so dass zusätzlich kontinuierliche Säulenversuche durchgeführt worden sind, um daraus Erkenntnisse für die Ableitung von Beurteilungswerten im Feststoff zu gewinnen.

Dies Vorgehen wird im Folgenden beschrieben.

Probenvorbereitung und Elution

Die Voruntersuchungen des LANUV wurden an zwei verschiedenen Vliesmaterialien (Probe 1 und 2) und einem Teppichmaterial (Probe 3) durchgeführt (s. Abbildung 1). Bei der Probenvorbereitung dieser Materialien und der Eluatherstellung daraus zeigten sich in der Praxis erhebliche Schwierigkeiten. Die BBodSchV-2023 bestimmt, dass die wässrigen Eluate mit einem Flüssigkeits-Feststoffverhältnis von 2:1 durch Schüttelverfahren oder Säulenschnellverfahren nach DIN 19529 bzw. DIN 19528 herzustellen sind. Dazu sind die zu eluierenden Feststoffe auf eine Korngröße von < 2 mm zu zerkleinern.



Abbildung 1: Originalmaterial "Weißes Vlies" (links) und „Teppichreste“ (rechts)

Die Materialzerkleinerung wurde im LANUV mittels Schneidmühle (s. Abbildung 2) in zwei Arbeitsgängen unter hohem Zeitaufwand durchgeführt. Es musste aufgrund der geringen Materialdichte ein sehr großes Materialvolumen zerkleinert werden, um die benötigte Materialmasse zu erhalten. Zudem führt der vergleichsweise niedrige Schmelzpunkt der Kunststoffmaterialien dazu, dass der Mahlprozess in kurzen Zeitabständen zu unterbrechen ist, um das Mahlwerkzeug abkühlen zu lassen und so das Schmelzen des Materials im sich erwärmenden Werkzeug zu verhindern.

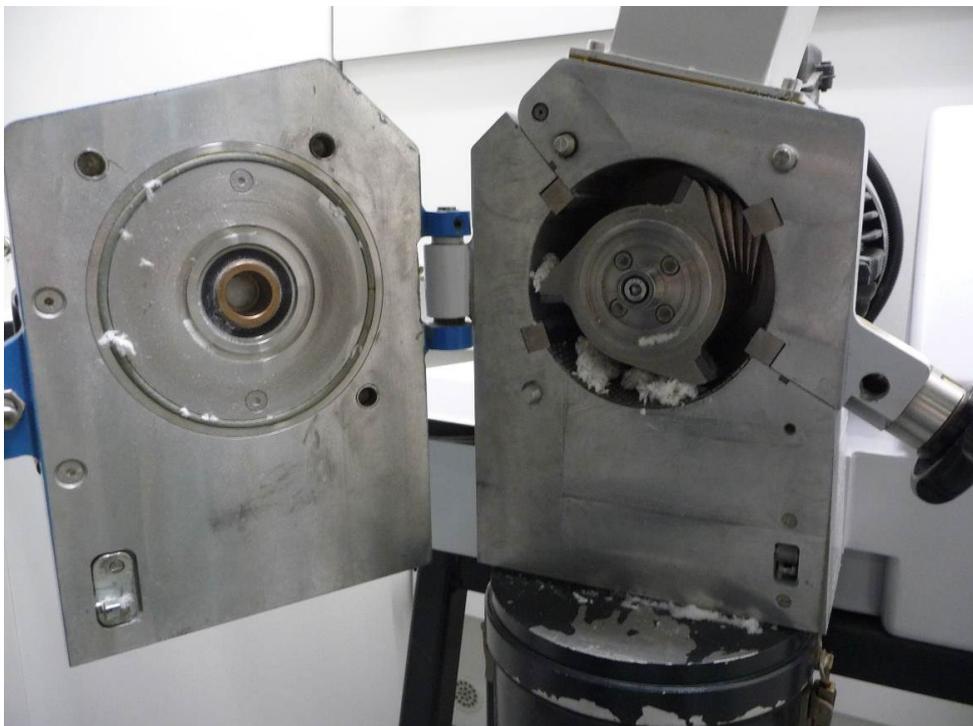


Abbildung 2: Geöffnete Schneidmühle mit Überresten einer Vliesprobe im Mahl-/Schneidraum

Im Weiteren wurde zur Eluatherstellung das Säulenverfahren gewählt, da das zerkleinerte „watteähnliche“ Kunststoffmaterial (s. Abbildung 3) so saugfähig ist, dass das leichter durch-

zuführende Schüttelverfahren nicht sinnvoll anzuwenden ist. Um die für den festgelegten Untersuchungsumfang benötigte Eluatmenge zu erhalten, mussten viele Säulenversuche (s. Abbildung 4) parallel durchgeführt werden.



Abbildung 3: Weißes Vlies (links) und Teppichreste (rechts), zerkleinert auf eine Korngröße von < 2 mm



Abbildung 4: Säulenansatz mit einer Menge von 50 g an zerkleinertem, weißem Vlies

Insgesamt betrachtet erfordert die Probenvorbereitung und Eluatherstellung einen extrem hohen Arbeitsaufwand und birgt viele potentielle Fehlerquellen.

Deshalb wurde die Forderung, zur Beurteilung des Gefährdungspotenzials dieser Kunststoffmaterialien Eluat-Untersuchungen durchzuführen, als unverhältnismäßig eingestuft. Es wurden zusätzliche Untersuchungen an einem weiteren Vliesmaterial (Probe 4) durchgeführt, um zu prüfen, ob Beurteilungswerte auf Basis der einfacher zu ermittelnden Gesamtgehalte festzulegen sind. Die dabei gewonnenen Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

Ableitung von Feststoffwerten

Eine mögliche Gefährdung des Grundwassers wurde als Wirkungspfad mit hoher Relevanz angesehen, so dass eine Methodik entwickelt wurde, die anhand gemessener Gesamtgehalte sicherstellen kann, dass nach Aufbringung synthetischer Tretschichtmaterialien keine relevante Belastung des Grundwassers eintritt. Unter Vorsorgeaspekten ist für die eingesetzten Materialien zu fordern, dass die in den Vorversuchen festgestellten, teils hohen Anfangskonzentrationen im 2:1-Schütteleluat innerhalb eines definierten kurzen Zeitraums die in Anlage 1, Tabelle 4 und 5 der BBodSchV-2023 genannten Eluatwerte bei Materialaufbringung unterschreiten (Tabelle 1). Dazu war es zwingend notwendig, Informationen über den zeitlichen Verlauf der Freisetzungsprozesse der Stoffe und des Abklingverhaltens zu gewinnen.

Tabelle 1: Eluatwerte nach Anlage 1, Tab. 4 und 5 BBodSchV-2023

Parameter	Eluatwerte (Anlage 1, Tab. 4 und 5 BBodSchV-2023)
Eluat (w/f = 2:1) nach DIN 19529 oder DIN 19528 in µg/l	
Antimon	5*
Arsen	13
Blei	43
Cadmium	4
Chrom, gesamt	19
Kobalt	62*
Kupfer	41
Molybdän	35*
Nickel	31
Quecksilber	0,1
Thallium	0,3
Selen	5*
Vanadium	35*
Zink	210

* Werte aus Tabelle 5 der Anlage 1 BBodSchV-2023

In die Ableitung fanden darüber hinaus die in der zukünftigen BBodSchV-2023 in Tabelle 1 der Anlage 1 genannten Vorsorgewerte für Feststoffgehalte in Sandböden und hilfsweise die in Tabelle 5 genannten Feststoffwerte für das Auf- und Einbringen von Materialien unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht Eingang (Tabelle 2).

Tabelle 2: Feststoffwerte nach Anlage 1, Tab. 1 und 5 BBodSchV-2023

Parameter	Feststoffwerte [mg/kg TS] (Anlage 1, Tab. 1 und 5 BBodSchV-2023)
Antimon	4
Arsen	10
Blei	40
Cadmium	0,4
Chrom, gesamt	30
Kobalt	50*
Kupfer	20
Molybdän	4*
Nickel	15
Quecksilber	0,2
Thallium	0,5
Selen	3*
Vanadium	200*
Zink	60

* Werte aus Tabelle 5 der Anlage 1 BBodSchV-2023

An die Festlegung der Beurteilungswerte für synthetische Materialien in Tretschichten wurde die Anforderung gestellt, dass sie transparent und nachvollziehbar hergeleitet ist und die Ableitung einer möglichst einheitlichen Methodik folgt. Plausibel zu begründende Anpassungen der Methodik sollten jedoch möglich sein.

Die Analysenergebnisse der unterschiedlichen Materialien (s. Anhang) lassen stoffspezifisch drei unterschiedliche Fallgestaltungen erkennen:

1. Sowohl Eluatgehalte als auch Feststoffgehalte unterschreiten die Beurteilungswerte der Tabelle 1 und Tabelle 2.
2. Die gemessenen Feststoffgehalte halten die Vorsorgewerte der Tabelle 2 ein. Die Eluatwerte überschreiten dennoch die Beurteilungswerte der Tabelle 1.
3. Es wurden sowohl Überschreitungen der Beurteilungswerte für Feststoffe nach Tabelle 2 als auch für 2:1-Eluate nach Tabelle 1 festgestellt.

Im LANUV wurde eine weitergehende Untersuchung dieser drei Fallgestaltungen durchgeführt und im Ergebnis wurden die in Tabelle 3 aufgeführten, vorläufigen Beurteilungswerte im Feststoff abgeleitet.

Tabelle 3: Vorläufige Beurteilungswerte für Kunststoffmaterialien in Tretschichten auf Reitplätzen

Parameter	vorläufige Beurteilungswerte [mg/kg TS]
Antimon	270
Arsen	10
Blei	20
Cadmium	0,2
Chrom, gesamt	30
Kobalt	25
Kupfer	10
Molybdän	4
Nickel	15
Quecksilber	0,2
Thallium	0,5
Selen	3
Vanadium	200
Zink	30

Im Folgenden wird die Ableitung dieser Beurteilungswerte anhand der drei unterschiedlichen Fallgestaltungen in Bezug auf die vorliegende Analytik beschrieben, wobei unter der Bezeichnung „Stoff“ die genannten Elemente und deren Verbindungen zu verstehen sind.

2.1.1 Schadstoffe mit Unterschreitung der Beurteilungswerte im Feststoff und im 2:1-Eluat

Aus den Materialuntersuchungen zur Eluierbarkeit ergeben sich für **Arsen (As)**, **Quecksilber (Hg)**, **Thallium (Tl)**, **Molybdän (Mo)**, **Selen (Se)** und **Vanadium (V)** keine Hinweise, dass Gefahren für das Grundwasser bestehen, sofern die Vorsorgewerte nach Anlage 1, Tabelle 1 bzw. die Einbringungswerte der Tabelle 5 der BBodSchV-2023 eingehalten werden. Die Beurteilungswerte für das aufzubringende Material orientieren sich deshalb an diesen Werten.

Als Beurteilungswerte für Kunststoffmaterialien, die als Tretschichten auf Reitböden aufgebracht werden sollen, werden für die Stoffe As, Hg, Tl, Mo, Se und V folgende Beurteilungswerte festgelegt:

Parameter	Beurteilungswert [mg/kg TS]
Arsen	10
Quecksilber	0,2
Thallium	0,5
Molybdän	4
Selen	3
Vanadium	200

⇒ Diese Beurteilungswerte wurden in allen bisher untersuchten Materialien deutlich eingehalten.

2.1.2 Schadstoffe mit Unterschreitung von Vorsorgewerten im Feststoff und Überschreitung von Eluatwerten in Einzelfällen

Die in bisherigen Materialuntersuchungen gemessenen Feststoffgehalte unterschreiten auch für **Cadmium (Cd)**, **Blei (Pb)**, **Zink (Zn)** und **Kobalt (Co)** durchgängig die Vorsorgewerte nach Anlage 1, Tabelle 1 und 5 des BBodSchV-2023. Für **Kupfer (Cu)** wurde an einer Probe eine geringfügige Überschreitung festgestellt. Allerdings wurden bei diesen Stoffen in Einzelfällen dennoch Überschreitungen der Beurteilungswerte im 2:1-Eluat festgestellt, aus denen abzuleiten ist, dass selbst bei Einhaltung der Vorsorgewerte in dem synthetischen Material Grundwasserbelastungen nicht sicher auszuschließen sind.

Um Aussagen treffen zu können, ob und über welche Zeiträume nach der Aufbringung Schadstoffe aus dem Material austreten und in Richtung Grundwasser verlagert werden können, wurden an einem Vliesmaterial kontinuierliche Säulenversuche mit Wasser-Feststoffverhältnissen von jeweils 1:1, 2:1, 4:1 bis 10:1 in vierfacher Wiederholung durchgeführt.

Die Untersuchungen zeigen in allen Fällen eine Abnahme der Stoffkonzentrationen mit steigendem Wasser-Feststoffverhältnis (W/F-Verhältnis). Die Ergebnisse weisen zumeist auf eine exponentiell abnehmende Quellkonzentration hin und können über folgende Kurvenanpassung beschrieben werden:

$$C_t = a * e^{b*x}$$

wobei C_t dem Konzentrationswert bei einem W/F-Verhältnis von x entspricht.

Das lässt sich grafisch, wie in Abbildung 5 in generalisierter Form gezeigt, darstellen. Für die abschließende Festlegung des Beurteilungswertes wird in der Regel die aus den Maximalwerten der vier Wiederholungen abgeleitete Funktion zugrunde gelegt.

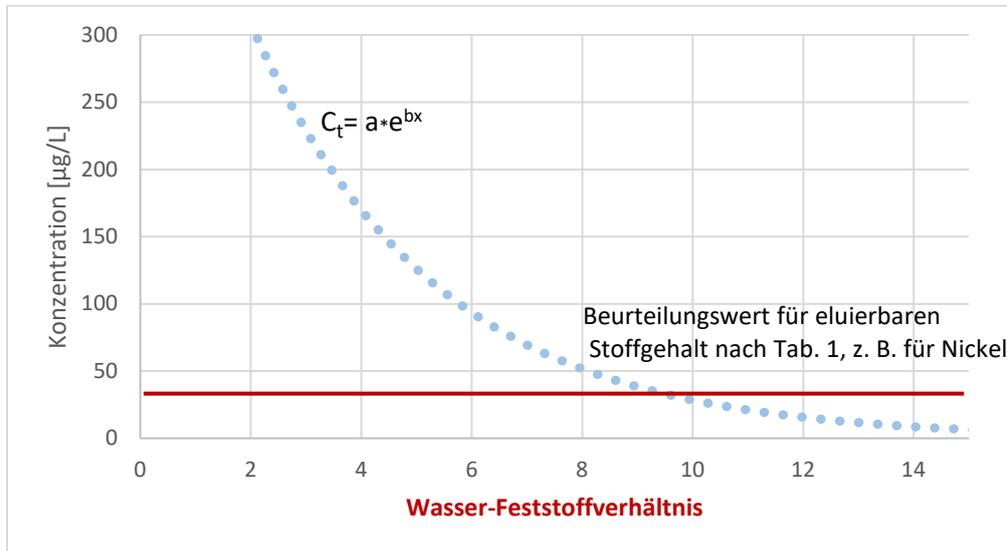


Abbildung 5: Generalisierte Darstellung des Abklingverhaltens von Schadstoffen, abgeleitet aus den im Säulenversuch gemessenen Eluatkonzentrationen bei unterschiedlichen W/F-Verhältnissen (Beurteilungswert für Eluatkonzentration nach Tab. 1 = rote Linie)

Auf die Fläche eines Reitplatzes werden von dem untersuchten Vlies-Material üblicherweise incl. der Nachfüllung ca. 4,8 kg/m² aufgebracht. Es wird von einer Gesamtnutzungsdauer von 15 Jahren ausgegangen. Aus dem in diesem Material jeweils gemessenen Feststoffgehalt [mg/kg Material] lässt sich eine stoffspezifische Aufbringungsmenge [mg/m²] berechnen.

Da Reitflächen im Freien üblicherweise regelmäßig beregnet werden, wird für die Berechnung möglicher Austräge in Richtung Grundwasser von einer Sickerwasserrate von 400 mm/a ausgegangen, was einer konservativen Annahme entspricht. Damit würden in einem Jahr 4,8 kg Material von ca. 400 l Wasser durchlaufen. Das entspricht einem W/F-Verhältnis von ca. 80:1. Unter der modellhaften und stark vereinfachten Annahme, dass dieses Wasser das aufgebraachte Material kontinuierlich durchfließt (wie im Säulenversuch simuliert), wäre ein W/F-Verhältnis von 10:1 nach ca. 45 Tagen erreicht ($365 * \frac{10}{80}$).

Die in den nachfolgenden Abbildungen dargestellten Kurven zum Abklingverhalten lassen sich auf den so abgeleiteten Zeitfaktor (W/F von 10:1 $\hat{=}$ 45 d) anpassen (Abbildung 6).

Rückhalte- und Akkumulationsprozesse im Verlauf der anschließenden Stoffverlagerung mit dem Sickerwasser in Richtung Grundwasser werden im Folgenden nicht weiter betrachtet.

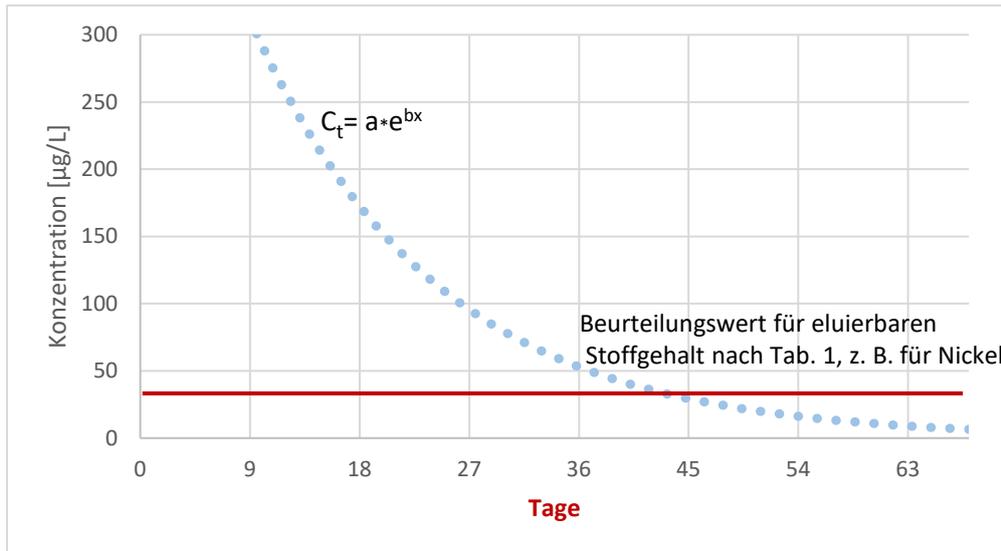


Abbildung 6: Generalisierte Darstellung des zeitlichen Verlaufs beim Abklingverhalten von Schadstoffen, übertragen aus den unterschiedlichen W/F-Verhältnissen im kontinuierlichen Säulenversuch (Beurteilungswert für Eluatkonzentration nach Tab. 1 = rote Linie)

Für die nachfolgend zu beurteilenden Schadstoffe werden diese Zusammenhänge zur Festlegung der Beurteilungswerte genutzt.

Die Messwerte für **Blei** (Pb) im Feststoff liegen in allen bisher untersuchten Fällen deutlich unterhalb des Vorsorgewertes. Bei den Messungen im 2:1-Eluat wurden allerdings erhebliche Streuungen, festgestellt, wobei in vier Fällen Überschreitungen des Beurteilungswertes nach Tabelle 1 festgestellt wurden. Dies betraf auch Fälle, in denen die Feststoffgehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen.

In den kontinuierlichen Säulenversuchen hat Blei jedoch ein schnelles Abklingverhalten bei erhöhten Eluatwerten (Maximum=blaue Linie) gezeigt, was dazu führt, dass in diesen Fällen innerhalb eines Zeitraums von ca. 40 Tagen mit einem Konzentrationsrückgang auf Werte unterhalb des Beurteilungswertes nach Tabelle 1 (43 µg/L) zu rechnen ist (Abbildung 7).

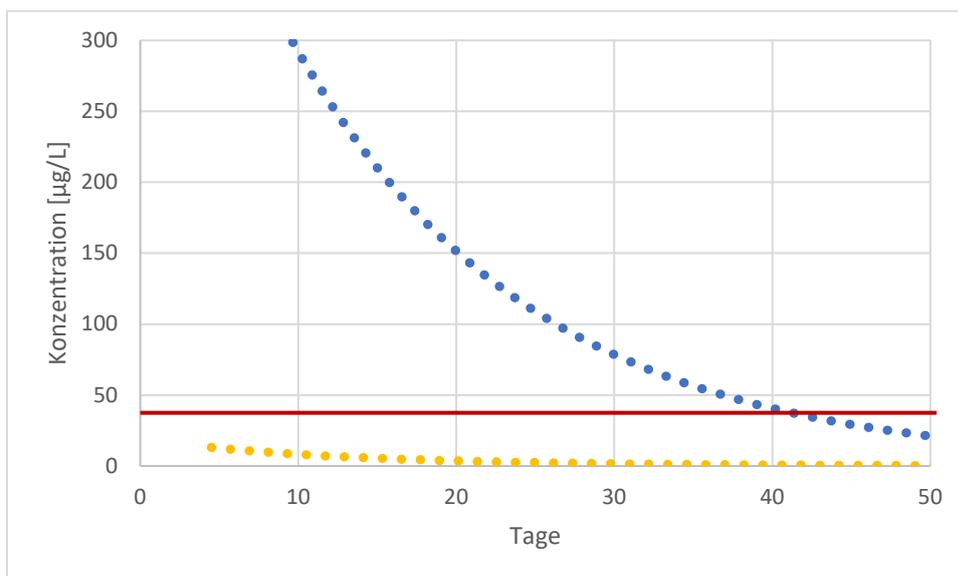


Abbildung 7: Abklingverhalten für Blei für den im Säulenversuch abgebildeten Zeitraum (Max = blau und Min = gelb; Beurteilungswert für Eluatkonzentration nach Tab. 1 = rote Linie)

Ein Feststoffwert für Blei in Höhe des halben Vorsorgewertes (20 mg/kg) ist damit zu rechtfertigen.

Ähnlich stellt sich die Situation bei **Kupfer** (Cu) und **Zink** (Zn) dar. Während allerdings auch bei Zink alle Feststoffgehalte deutlich unterhalb der Vorsorgewerte liegen, wurde bei Kupfer in einem Fall eine diesbezügliche Überschreitung festgestellt. Trotz niedriger Feststoffgehalte traten bei beiden Stoffen in verschiedenen Materialien Überschreitungen der Eluatwerte auf.

Bei den kontinuierlichen Säulenversuchen mit Vliesmaterial war dies nicht der Fall, so dass daraus nicht abzuleiten ist, wann Eluatwerte unterschritten werden. Unter der Voraussetzung, dass das Freisetzungverhalten von Kupfer und Zink auf Konzentrationsbereiche außerhalb des jeweils gemessenen Bereichs übertragbar ist, ist bei beiden Stoffen damit zu rechnen, dass in einem Zeitraum von ca. 30 bis 40 Tagen ein Konzentrationsrückgang auf ca. 10 % der mit 2:1 Elution gemessenen Gehalte erfolgt (Abbildung 8 und Abbildung 9). Auch für diese beiden Stoffe wird deshalb konservativ ein Beurteilungswert in Höhe der halben Vorsorgewerte festgelegt.

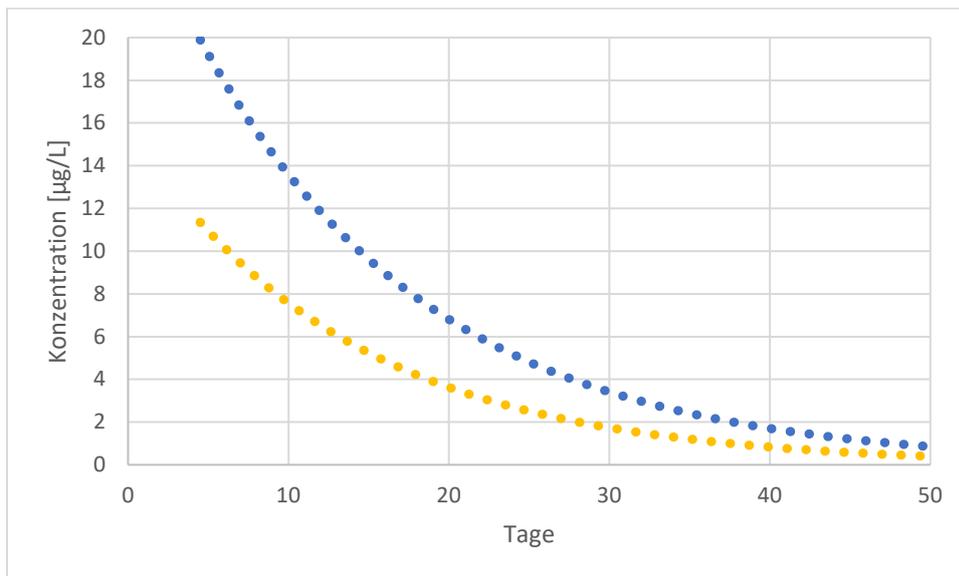


Abbildung 8: Abklingverhalten für Kupfer für den im Säulenversuch abgebildeten Zeitraum (Max = blau und Min = gelb)

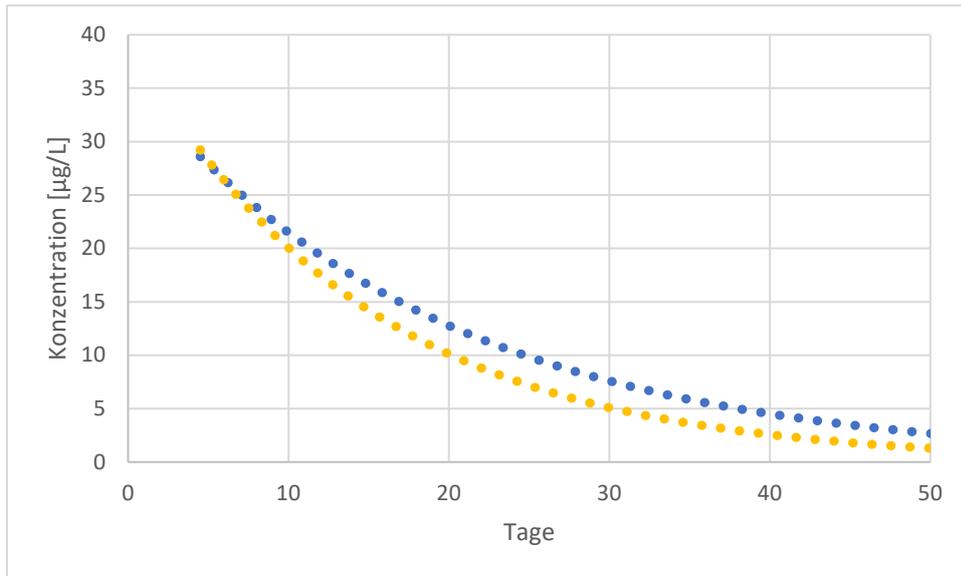


Abbildung 9: Abklingverhalten für Zink für den im Säulenversuch abgebildeten Zeitraum (Max = blau und Min = gelb)

Kobalt (Co) zeigt in der Wiederholungsuntersuchung mit den höchsten und niedrigsten Werten ein sehr schwaches Abklingverhalten, das sich nur ungenügend mit Hilfe von Exponentialfunktionen beschreiben lässt. Die Wiederholungsuntersuchungen mit mittlerem Wertenniveau zeigen hingegen mit Bestimmtheitsmaßen von $r^2=0,84$ und $0,91$ hohe Erklärungsbeiträge bei Annahme eines exponentiellen Abklingverhaltens (Abbildung 10). Werden diese beiden Messreihen zugrunde gelegt, kann auch für Kobalt eine Reduktion der Eluatkonzentration auf ca. 10 % der mit 2:1 Elution gemessenen Gehalte innerhalb von 30 bis 40 Tagen gerechnet werden, so dass auch für Kobalt die Festlegung des Beurteilungswertes in Höhe des halben Vorsorgewertes begründet ist.

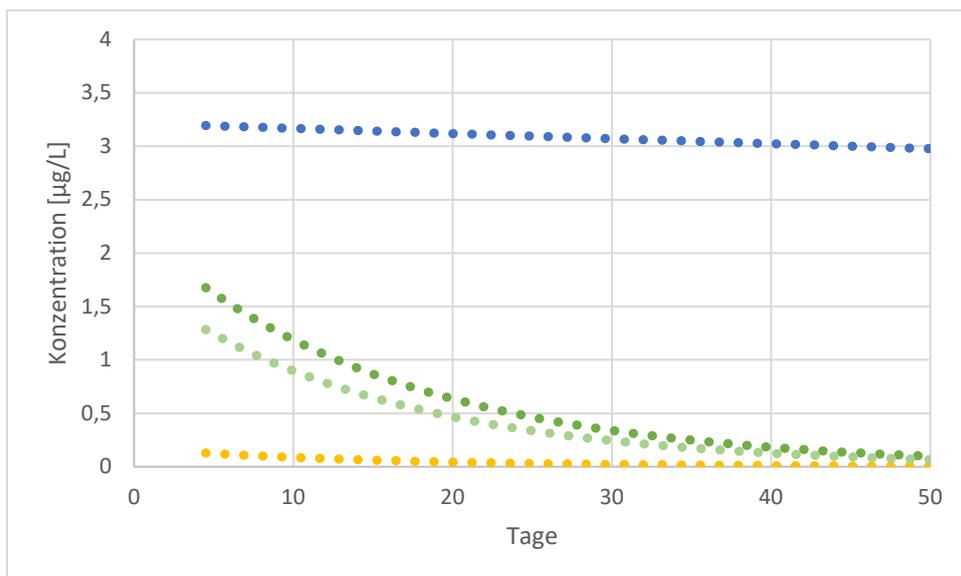


Abbildung 10: Abklingverhalten für Kobalt für den im Säulenversuch abgebildeten Zeitraum (Max = blau, Min = gelb, mittleres Wertenniveau = hell-/dunkelgrün)

Die Messwerte für **Cadmium** (Cd) im Feststoff liegen in allen Fällen unterhalb des Vorsorgewertes und nahezu durchgängig im Bereich der Bestimmungsgrenze in Höhe von 0,05 mg/kg. Dennoch wird in einem Fall der Beurteilungswert im 2:1-Eluat mäßig überschritten. Eine Beschreibung des Abklingverhaltens ist aufgrund dieser Datenlage nicht zielführend, daher wird der Beurteilungswert ebenfalls auf die Hälfte des Vorsorgewertes festgelegt.

Da für die in diesem Abschnitt genannten Stoffe, auch bei Einhaltung der Feststoffgehalte nach Tabelle 2, nicht sichergestellt ist, dass die Beurteilungswerte für das Eluat eingehalten werden, werden folgende Beurteilungswerte jeweils in Höhe der halben Vorsorgewerte festgelegt:

Parameter	Beurteilungswert [mg/kg TS]
Blei	20
Zink	30
Kupfer	10
Kobalt	25
Cadmium	0,2

⇒ In den bisher untersuchten Materialien wurden diese Werte zumeist eingehalten, allerdings liegen die Zinkgehalte in zwei Proben nur knapp unterhalb des Wertes von 30 mg/kg. Der Beurteilungswert für Kupfer von 10 mg/kg wird in zwei untersuchten Proben aus Teppichresten überschritten.

2.1.3 Überschreitung der Beurteilungswerte im Feststoff und im 2:1-Eluat

Bei den Stoffen **Chrom** (Cr) und **Nickel** (Ni) wurden in den bisher untersuchten Materialien sowohl Vorsorgewertüberschreitungen in der Feststoffphase als auch Überschreitungen der Beurteilungswerte für das 2:1-Eluat festgestellt. Dies gilt jedoch nicht für die Eluatwerte des Vliesmaterials aus den kontinuierlichen Säulenversuchen.

Bei beiden Stoffen ist das Abklingverhalten der eluierbaren Gehalte langsamer als bei den vorgenannten Stoffen (Abbildung 11 und Abbildung 12). So ist bei Chrom mit einer Reduktion der Eluatkonzentration auf ca. 10 % der mit 2:1-Elution gemessenen Gehalte erst nach 4 und bei Nickel nach 6 Monaten zu rechnen. Gleichzeitig wurden als maximale Eluatkonzentrationen dieser beiden Stoffe jedoch nur moderate Überschreitungen der Beurteilungswerte im 2:1-Eluat nach Tabelle 1 festgestellt, während Feststoffgehalte im Bereich der Vorsorgewerte vergleichsweise häufig gemessen wurden.

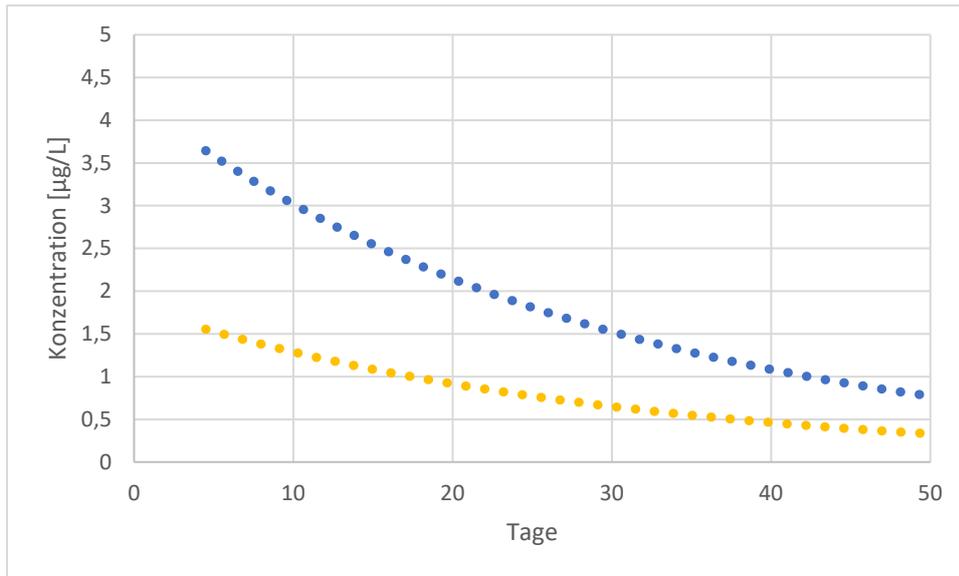


Abbildung 11: Abklingverhalten für Chrom für den im Säulenversuch abgebildeten Zeitraum (Max = blau und Min = gelb)

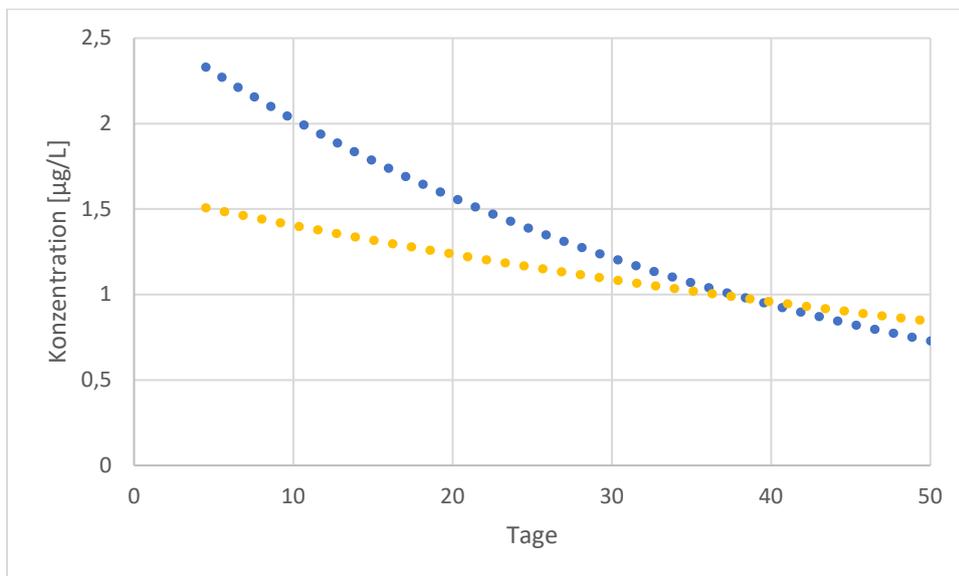


Abbildung 12: Abklingverhalten für Nickel für den im Säulenversuch abgebildeten Zeitraum (Max = blau und Min = gelb)

Unter der Voraussetzung, dass auch das Freisetzungverhalten von Chrom und Nickel auf Konzentrationsbereiche außerhalb des jeweils gemessenen Bereichs übertragbar ist, werden für diese Stoffe Beurteilungswerte in Höhe der Vorsorgewerte festgelegt:

Parameter	Beurteilungswert [mg/kg TS]
Chrom	30
Nickel	15

⇒ In den bisher untersuchten Materialien wurde der Wert für Nickel in zwei und der für Chrom in drei Fällen überschritten.

Bei **Antimon (Sb)** wurden in den bisher untersuchten Materialien sowohl deutliche Überschreitungen des Beurteilungswertes nach Tabelle 2 in der Feststoffphase als auch deutliche Überschreitungen der Beurteilungswerte für das 2:1-Eluat festgestellt. Diese Überschreitungen wurden in unterschiedlichen Materialien der Vorversuche und auch in dem Material des kontinuierlichen Säulenversuchs festgestellt. Auch bei Antimon zeigt sich eine deutliche Abnahme der Stoffkonzentrationen im zeitlichen Verlauf (Abbildung 13). Die Konzentrationen lagen im kontinuierlichen Säulenversuch jedoch auch bei einem W/F-Verhältnis von 10:1 noch oberhalb der Beurteilungsschwelle für das Eluat.

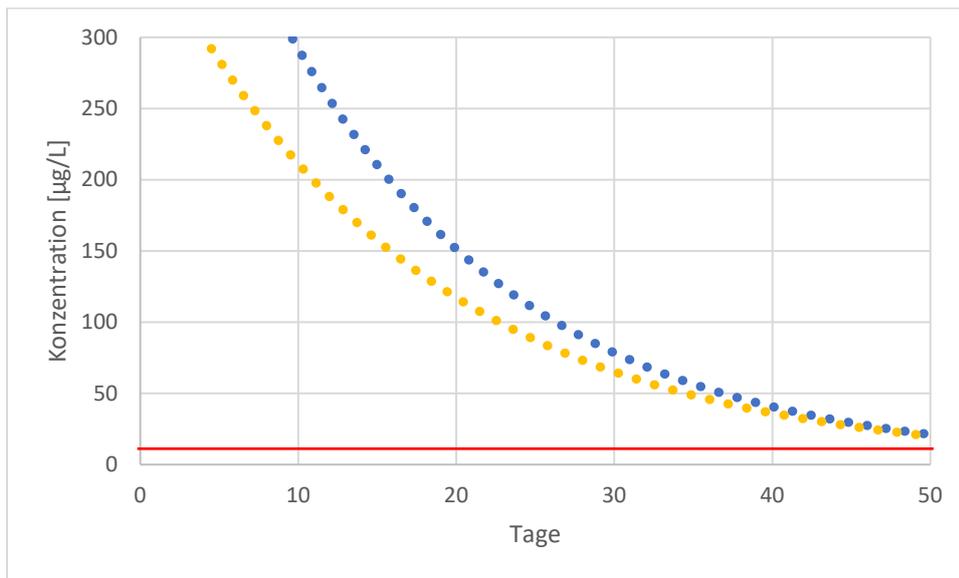


Abbildung 13: Abklingverhalten für Antimon für den im Säulenversuch abgebildeten Zeitraum (Max = blau und Min = gelb; Beurteilungswert für Eluatkonzentration nach Tab. 1 = rote Linie)

Wenn die Abschätzung des Abklingverhaltens anhand der berechneten Gleichungen über den damit abbildbaren Zeitraum hinaus extrapoliert wird, lässt sich annehmen, dass der Beurteilungswert an der Unterkante der Quelle nach ca. 2 – 3 Monaten unterschritten wird (Abbildung 14).

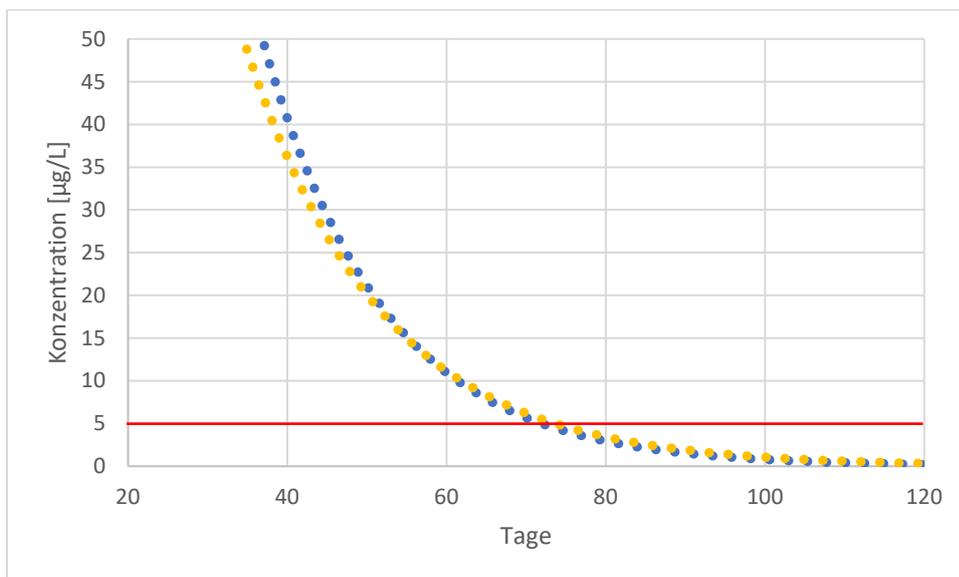


Abbildung 14: Prognostiziertes Abklingverhalten für Antimon im weiteren Zeitverlauf (Max = blau und Min = gelb; Beurteilungswert für Eluatkonzentration nach Tab. 1 = rote Linie)

Im Rahmen einer weiteren Plausibilitätsbetrachtung wurden für Antimon anhand der gemessenen Eluatwerte Austragsfrachten im zeitlichen Verlauf berechnet. Es wurden Kumulationskurven abgeleitet, mit Hilfe derer abgeschätzt werden kann, wie hoch der Gesamtaustrag zu bestimmten Zeitpunkten ist (Abbildung 15).

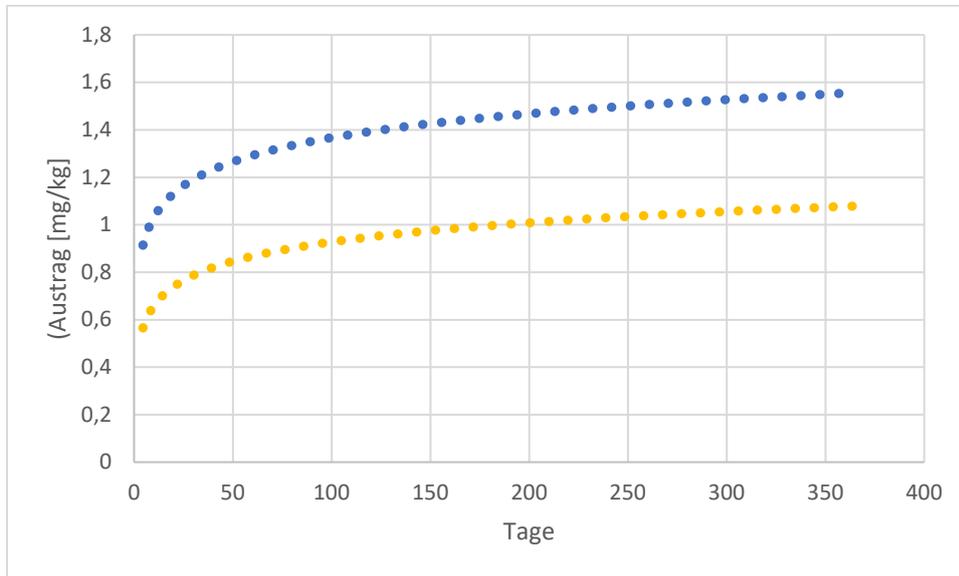


Abbildung 15: Kumulationskurve für ausgetragene Antimonfracht im zeitlichen Verlauf (Max = blau und Min = gelb)

Danach ist zu erwarten, dass sich nach 46 Tagen (entsprechend einem W/F-Verhältnis von 10:1) die Gesamtgehalte um lediglich 0,8 bis 1,4 mg Sb/kg reduziert haben und sich die darüberhinausgehende Abnahme im weiteren zeitlichen Verlauf stark verringert. Die Extrapolation des Modells legt nahe, dass, gemessen an den Feststoffgehalten von 270 mg Sb/kg zum Zeitpunkt der Materialaufbringung, mit einer relevanten Abnahme der Gesamtgehalte auch über längere Zeiträume nicht zu rechnen ist und somit voraussichtlich auch zum Ende der Nutzungszeit noch bedeutsame Antimongehalte im Material enthalten sind.

Da bei dem untersuchten Material mit einem Gesamtgehalt von 270 mg Sb/kg 2 bis 3 Monate nach der Aufbringung mit einer Unterschreitung des in Tabelle 1 genannten Eluatwerts zu rechnen ist, wird für Antimon dieser Wert als Beurteilungsgrundlage festgelegt.

Parameter	Beurteilungswert [mg/kg TS]
Antimon	270

⇒ In den bisher untersuchten Materialien wurde dieser Wert nicht überschritten, allerdings liegen mehrere Proben nur knapp unterhalb dieses Wertes.

2.2 Orientierungswerte im Feststoff (Tabelle 4 im LANUV-Arbeitspapier)

Zum Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit sollen Tretschichten auf Reitplätzen keine besonders besorgniserregenden Stoffe (SVHC) im Sinne der REACH-Verordnung³ bzw. Persistente Organische Stoffe (POP) im Sinne der POP-Verordnung⁴ enthalten, die über die jeweils dort festgelegten Konzentrationsgrenzen hinausgehen.

Diese Anforderung an Kunststoffmaterialien zur Herstellung von Tretschichten können anhand der in Tabelle 4 aufgeführten Orientierungswerte überprüft werden.

Tabelle 4: Orientierungswerte als Hinweis auf halogenierte Additive mit besonders besorgniserregenden Eigenschaften in Kunststoffmaterialien in Tretschichten (ohne PVC)

Leitparameter	Orientierungswert im Feststoff	Überschreitung der Orientierungswerte: Möglicherweise in Kunststoffen enthaltene gefährliche Additive (besonders besorgniserregende Stoffe nach REACH bzw. Persistente Organische Stoffe nach POP-Verordnung)
Fluor, gesamt	nicht bestimmbar ($< 0,005$ Ma.-%)	Schmutzabweisende Ausrüstung: <ul style="list-style-type: none"> • Perfluorooctansäure (PFOA) • Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)
Chlor, gesamt	0,07 Ma.-%	Weichmacher: C10-C13-Chloralkane
Brom, gesamt	0,03 Ma.-%	Flammschutzmittel: <ul style="list-style-type: none"> • Hexabromcyclododecan (HBCD) • Polybromierte Diphenylether (PBDE)

Die Orientierungswerte in Tabelle 4 leiten sich auf Grundlage der chemikalienrechtlichen Anforderungen in drei Arbeitsschritten wie folgt ab:

a) Auswahl der für den Zweck geeigneten Kunststoffarten (relevante Kunststoffe)

Nach Literaturangaben werden insbesondere den Polymeren PVC und PU viele verschiedene Chemikalien als funktionale Additive zugesetzt, die umweltrelevante Auswirkungen haben können. Deshalb wird im LANUV-Arbeitsblatt 53 empfohlen, diese Kunststoffarten nicht zu verwenden. Die verwendbaren Kunststoffarten stellt Tabelle 1 des LANUV-Arbeitsblatts 53 zusammen (PP, PES, PET, PA, EVA). Dies sind die relevanten Kunststoffarten für die weitere Bewertung.

³ Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission, zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2021/1297 der Kommission vom 4. August 2021.

⁴ Verordnung (EU) 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über persistente organische Schadstoffe, zuletzt geändert durch die delegierte Verordnung (EU) 2021/277 der Kommission vom 16. Dezember 2020.

b) Ermittlung der möglicherweise in relevanten Kunststoffen enthaltenen halogenierten Additive mit chemikalienrechtlichen Restriktionen (relevante Inhaltsstoffe)

Die üblicherweise in Kunststoffen verwendeten Additive wurden auf Grundlage der im LANUV vorliegenden Literaturangaben ermittelt (siehe Zusammenfassung in Tabelle 3 im LANUV-Arbeitsblatt 53). Davon wurden im Weiteren die halogenierten Additive berücksichtigt, die im Wesentlichen in den relevanten Kunststoffarten enthalten sein können, und die stoffspezifischen Regelungen im Chemikalienrecht unterliegen oder als „Prioritäre Stoffe“ im Sinne des Wasserrechts⁵ einzuordnen sind. Die halogenierten, organischen Stoffe werden über Halogen-Feststoffgehalte angezeigt.

Die als relevante Inhaltsstoffe identifizierten Chemikalien stellt Tabelle 5 zusammen, die außerdem Stoffdaten enthält, die zur stöchiometrischen Berechnung der Orientierungswerte im nächsten Arbeitsschritt benötigt werden.

c) Ableitung von Orientierungswerten zur Erkennung von besonders umweltrelevanten, halogenierten Chemikalien in verschiedenen Kunststoffarten

Die tatsächlich in den jeweils verwendeten Kunststoffarten vorhandenen Chemikalien sind den Herstellern von Tretschichten häufig nicht bekannt. Bei der Vielfalt möglicher Chemikalien ist die Analytik auf Einzelstoffe entsprechend aufwändig. Daher werden Orientierungswerte für den Halogengehalt abgeleitet, um prüfen zu können, ob besonders besorgniserregende, halogenierte Chemikalien in relevanten Konzentrationen in den betreffenden Kunststoffen vorliegen könnten. Dabei ergeben sich die relevanten Konzentrationen eines Stoffes aus den jeweiligen stoffspezifischen Regelungen des Chemikalienrechts.

Jeder relevante Inhaltsstoff (z. B. HBCD) wurde einem Halogen, z. B. Brom, zugeordnet. Dabei charakterisiert das Halogen den jeweiligen Inhaltsstoff in Abgrenzung zur Polymermatrix, die lediglich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht. Das Halogen dient somit als Leitparameter (Messgröße) für die betreffenden halogenierten Inhaltsstoffe bei der chemischen Analyse.

Aus der nach Chemikalienrecht strengsten Konzentrationsgrenze eines Stoffes wurde stöchiometrisch die entsprechende Konzentrationsgrenze des jeweiligen Halogens berechnet. Anschließend wurde pro Halogen, z. B. Brom, ein Orientierungswert festgelegt, der anzeigen soll, ob z. B. bromierte Flammschutzmittel wie HBCD in den relevanten Kunststoffen vorliegen könnten. Die Ableitung der Orientierungswerte fasst Tabelle 6 zusammen.

Werden die Orientierungswerte überschritten, ist dies ein Hinweis darauf, dass besonders besorgniserregende, halogenierte Stoffe in den verwendeten Kunststoffen vorliegen können und dabei möglicherweise geltende Verwendungsverbote und Beschränkungen des Chemikalienrechts nicht eingehalten werden.

⁵ Anhang X der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

Erläuterungen zur stöchiometrischen Berechnung der Elementkonzentrationen in Tabelle 6:

Das Stoffmengenverhältnis eines Elements (Halogens) in einer Verbindung ist immer gleich und aus der Summenformel einer Verbindung abzulesen:

$$(1) \quad \frac{n_{\text{Element}}}{n_{\text{Verbindung}}} = \frac{x}{1} \quad \text{Summenformel der „Verbindung“: Element}_x\text{Rest,}$$

z. B. $x=2$ für H in H_2O

Dabei ist „n“ die Stoffmenge an Teilchen (Atome, Moleküle), die durch folgende Formel definiert ist:

$$(2) \quad n = \frac{m}{M} \quad \text{mit} \quad \begin{array}{l} n = \text{Stoffmenge in mol} \\ m = \text{Masse in kg} \\ M = \text{Molare Masse in kg/mol} \end{array}$$

Zum Beispiel enthält 1 mol der Verbindung „Arsentrioxid“ mit der Summenformel As_2O_3 immer 2 mol Arsen und 3 mol Sauerstoff. Das Stoffmengenverhältnis für Arsen in Arsentrioxid entspricht daher gemäß Gleichung (1) immer 2 : 1, wobei hier $x = 2$ ist. In Bezug auf Sauerstoff in Arsentrioxid entspricht das Stoffmengenverhältnis immer 3 : 1.

Setzt man Gleichung (2) in Gleichung (1) sowohl für das Element als auch die Verbindung ein und löst die Gleichung nach m_{Element} auf, ergibt sich folgende Formel, nach der die Masse eines Elementes in einer Verbindung berechnet werden kann, wenn die Masse der Verbindung $m_{\text{Verbindung}}$ bekannt ist.

$$(3) \quad m_{\text{Element}} = x * M_{\text{Element}} \frac{m_{\text{Verbindung}}}{M_{\text{Verbindung}}}$$

In diesem Fall ist $m_{\text{Verbindung}}$ die strengste Konzentrationsgrenze dieser Verbindung (dieses Stoffes) aus den betreffenden Regelungen des Chemikalienrechts (s. Tabelle 6). „x“ entspricht dem Stoffmengenverhältnis eines Elements in einer Verbindung gemäß Summenformel. Die Molaren Massen (M) sind bekannt.

Abkürzungen

EVA	Ethylen-Vinylacetat-Copolymere
Deca-BDE	Deca-bromdiphenylether
HBOD	Hexabromcyclododecan
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
PA	Polyamid
PAK	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF)
PES	Polyester
PET	Polyethylenterephthalat
PFOA	Perfluorooctansäure
PFOS	Perfluorooctansulfonsäure
PFT	Perfluorierte Tenside
POP	Persistent Organic Pollutants (persistente organische Schadstoffe)
PU	Polyurethan
PP	Polypropylen
PVC	Polyvinylchlorid
SCCP	Short Chained Chlorinated Paraffins (kurzkettige Chlorparaffine)
SVHC	Substances of Very High Concern (besonders besorgniserregende Stoffe)
Tetra-BDE	Tetra-bromdiphenylether
WGK	Wassergefährdungsklasse

Tabelle 5: Stoffliste mit relevanten, halogenierten Chemikalien in den für die Herstellung von Tretschichten relevanten Kunststoffarten

Stoffidentität			Daten zur Stöchiometrie				REACH			POP		Wasserrecht	
Name	CAS-Nr	Kürzel	Summenformel	Element	Molare Masse (kg/mol)		Kandidatenliste	Anhang XIV	Anhang XVII	Anhang I, Teil A	Anhang IV (Abfälle)	Prioritärer Stoff	WGK
				Messgröße	Stoff	Element		Zulassungspflicht	Beschränkungen	Spalte 4	Konzentrationsgrenzen %		
Fluorierte organische Stoffe													
Perfluorooctansäure	335-67-1	PFOA	C ₈ HF ₁₅ O ₂	F	414,07	18,998	SVHC		Nr. 28-30 (CMR, Stoffe, Gemische): 0,1%; Nr. 68 (Inverkehrbringungsverbot ab 04.07.2020 mit def. Ausnahmen)				3
Perfluorooctansulfonsäure	1763-23-1	PFOS	C ₈ HF ₁₇ O ₃ S	F	500,13					Nr. 28-30 (CMR, Stoffe, Gemische): 0,1%; Nr. 68 (Inverkehrbringungsverbot ab 04.07.2020 mit def. Ausnahmen, insb. für POP-PFOS)	Nr. 2 (Erzeugnisse) 0,1%	0,005	Nr. 35
Chlorierte organische Stoffe													
kurzkettige Chlorparaffine (C10-C13)	85535-84-8	SCCP	C _x H _(2x-y+2) Cl _y	Cl		35,45	SVHC		Nr. 3 (fl. Stoffe, Gemische)	Nr. 1 (Erzeugnisse) 0,15%	1	Nr. 7	3
Hochchloriert			C ₁₀ H ₉ Cl ₁₃		590,07								
Niedrigchloriert			C ₁₃ H ₂₇ Cl		218,81								
Bromierte organische Stoffe													
Deca-bromdiphenylether	1163-19-5	Deca-BDE	C ₁₂ Br ₁₀ O	Br	959,17	79,9	SVHC		Nr. 67.2 Inverkehrbringungsverbot Erzeugnisse: 0,1%	Nr. 2 (Gemische, Erzeugnisse): Summe Tetra-Hepta-, Deca-BDE: 0,05%	Summe Tetra-Hepta-, Deca-BDE: 0,1		
Tetra-bromdiphenylether	40088-47-9	Tetra-BDE	C ₁₂ H ₆ Br ₄ O	Br	485,79								
Hexabromcyclo-dodecan, Isomere	25637-99-4	HBCD	C ₁₂ H ₁₈ Br ₆	Br	641,73			SVHC	Nr. 3	Nr. 1: FSM in Erzeugnis: 0,01%	0,1	Nr. 43	3

Tabelle 6: Ableitung der Orientierungswerte (Tabelle 4 LANUV-Arbeitsblatt 53) aus den Vorgaben des Chemikalienrechts

Besonders zu beachtende Inhaltstoffe in Kunststoffen (Elemente / Stoffe)		Spezielle stoffbezogene Regelung im Chemikalienrecht (außer "prioritär", geregelt im Wasserrecht)			Ableitung der Orientierungswerte				
Element, Messgröße	relevante Bezugsverbindung	Stoffgruppe	strengste Konz.-grenze	Regelung im Chemikalienrecht	stöchiometrisch berechnet in Bezug auf Elementgehalte		Vorschlag Orientierungswert für das Element / die Verbindung		
			%		%	mg/kg	mg/kg	%	Berechnung (gerundet)
Fluor	Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	POP, prioritär	0,005	POP-V: Anhang IV: 50 mg Anhang I, Nr. 2 (Erzeugnisse): 0,1%	0,0032	32			
	Perfluorooctansäure (PFOA)	svhc	0,1	Beschränkungen nach Anhang XVII REACH: Nr. 28-30 (CMR-Stoffe, -Gemische)	0,069	700			
	Perfluorierte Tenside						< 50	< 0,005	nicht nachweisbar
Chlor	hoch chlorhaltiges SCCP (C ₁₀ H ₉ Cl ₁₃)				0,117	1170			
	niedrig chlorhaltiges SCCP (C ₁₃ H ₂₇ Cl)				0,024	240			
	SCCP: Kurzkettige Chlorparaffine (C₁₀-C₁₃)	svhc, POP, prioritär	0,15	POP-V: Anhang IV: 1% Anhang I, Nr. 1 (Erzeugnisse): 0,15%			700	0,07	Mittelwert aus "extremen" SCCP
Brom	Hexabromcyclododecan, Isomere (HBCD)	svhc, POP, prioritär	0,01	POP-V, Anhang I, Nr. 1	0,0075	75			
	Decabromdiphenylether (Deca-BDE)	svhc, POP	0,05	POP-V, Anhang I, Nr. 2 (Summe Tetra- bis Hepta-,Deca-BDE)	0,0417	420			
	Tetrabromdiphenylether (Tetra-BDE)	svhc, POP, prioritär	0,05		0,033	330			
	Bromierte Flammschutzmittel						300	0,03	Mittelwert

Anhang: Analysenergebnisse

- Zusammenstellung der im LANUV vorliegenden Analysenergebnisse (Feststoff)
- Zusammenstellung der im LANUV vorliegenden Analysenergebnisse (Eluate/Perkolate)
- Kontinuierlicher Säulenversuch, LANUV

Prüfmerkmal	Methode / Norm	Einheit	Gesamtgehalte										Untersuchungen Dritter		
			Untersuchungen LANUV								Teilprobe Tretschicht > 2 mm		020144323	18-069310-01	612001715
			20-15224-01	20-15225-01	20-15226-01	21-02332-01	21-02334-01	21-02335-01	21-02336-01	Teilprobe Tretschicht > 2 mm	Außenplatz, gebrauchtes Vlies	Teppichreste (in Gebrauch)	Teppichreste	Teppichreste	
Probe 1, A weißes Vlies	Probe 2, A schwarzes Vlies	Probe 3, A Teppichboden	Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial Feststoff 1	Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial Feststoff 2	Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial Feststoff 3	Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial Feststoff 4	Reithalle, gebrauchtes Vlies	Außenplatz, gebrauchtes Vlies	Teppichreste (in Gebrauch)	Teppichreste	Teppichreste				
Trockenmasse	DIN EN 14346	%	97,4	99,6	99,6							91,3	88,7	83,4	
Quecksilber	DIN EN ISO 12846/DIN EN ISO 16772/DIN EN 16175-1	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,055	<0,050	<0,050	<0,050			<0,01	
Thallium	DIN EN ISO 17294-2	mg/kg	<0,010	<0,010	0,01	<0,010	<0,010	<0,015	<0,010						
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 / DIN ISO 22036	mg/kg	<0,050	0,085	0,16	0,14	0,08	0,43	0,22	4,3	6,5			3,6	
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 / DIN ISO 22036	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	0,07	0,09			0,34	
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 / DIN ISO 22036	mg/kg	3,4	1,9	2,4	13	4,1	37	5,3	101	51			5,9	
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 / DIN ISO 22038/DIN EN ISO 11885	mg/kg	2,2	n.b.	2,1	5	2	18	3,2	50	15			2,5	
Cobalt	DIN EN ISO 17294-2 / DIN ISO 22038	mg/kg	0,49	3,3	0,91	12	11	13	12					<0,1	
Antimon	DIN EN ISO 17294-2/DIN EN ISO 11885	mg/kg	100	260	27	250	260	260	270	56	80	157	18	8,4	
Zink	DIN EN ISO 17294-2 / DIN ISO 22036 / DIN EN ISO 11885	mg/kg	10	5	27	<2,0	<2,0	14	<2,0	<20	24			16	
Zinn	DIN EN ISO 17294-2/DIN EN ISO 11885	mg/kg				<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<1,0	<1,0	<3	<0,2	<2	
Kupfer	DIN EN ISO 11885 / DIN ISO 22038 / DIN EN ISO 17294-2	mg/kg	2,7	4	20	1	1,1	3,4	1,3	<10	<10			35	
Blei	DIN EN ISO 11885 / DIN ISO 22038 / DIN EN ISO 17294-2	mg/kg	0,82	0,53	0,9	<0,50	<0,50	<2,7	<0,50	<20	<20			2,7	
Titan	DIN EN ISO 11885 / DIN ISO 22036	mg/kg	89	n.a.	n.a.	n.b.	n.b.	130	n.b.	190	200				
Molybdän	DIN EN ISO 17294-2	mg/kg	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<1,0	<0,50						
Vanadium	DIN EN ISO 17294-2	mg/kg	<0,50	<0,50	0,57	<1,5	<0,50	<1,1	<1,1						
Gadolinium	DIN EN ISO 17294-2	mg/kg	<0,050	<0,050	0,14	<0,050	<0,050	<0,065	<0,050						
Uran	DIN EN ISO 17294-2	mg/kg	<0,010	<0,010	0,05	<0,010	<0,010	<0,015	<0,010						
Selen	DIN EN ISO 17294-2	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050						
Calcium	DIN ISO 22036	Gew %	n.a.	n.a.	180										
Chlor	DIN EN ISO 10304 / DIN EN 14582	Gew %	0,023	0,024	0,025	0,019	n.a.	n.a.	n.a.	<0,005	<0,005	0,028	0,027	0,04	
Brom	DIN EN ISO 10304 / DIN EN 14582	Gew %	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	n.a.	n.a.	n.a.	<0,005	<0,005	<0,005	<0,007	<0,005	
Fluor	DIN EN ISO 10304 / DIN EN 14582	Gew %	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	n.a.	n.a.	n.a.	<0,0025	<0,0025	<0,005	0,002	0,031	
PCB-28	DIN EN 1948-3, -4/DIN EN 15308	µg/kg	0,27	<0,25	<0,25					0,058	0,88			<10	
PCB-52	DIN EN 1948-3, -4/DIN EN 15308	µg/kg	0,38	0,25	<0,25					0,13	1,1			<10	
PCB-101	DIN EN 1948-3, -4/DIN EN 15308	µg/kg	0,46	0,41	<0,25					0,58	1,5			<10	
PCB-118	DIN 38414-20	µg/kg	0,35	<0,25	<0,25										
PCB-153	DIN EN 1948-3, -4/DIN EN 15308	µg/kg	0,46	0,32	<0,25					0,89	1,7			<10	
PCB-138	DIN EN 1948-3, -4/DIN EN 15308	µg/kg	0,54	0,41	<0,25					0,77	1,7			<10	
PCB-180	DIN EN 1948-3, -4/DIN EN 15308	µg/kg	<0,25	<0,25	<0,25					0,55	0,98			<10	
1,2,3,4,6,7,8,9-Octachlordibenzodioxin	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								43,0	110				
2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								<0,0560	<0,0650				
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzodioxin	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								<0,100	0,230				
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzodioxin	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								<1,10	1,30				
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzodioxin	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								<0,730	1,10				
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzodioxin	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								<8,00	2,30				
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzodioxin	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								17,0	28,0				
1,2,3,4,6,7,8,9-Octachlordibenzofuran	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								1,90	6,30				
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								<0,0460	0,560				
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								<0,210	0,350				
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								<0,0930	0,510				
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								<0,130	0,510				
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								<0,140	0,560				
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								<0,0310	<0,0560				
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								<0,520	0,520				
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								<1,20	4,00				
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								<0,280	0,510				
Internationale Toxizitätsäquivalente	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								0,180	1,40				
Internationale Toxizitätsäquivalente mBG	DIN EN 1948-3, -4	ng/kg								1,50	1,50				
Perfluorbutansäure	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5					<10	<10				
Perfluorpentansäure	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5					<10	<10				
Perfluorbutansulfonsäure inkl. Isomere	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5					<10	<10				
H4-Perfluorhexansulfonsäure	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5					<10	<10				
Perfluorhexansäure	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5					<10	<10				
Perfluorheptansäure	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5					<10	<10				
Perfluorhexansulfonsäure inkl. Isomere	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5					<10	<10				

Prüfmerkmal	Methode / Norm	Einheit	Untersuchungen LANUV								Untersuchungen Dritter				
			20-15224-01	20-15225-01	20-15226-01	21-02332-01	21-02334-01	21-02335-01	21-02336-01	Teilprobe Trettschicht > 2 mm		020144323	18-069310-01	612001715	
			Probe 1, A weißes Vlies	Probe 2, A schwarzes Vlies	Probe 3, A Teppichboden	Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial Feststoff 1	Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial Feststoff 2	Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial Feststoff 3	Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial Feststoff 4	Reithalle, gebrauchtes Vlies	Außenplatz, gebrauchtes Vlies	Teppichreste (in Gebrauch)	Teppichreste	Teppichreste	
H4-Perfluoroktansulfonsäure	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5						<10	<10			
Perfluoroktansäure inkl. Isomere	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5						<10	<10			
Perfluorheptansulfonsäure	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5						<10	<10			
Perfluorononsäure	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5						<10	<10			
Perfluoroktansulfonsäure inkl. Isomere	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5						<10	<10			
H4-Perfluordekansulfonsäure	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5						<10	<10			
Perfluordekansäure	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5						<10	<10			
Perfluordekansulfonsäure	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5						<10	<10			
Perfluorundekansäure	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5						<10	<10			
Perfluordodekansäure	DIN 38414-14	µg/kg	<5	<5	<5						<10	<10			
Naphthalin	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25						<0,10	<0,10	<1	< 0,5	< 0,05
Acenaphthylen	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	n.a.	n.a.	n.a.								<1	< 0,5	< 0,05
Acenaphthen	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25						<0,10	<0,10	<1	< 0,5	< 0,05
Fluoren	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25						<0,10	<0,10	<1	< 0,5	< 0,05
Phenanthren	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25						<0,10	0,16	<1	< 0,5	< 0,05
Anthracen	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25						<0,10	<0,10	<1	< 0,5	< 0,05
Fluoranthen	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25						<0,10	0,19	<1	< 0,5	< 0,05
Pyren	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25						<0,10	<0,10	<1	< 0,5	< 0,05
Benzo(a)anthracen	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25						<0,10	<0,10	<1	< 0,5	< 0,05
Chrysen	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	n.b.	n.b.	<0,25						<0,10	<0,10	<1	< 0,5	< 0,05
Benzo(b)fluoranthren	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25						<0,10	<0,10	<1	< 0,5	0,06
Benzo(k)fluoranthren	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25						<0,10	<0,10	<1	< 0,5	0,07
Benzo(a)pyren	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	n.b.	<0,25	<0,25						<0,10	<0,10	<1	< 0,5	< 0,05
Dibenz(ah)anthracen	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25						<0,10	<0,10	<1	< 0,5	< 0,05
Benzo(ghi)perylen	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25						<0,10	<0,10	<1	< 0,5	0,08
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN 38414-23/DIN EN 15527	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25						<0,10	<0,10	<1	< 0,5	< 0,05
Summe 16 PAK			n. b.	n. b.	n. b.								n. b.	n.b.	0,21
Monobutylzinn-Kation	DIN EN ISO 23161	µg/kg	24	13	270										
Dibutylzinn-Kation	DIN EN ISO 23161	µg/kg	8,4	11	1500										
Tributylzinn-Kation	DIN EN ISO 23161	µg/kg	<2,0	<2,0	11										
Tetrabutylzinn	DIN EN ISO 23161	µg/kg	<2,0	<2,0	<10										
Monooctylzinn-Kation	DIN EN ISO 23161	µg/kg	26	9,2	1300										
Diocetylzinn-Kation	DIN EN ISO 23161	µg/kg	<2,0	<2,0	6000										
Tricyclohexylzinn-Kation	DIN EN ISO 23161	µg/kg	n.a.	n.a.	n.a.										
Triphenylzinn-Kation	DIN EN ISO 23161	µg/kg	<2,0	<2,0	<10										

n.b. = nicht bestimmbar

n.a. = analysiert

n.n = nicht nachweisbar, unterhalb der methodenspezifischen Nachweisgrenze

Prüfmerkmal	Methode / Norm	Einheit	Eluatkonzentrationen									Berechnete Eluatgehalte (cal) mit unterschiedlichen Flüssig:Feststoffverhältnissen aus sequentiellem Säulenversuch an einem Vlies in Anlehnung an DIN 19528												
			Säulenversuch nach DIN 19528																					
			20-15224-01-1	20-15224-01-2	20-15224-01-3	20-15225-01-1	20-15225-01-2	20-15225-01-3	20-15226-01-1	20-15226-01-2	20-15226-01-3	21-02332-01-2	21-02332-01-3	21-02332-01-4	21-02334-01-2	21-02334-01-3	21-02334-01-4	21-02335-01-2	21-02335-01-3	21-02335-01-4	21-02336-01-2	21-02336-01-3	21-02336-01-4	
			Probe 1, A weißes Vlies P1	Probe 1, A weißes Vlies P2	Probe 1, A weißes Vlies P3	Probe 2, A schwarzes Vlies P1	Probe 2, A schwarzes Vlies P2	Probe 2, A schwarzes Vlies P3	Probe 3, A Teppichbodenschnitzel P1	Probe 3, A Teppichbodenschnitzel P2	Probe 3, A Teppichbodenschnitzel P3	Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial 1			Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial 2			Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial 3			Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial 4			
2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1cal	4:1cal	10:1cal	2:1cal	4:1cal	10:1cal	2:1cal	4:1cal	10:1cal	2:1cal	4:1cal	10:1cal				
Quecksilber	DIN EN ISO 17852	µg/l			0,014			<0,005	0,015				n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	
Arsen	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	4,7		8	3,9		3,2	1,2		0,96		2,85	1,87	1,01	3,15	2,13	1,14	4,3	2,79	1,41	4,12	2,53	1,25
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	3,9		6,8	1,6		0,23	0,064		0,021		0,082	<0,0479	<0,025	0,15	0,09	<0,042	0,11	0,07	<0,03	0,18	0,1	<0,05
Chrom	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	21		56	42		9,4	0,68		0,58		2,15	<1,36	<0,85	2,6	<1,60	<0,94	4,26	2,62	<1,34	4,81	2,89	1,86
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	270		460	140		39	54		44		14,6	8,64	3,94	15,75	10,02	4,64	23,68	14,48	6,84	24,27	13,97	6,37
Nickel	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	30		95	29		9,7	4,2		3		<1,7	<1,36	<1,14	<2	<1,52	<1,20	2,86	<1,92	<1,37	2,57	<1,78	<1,31
Blei	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	82		110	79		150	13		8,1		17,35	10,04	4,42	18,5	11,9	5,39	124,07	86,79	41,75	90,36	63	32,52
Antimon	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	110		260	1400		640	23		23		345	218,26	107,65	415	260,28	123,9	537,17	315,63	149,02	534,41	308,7	143,07
Zink	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	1500		2800	410		90	15		3,4		42	24,69	12,52	34,5	22,09	11,31	32,55	19,84	9,16	31,24	18,53	8,27
Zinn	DIN EN ISO 17294-2	µg/l																						
Kobalt	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	14		210	31		130	0,97		1,6		1,55	0,96	0,46	1,8	1,18	0,56	3,28	2,53	2,09	2,53	1,66	0,9
Molybdän	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	0,17		0,44	4		0,93	0,98		0,87		0,93	0,54	<0,27	0,755	0,47	<0,24	0,76	0,45	<0,23	0,92	0,51	<0,26
Selen	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	<0,50		0,89	<0,50		<0,50	<0,50		<0,50		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Thallium	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	0,25		0,36	0,26		0,12	0,091		0,081		0,08	0,05	0,03	0,08	0,05	<0,027	0,11	0,07	<0,03	0,12	0,07	<0,03
Vanadium	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	4,9		9,1	4,3		3,5	2,4		1,8		1,15	<0,84	<0,63	1,31	0,96	<0,68	3,64	2,66	1,43	3,25	2,32	1,27
Aluminium	DIN EN ISO 11885	µg/l			4900	1600		2300	1000		1200		240	<173,79	<129,97	235	<171,32	<128,33	6663,72	4467,47	2144,22	7436,94	4649,89	2217,62
Bor	DIN EN ISO 11885	µg/l			630	<100		<100	<100		<100		<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Barium	DIN EN ISO 11885	µg/l			310	110		71	47		43		31,5	<21,33	<14,60	35,5	<23,47	<15,35	119,43	77,95	37,02	166,67	97,88	44,31
Calcium	DIN EN ISO 11885	mg/l			52	11		5,6	12		11		<1,4	<1,21	<1,08	<1,35	<1,18	<1,07	<1,82	<1,41	<1,16	<2,08	<1,54	<1,21
Eisen	DIN EN ISO 11885	µg/l			5400	770		210	<100		<100		<100	<100	<100	<100	<100	<100	356,55	242,53	<156,68	485,14	296,31	<176,64
Kalium	DIN EN ISO 11885	mg/l			19	9,2		6,5	18		15		13,45	8,04	<3,85	14	8,76	5,05	17,84	10,42	4,81	19,7	10,79	4,88
Magnesium	DIN EN ISO 11885	mg/l			2,6	1,7		0,5	8,4		6,9		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,63	<0,56	<0,53	<0,74	<0,62	<0,55
Natrium	DIN EN ISO 11885	mg/l			150	9		5,3	7,7		6,2		2,9	<1,76	<1,01	2,8	1,76	<1,00	3,15	1,83	1,03	4,49	<2,47	<1,27
Phosphor, gesamt	DIN EN ISO 11885	µg/l	1600000		2900000	260000		90000	440		370		2350	1333,21	<660,26	2750	1641,51	802,85	5615,04	3292,31	1490,12	5877,03	3291,28	1437,29
Strontium	DIN EN ISO 11885	µg/l			110	40		21	120		<10		<10	<10	<10	<10	<10	<10	28,65	<19,26	<13,68	39,59	<24,69	<15,74
TOC/DOC	DIN EN 1484	mg/l	1800			338		298					57,95	33,71	15,18	65,65	40,2	17,96	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Perfluorbutansäure	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			0,011		<0,010																
Perfluorpentansäure	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			0,014		<0,010																
Perfluorbutansulfonsäure inkl. Isomere	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			0,025		<0,010																
H4-Perfluorhexansulfonsäure	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			<0,010		<0,010																
Perfluorhexansäure	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			0,14		<0,010																
Perfluorheptansäure	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			0,01		<0,010																
Perfluorhexansulfonsäure inkl. Isomere	DIN 38407-42	µg/l	n.b.			n.b.		<0,010																
H4-Perfluoroktansulfonsäure	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			0,02		<0,010																
Perfluoroktansäure inkl. Isomere	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			0,009		<0,010																
Perfluorheptansulfonsäure	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			<0,010		<0,010																
Perfluorononansäure	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			<0,010		<0,010																
Perfluoroktansulfonsäure inkl. Isomere	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			0,005		<0,010																
H4-Perfluordekansulfonsäure	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			0,013		<0,010																
Perfluordekansäure	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			<0,010		<0,010																
Perfluordekansulfonsäure	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			n.b.		<0,010																
Perfluorundekansäure	DIN 38407-42	µg/l	<0,010			n.b.		<0,010																
Perfluordodekansäure	DIN 38407-42	µg/l	n.b.			n.b.		n.b.																
PCB-28	DIN 38407-37	ng/l		<0,50				<0,90			<0,50													
PCB-52	DIN 38407-37	ng/l		<0,50				<0,90			<0,50													
PCB-101	DIN 38407-37	ng/l		<0,50				<0,90			<0,50													
PCB-118	DIN 38407-38	ng/l		<0,50				<0,90			<0,50													

Prüfmerkmal	Methode / Norm	Einheit	20-15224-01-1	20-15224-01-2	20-15224-01-3	20-15225-01-1	20-15225-01-2	20-15225-01-3	20-15226-01-1	20-15226-01-2	20-15226-01-3	21-02332-01-2	21-02332-01-3	21-02332-01-4	21-02334-01-2	21-02334-01-3	21-02334-01-4	21-02335-01-2	21-02335-01-3	21-02335-01-4	21-02336-01-2	21-02336-01-3	21-02336-01-4
			Probe 1, A weißes Vlies P1	Probe 1, A weißes Vlies P2	Probe 1, A weißes Vlies P3	Probe 2, A schwarzes Vlies P1	Probe 2, A schwarzes Vlies P2	Probe 2, A schwarzes Vlies P3	Probe 3, A Teppichbodenschnitzel P1	Probe 3, A Teppichbodenschnitzel P2	Probe 3, A Teppichbodenschnitzel P3	Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial 1			Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial 2			Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial 3			Probe 4, P weißes Vlies Testmaterial 4		
			2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1-Perkolat	2:1cal	4:1cal	10:1cal									
PCB-138	DIN 38407-39	ng/l		<0,50			<0,90			<0,50													
PCB-153	DIN 38407-40	ng/l		<0,50			<0,90			<0,50													
PCB-180	DIN 38407-41	ng/l		<0,50			<0,90			<0,50													
Summe PCB6+PCB118		ng/l		<3,5			<6,3			<3,5													
Naphthalin	DIN EN 16691	ng/l			13			4,4		<1,0													
Acenaphthylen	DIN EN 16692	ng/l			2			1,6		1,5													
Acenaphthen	DIN EN 16693	ng/l			13			<0,50		2,2													
Fluoren	DIN EN 16694	ng/l			6,4			<1,0		1,4													
Phenanthren	DIN EN 16695	ng/l			15			9		3,7													
Anthracen	DIN EN 16696	ng/l			0,83			0,54		<0,50													
Fluoranthren	DIN EN 16697	ng/l			5,9			2,4		<0,50													
Pyren	DIN EN 16698	ng/l			2,8			1,9		0,5													
Benzo(a)anthracen	DIN EN 16699	ng/l			<0,50			<0,50		<0,50													
Chrysen	DIN EN 16700	ng/l			2,6			4		2,7													
Benzo(b)fluoranthren	DIN EN 16701	ng/l			0,71			0,72		0,37													
Benzo(k)fluoranthren	DIN EN 16702	ng/l			0,49			0,58		0,28													
Benzo(a)pyren	DIN EN 16703	ng/l			0,62			0,42		0,22													
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN EN 16704	ng/l			0,14			0,27		0,15													
Dibenz(ah)anthracen	DIN EN 16705	ng/l			0,1			0,41		0,22													
Benzo(ghi)perylen	DIN EN 16706	ng/l			<0,050			0,35		0,19													
Summe PAK15 ohne Naphthalin		ng/l			< 51,55			< 24,2		< 16													
Elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	DIN EN 27888	µS/cm	n.a.	3858	4662	599	402	312	242	232	224												
pH-Wert	DIN 38404-5/DIN EN ISO 10523		3,4	3,7	3,4	5,3	5,9	6,1	8,8	8,7	8,7												

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = analysiert

Kontinuierlicher Säulenversuch

Prüfmerkmal	Methode /Norm	Einheit	21-02332-01-1	21-02332-01-2	21-02332-01-3	21-02332-01-4	21-02334-01-1	21-02334-01-2	21-02334-01-3	21-02334-01-4	21-02335-01-1
			Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 1; Säule 1; L/S- Verhältnis 1:1	Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 1; Säule 1; bis LS- Verhältnis 2:1	Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 1; Säule 1; bis L/S- Verhältnis 4:1	Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 1; Säule 1; bis L/S- Verhältnis 10:1	Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 2; Säule 2; L/S- Verhältnis 1:1	Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 2; Säule 2; bis L/S- Verhältnis 2:1	Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 2; Säule 2; bis L/S- Verhältnis 4:1	Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 2; Säule 2; bis L/S- Verhältnis 10:1	Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 3; Säule 3; L/S- Verhältnis 1:1
SÄULENELUATKONZENTRATION											
Trübung, Messg. d. gestreuten Strahlung	DIN EN ISO 7027-1	FNU	n.a.	n.a.	n.a.	12	n.a.	n.a.	n.a.	20	290
pH-Wert	DIN EN ISO 10523	-	n.a.	n.a.	n.a.	8,2	n.a.	n.a.	n.a.	8,2	7,9
Elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	DIN EN 27888	µS/cm	n.a.	n.a.	n.a.	<100	n.a.	n.a.	n.a.	<100	120
Organischer Kohlenstoff, gesamt (TOC)	DIN EN 1484	mg/l	92,5	23,4	6,7	2,5	98,8	32,5	11,7	3,3	n.a.
Antimon	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	520	170	77	32	620	210	87	34	840
Quecksilber	DIN EN ISO 17852	µg/l	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,021
Aluminium	DIN EN ISO 11885	µg/l	360	120	<100	<100	300	170	<100	<100	10000
Bor	DIN EN ISO 11885	µg/l	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Barium	DIN EN ISO 11885	µg/l	50	13	<10	<10	52	19	<10	<10	180
Calcium	DIN EN ISO 11885	mg/l	1,8	<1	<1	<1	1,7	<1	<1	<1	2,7
Eisen	DIN EN ISO 11885	µg/l	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	490
Kalium	DIN EN ISO 11885	mg/l	21	5,9	2	<1	21	7	2,9	2,6	28
Magnesium	DIN EN ISO 11885	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,78
Natrium	DIN EN ISO 11885	mg/l	4,6	1,2	<0,5	<0,5	4,1	1,5	0,6	<0,5	5,0
Phosphor, gesamt	DIN EN ISO 11885	µg/l	3900	800	200	200	4300	1200	400	250	8900
Strontium	DIN EN ISO 11885	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	42
Arsen	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	4,1	1,6	0,78	0,42	4,5	1,8	0,99	0,48	6,1
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	0,14	0,024	<0,01	<0,01	0,23	0,075	0,025	<0,01	0,18
Kobalt	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	2,4	0,69	0,31	0,11	2,6	1	0,49	0,15	4,2
Chrom	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	3,4	0,9	<0,5	<0,5	4	1,2	<0,5	<0,5	5,9
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	23	6,2	2	0,73	23	8,5	3,6	1,1	36
Molybdän	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	1,4	0,46	0,11	<0,1	1,1	0,41	0,16	<0,1	1,2
Nickel	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	2,4	<1	<1	<1	3	<1	<1	<1	4,3
Blei	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	28	6,7	1,9	0,58	27	10	4,5	1,1	160
Selen	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Thallium	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	0,13	0,038	0,016	0,01	0,12	0,044	0,022	<0,01	0,17
Vanadium	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	1,5	0,8	<0,5	<0,5	1,7	0,91	0,58	<0,5	4,2
Zink	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	68	16	5,4	4,2	52	17	8,2	4,2	50
Volumina Beginn		ml	73,00	73,00	131,00	405,00	70,00	70,00	125,00	402,00	110,00
Volumina Ende		ml	73,00	146,00	277,00	682,00	70,00	140,00	265,00	667,00	110,00

n.a. = nicht analysiert , n.b. = nicht bestimmbar

Prüfmerkmal	Methode /Norm	Einheit	21-02335-01-2	21-02335-01-3	21-02335-01-4	21-02336-01-1	21-02336-01-2	21-02336-01-3	21-02336-01-4
			Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 3; Säule 3; bis LS- Verhältnis 2:1	Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 3; Säule 3; bis L/S- Verhältnis 4:1	Probe 4, P weißes Vlies 3; Säule 3; bis L/S-Verhältnis 10:1	Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 4; Säule 4; L/S- Verhältnis 1:1	Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 4; Säule 4; bis LS- Verhältnis 2:1	Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 4; Säule 4; bis L/S- Verhältnis 4:1	Probe 4, 2:1 P weißes Vlies 4; Säule 4; bis L/S- Verhältnis 10:1
SÄULENELUATKONZENTRATION									
Trübung, Messg. d. gestreuten Strahlung	DIN EN ISO 7027-1	FNU	93	46	17	270	100	41	17
pH-Wert	DIN EN ISO 10523	-	8,1	8,3	8,5	7,3	7,9	8,1	8,3
Elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	DIN EN 27888	µS/cm	<100	<100	<100	145	<100	<100	<100
Organischer Kohlenstoff, gesamt (TOC)	DIN EN 1484	mg/l	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Antimon	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	250	97	39	850	230	86	37
Quecksilber	DIN EN ISO 17852	µg/l	0,008	<0,005	<0,005	0,023	0,007	<0,005	<0,005
Aluminium	DIN EN ISO 11885	µg/l	3500	2300	610	11000	4000	1900	660
Bor	DIN EN ISO 11885	µg/l	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Barium	DIN EN ISO 11885	µg/l	62	37	10	270	67	30	10
Calcium	DIN EN ISO 11885	mg/l	<1	<1	<1	3,2	<1	<1	<1
Eisen	DIN EN ISO 11885	µg/l	230	130	<100	760	220	110	<100
Kalium	DIN EN ISO 11885	mg/l	8,2	3,1	1,1	34	5,9	2	1,1
Magnesium	DIN EN ISO 11885	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	0,99	<0,5	<0,5	<0,5
Natrium	DIN EN ISO 11885	mg/l	1,4	0,53	<0,5	8,1	1	<0,5	<0,5
Phosphor, gesamt	DIN EN ISO 11885	µg/l	2500	1000	300	10000	1900	740	250
Strontium	DIN EN ISO 11885	µg/l	16	<10	<10	63	17	<10	<10
Arsen	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	2,6	1,3	0,49	6	2,3	0,97	0,43
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	0,050	0,018	<0,01	0,31	0,064	0,021	<0,01
Kobalt	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	2,4	1,8	1,8	3,7	1,4	0,8	0,42
Chrom	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	2,7	1,0	<0,5	6,9	2,8	1	1,2
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	12	5,4	1,8	37	12	3,8	1,5
Molybdän	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	0,34	0,14	<0,1	1,6	0,27	0,1	<0,1
Nickel	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	1,5	<1	<1	4	1,2	<1	<1
Blei	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	90	50	12	98	83	36	13
Selen	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Thallium	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	0,055	0,026	<0,01	0,19	0,045	0,017	<0,01
Vanadium	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	3,1	1,7	0,61	3,2	3,3	1,4	0,6
Zink	DIN EN ISO 17294-2	µg/l	16	7,3	2,1	46	17	6	1,7
Volumina Beginn		ml	116,00	229,00	689,00	109,00	113,00	225,00	698,00
Volumina Ende		ml	226,00	455,00	1144,00	109,00	222,00	447,00	1145,00

n.a. = nicht analysiert , n.b. = nicht bestimmbar

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de