



Faktenpapier „Mikroplastik beim Waschen und Pflegen von Textilien sowie beim Reinigen von Oberflächen im Haushalt“ (TEIL 2):

Eintrag von sekundärem Mikroplastik aus synthetischen Textilien

Bei den im Faktenpapier angegebenen Werten und Daten handelt es sich z. T. um Abschätzungen, die u. a. auf Umfragen bei Marktteilnehmern beruhen.

Zusammenfassung

Beim Tragen bzw. Nutzen, Waschen und Trocknen von Kleidungs- und Heimtextilien werden durch mechanische Beanspruchung Flusen erzeugt, die in die Umwelt gelangen können. Im Falle von Chemiefasern aus synthetischen Polymeren¹ sind diese Flusen bzw. Fasern, welche unter die entsprechende Größendefinition von Mikroplastik² fallen, als sekundäres Mikroplastik zu betrachten. In diesem Teil 2 des Faktenpapiers wird nur der Eintrag von Chemiefasern aus synthetischen Polymeren durch den Waschprozess in das Abwasser betrachtet.

Textilien verhalten sich abhängig vom Fasermaterial und der textilen Konstruktion hierbei unterschiedlich. Deshalb sind Schätzungen von jährlichen in das Abwasser eingetragenen Frachten an in einzelnen Experimenten generierten und abgegebenen Flusen äußerst problematisch, da sie auf Untersuchungen von einzelnen Textilmustern beruhen. Demgegenüber ergeben sich auf Basis von Untersuchungsergebnissen zur Belastung von behandeltem Abwasser und Klärschlamm, dass weniger als 30 Tonnen Chemiefasern aus synthetischen Polymeren pro Jahr durch den Waschprozess als sekundäres Mikroplastik in die Umwelt in Deutschland gelangen.

In Kläranlagen werden diese Flusen aus dem Abwasser in der Regel insbesondere mit dem Klärschlamm effektiv zurückgehalten. Deshalb sind in Ländern mit guter Infrastruktur und Abwasserbehandlungen, wie z. B. in Deutschland, diese Einträge in die Gewässer gering. Jedoch werden die im Klärschlamm zurückgehaltenen Fasern in der terrestrischen Umwelt verteilt, solange der Klärschlamm noch land(wirt)schaftlich genutzt wird.

Technische Lösungen zur Reduktion von sekundärem Mikroplastik während des Waschprozesses sind derzeit noch nicht ausgereift.

¹ In den nachfolgenden Abschnitten sollen vor allem die Chemiefasern aus synthetischen Polymeren (z. B. Polyester, Polyamid) betrachtet werden. Gegenüber den Naturfasern (z. B. Wolle, Baumwolle) und den cellulosischen Chemiefasern (z. B. Viskose) zeichnen sich Chemiefasern aus synthetischen Polymeren durch eine bessere Beständigkeit aus. Diese erhöhte Persistenz, die zur Befürchtung eine Anreicherung in der Umwelt Anlass gibt, ist durch deren physikalische Struktur (höherer Einfriertemperatur und Kristallinität) und nicht durch deren chemischen Aufbau bedingt. Die Monomer-Bausteine von diesen Faserarten sind leicht abbaubar und die Ester- bzw. Amidbindungen in der Natur auch weit verbreitet.

² Partikel aus Kunststoff in einer Größe von ≤ 5 mm, siehe Mikroplastik-Definition im Teil 1 des Faktenpapiers „Einsatzmengen von primärem Mikroplastik in Wasch-, Pflege- und Reinigungsmitteln für Privathaushalte“.

Einführung

Aufgrund der öffentlichen Diskussionen um Gewässer- und Meeresschutz³ beschloss das FORUM WASCHEN⁴ im Jahr 2017, Fakten zum Thema *Mikroplastik* im Zusammenhang mit Waschen, Pflegen und Reinigen von Textilien und Oberflächen im Haushalt zusammenzutragen.

So kann zum Beispiel Mikroplastik direkt als Bestandteil eines WPR-Produktes in das Abwasser und von dort teilweise in die Umwelt (Böden, Gewässer, Meere) gelangen (primäres Mikroplastik). Des Weiteren kann es beim Tragen und Wasch- und Trocknungsprozess von Textilien zum mechanisch bedingten Abrieb von Chemiefasern aus synthetischen Polymeren kommen, wodurch diese Partikel als sekundäres Mikroplastik in das Abwasser gelangen können.

Der Eintrag von Mikroplastik aus Wasch-, Pflege- und Reinigungsmitteln sowie die Definition von Mikroplastik werden im Teil 1 zum Faktenpapier („*Einsatzmengen von primärem Mikroplastik in Wasch-, Pflege- und Reinigungsmitteln für Privathaushalte*“) behandelt.

Über folgende Webseite im Bereich „Faktenpapiere“ kann der Teil 1 des Faktenpapiers abgerufen werden: <https://forum-waschen.de/tipps/faktenpapiere/>

Nachfolgend werden bisherige Erkenntnisse zur Freisetzung von Chemiefasern aus synthetischen Polymeren bei der Wäsche von Textilprodukten und deren Eintrag als sekundäres Mikroplastik über das Abwasser in die Umwelt zusammengefasst. Faserrelevante Fachbegriffe werden in einem Glossar in der Anlage 1 zu diesem Teil erläutert.

Textilspezifische Einflussfaktoren auf die Faserfreisetzung

Bei der Nutzung und Pflege (z. B. Waschen und Trocknen) von Textilien können Fasern durch mechanische Beanspruchungen freigesetzt werden. Dies ist besonders bei Naturfasern wie Baumwolle gegeben. Im Vergleich dazu sind Chemiefasern aus synthetischen Polymeren und daraus hergestellte textile Erzeugnisse üblicherweise deutlich weniger empfindlich bzgl. mechanischer Beanspruchung.⁵

Jedoch können auch Textilien aus Chemiefasern aus synthetischen Polymeren für einen erhöhten Faserabrieb anfällig sein, vor allem wenn diese aus feineren Fasern und auch in spezifischen textilen Konstruktionen gefertigt sind: z. B. Plüschwaren wie „Fleece“ (besonders aus texturierten Mikrofasergarnen) oder Maschenwaren aus Fasergarnen (besonders aus sogenannten pillarmen Chemiefasern aus synthetischen Polymeren). So wurde in einer Studie⁶ herausgefunden, dass bei der ersten Wäsche eines Fleece-Textilstücks mit einem Waschmittel deutlich mehr Fasern abgegeben werden (0,15 Gramm Verlust pro Kilogramm Textil), als bei den nachfolgenden Wäschen mit dem gleichen Waschmittel (0,01 Gramm Verlust pro Kilogramm Textil und Waschgang). Zwischen den

³ Z. B. Deutscher Bundestag, Drucksachen 17/11458 vom 9.11.2012, 18/2985 vom 27.10.2014 und 18/10740 vom 21.12.2016 oder Landtag von Baden-Württemberg, Drucksache 15/4479 vom 11.12.2013; Our Ocean Konferenz Oktober 2017: <http://www.ourocean2017.org/>

⁴ Akteurs-Workshop der Dialogplattform FORUM WASCHEN in Berlin am 7. und 8. September 2017.

⁵ Eine Screening-Untersuchung der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) von Flusen aus einer Waschmaschine ergab überwiegend Baumwolle; Anteil von Chemiefasern aus synthetischen Polymeren unter fünf Prozent; U. Braun, pers. Mitteilung Mai 2017.

Synthetischen Standardtextilfasern besitzen höhere feinheitsbezogene Zugfestigkeiten; siehe: B von Falkai, *Synthesefasern - Grundlagen, Technologie, Verarbeitung und Anwendung*, Verlag Chemie, Weinheim, 1981; S. 447f

⁶ U. Pirc et al., Emissions of microplastic fibers from domestic washing, *Environ Sci Pollut Res* 23, 22 206-22 211 (2016); doi: 10.1007/s11356-016-7703-0

Waschvorgängen wurden die Fleece-Textilstücke in einem Wäschetrockner getrocknet. Dabei zeigte sich, dass beim Trocknungsprozess in einem Umlufttrockner jeweils 3,5-Mal so viel Fasern nachgewiesen werden wie im vorhergehenden Waschprozess. Diese im Flusensieb des Umlufttrockners gesammelten Fasern gelangen jedoch nicht das Abwasser, sofern die Rückstände im Flusensieb im Restmüll entsorgt werden.

Der Einfluss des in der Studie verwendeten Waschmittels und Weichspülers auf den Faserverlust war gering.⁶ Aus der Studie geht jedoch nicht hervor, welcher Waschmitteltyp (Voll-, Color- oder Feinwaschmittel) und welche Darreichungsform (pulverförmig, flüssig, gelförmig) eingesetzt wurden. Die Herkunft der anfänglich erhöhten Faserverluste geht höchst wahrscheinlich auf die Produktion der Textilien zurück (z. B. Rückstände durch den Zuschnitt oder Veredelung der Stoffe, siehe Informationskasten).

Weitere Untersuchungsprogramme werden jedoch hoffentlich dazu beitragen, die Faserfreisetzung verschiedener Textilkonstruktionen besser zu verstehen.

Im nachfolgenden Informationskasten werden diejenigen Faktoren bezüglich Zusammensetzung und Konstruktion der Textilprodukte beschrieben, die einen unterschiedlichen Einfluss auf diese Faserfreisetzung haben können.

Beispiele für Einflüsse des Textilproduktes auf die Faserfreisetzung

Konfektionierung:

- Die Schnittkanten der Stoffbahnen werden bei der Kleiderfertigung unterschiedlich bearbeitet. Dadurch sind die durch den Schnitt generierten Faserbruchstücke mehr oder weniger gut im Saum eingebunden.
- Aus neuen und ungewaschenen Textilprodukten können Faserbruchstücke aus dem Zuschnitt in den ersten Waschgängen ausgewaschen werden.

Textile Flächegebilde:

- Maschenwaren sind gegenüber mechanischen Beanspruchungen weniger stabil als dichte Webwaren. Empfindlich sind besonders *Plüsch*waren mit aufgeschnittenen Schlingen (z. B. *Nickiplüsch*-Pullover).
- „*Fleece*“: Die Schlingen von *Plüsch*textilien werden mit Rauwalzen aufgerissen, danach geschnitten, wodurch viele abstehende Faserenden entstehen. Viele „*Fleece*“-Textilien werden aus sehr feinen Fasern, sogenannte *Mikrofasern*, hergestellt.

Garne:

- *Spinnfasergarne* enthalten freie Faserenden, die bei Beanspruchung aus dem Faserverbund austreten und abbrechen können. Folgende Chemiefasern kommen in Bekleidungs- und Heimtextilien als Spinnfasergarne in Frage: Polyester (PES)⁷, Polyamid (PA)⁸ und Polyacrylnitril (PAN) und seltener Polypropylen (PP). Diese Faserarten werden auch als Mischgarne mit cellulosischen Fasern oder mit Wolle eingesetzt.

⁷ PES-Fasern werden überwiegend aus Polyethylenterephthalat (PET) hergestellt, einem bei Raumtemperatur sehr hydrolysestabilem Polymer, aufgrund einer Glasübergangstemperatur (Einfriertemperatur) von über 80°C.

⁸ Die beiden wichtigsten Vertreter der Polyamide sind Perlon (PA 6) und Nylon (PA 66).

- *Filamentgarne* mit quasi „endlosen“ Fasern sind bezüglich einer Faserfreisetzung unempfindlicher. Beispiele für unempfindliche Webwaren sind Anorak-Oberstoffe aus glatten Filamentgarnen. In Bekleidungstextilien kommen vor allem Polyester (PES) neben Polyamiden (PA) sowie Elasthanfasern (EL)⁹ zur Verwendung.

Faserstrukturarten:

Eine geringe Zugfestigkeit – besonders bei niedriger Elastizität – ist verantwortlich für ein Brechen von Fasern. Dieses ist das Ergebnis von

- dünneren Fasern,
- mechanisch thermischen Verarbeitungsverfahren (*Kräuselung, Falschdraht-Texturierung*),
- bewusst abgesenkten Festigkeiten,
- und auch von photo-oxidativer Alterung während der Nutzung.

Einflussgrößen während der Nutzungsphase von Textilien

In dem nachfolgenden Informationskasten werden die möglichen Faktoren von mechanischen Beanspruchungen auf das Textilgut erörtert.

Beispiele von Einflussgrößen für Faserverlust während der Nutzungsphase

Gebrauch:

- Mechanische Beanspruchungen von Textilien (z. B. durch Reibung und Kontakt am Körper) können zum Bruch der Fasern bzw. Filamente führen. Faserbruchstücke verbleiben dabei auf dem Textilstück oder werden auf andere Oberflächen oder über die Luft in die Umwelt abgegeben.

Waschen:

- Das Wäscheaufkommen in privaten Haushalten in Deutschland wird auf circa 20 Millionen Tonnen pro Jahr geschätzt.^{10,11} In einer Studie aus dem Jahr 2007 wurde der Anteil von Chemiefasern aus synthetischen Polymeren in Bekleidungstextilien in der Europäischen Union mit 38 Prozent angenommen.¹² Je höher das Wäscheaufkommen und der Anteil von Chemiefasern aus synthetischen Polymeren in den Textilien, desto höher ist generell der Anteil an sekundärem Mikroplastik, der durch das Waschen emittiert wird.
- Beim Waschen werden Schmutzpartikel und bereits vorhandene Faserbruchstücke, die auf dem Textilprodukt anhaften, abgelöst. Durch den Waschvorgang selbst können (geschädigte) Fasern aus den Textilien herausgelöst werden.
- Beim Schleudervorgang wird das Textilprodukt zwar gegen die Trommel und deren Löcher gedrückt, aber in sich nicht mehr bewegt. Der Einfluss der Rotationsgeschwindigkeit auf die Generierung von Faserbruchstücken ist noch nicht hinreichend untersucht.

⁹ Elasthanfasern (EL) bestehen aus Polyurethanen unterschiedlicher Zusammensetzung, werden als größere Filamente mit einer gummiähnlichen Elastizität verwendet und leisten daher keinen Beitrag zur Freisetzung von Flusen.

¹⁰ IKW-Bericht zur Nachhaltigkeit in der Wasch-, Pflege- und Reinigungsmittelbranche in Deutschland – Ausgabe 2019 (S. 27):

https://www.ikw.org/fileadmin/ikw/downloads/Haushaltspflege/2019_Nachhaltigkeitsbericht_interaktiv.pdf

(Abruf: Januar 2024)

¹¹ Kruschwitz et al., Consumer laundry practices in Germany, Intern. J. of Consumer Studies 38, 265-277 (2014)

¹² Environmental Improvement Potential of textiles (IMPRO Textiles), Publications Office of the European Union; European Commission Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies (IPTS); Januar 2014: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC85895> (Abruf: Januar 2024)

- Die Reibung von Textilien untereinander sowie Reibung z. B. an Reiß- und Klettverschlüssen können eine Schädigung des Waschguts bewirken.
- Ein möglicher Einfluss von Waschmitteln und Weichspülern auf den Faserverlust ist nicht ausreichend untersucht.

Trocknen:

- Die thermo-mechanischen Belastungen der Textilien im Wäschetrockner sind ausgeprägter als in der Waschmaschine und beim Trocknen auf der Wäscheleine. Die im Wäschetrockner freigesetzten Fasern werden überwiegend in Luftfiltern (Flusensieben) aufgefangen und gelangen nicht in das Abwasser, während bei Kombinationsgeräten, wie Waschtrocknern, ohne Flusensiebe die Fasern in das Abwasser gelangen können.
- Bei einer Leinentrocknung verbleiben lose Fasern und Partikel, die nicht ausgespült wurden auf dem textilen Substrat und lösen sich beim Trocknen (durch die Luftbewegung, Ausschlagen des Textils, etc.) und im nachfolgenden Trageprozess.

Schätzung des Eintrags von Chemiefasern aus synthetischen Polymeren in die Umwelt

Für die Schätzung des Eintrages von Chemiefasern aus synthetischen Polymeren in die Umwelt gibt es zwei unterschiedliche Herangehensweisen:

1. *Die Hochrechnung von Faserverlusten bei Waschversuchen (emissionsbasierter Ansatz)*
Auf Basis von aus Waschversuchen mit einzelnen Textilien oder kleineren Stoffmustern werden Daten gewonnenen und anhand der Anzahl von durchschnittlichen Waschgängen im Jahr und mit dem geschätzten Marktanteil von Textilien mit Chemiefasern aus synthetischen Polymeren eine Emission in das Abwasser geschätzt.
2. *Die Hochrechnung von Messungen der Faserkonzentration in Kläranlagenabläufen (immissionsbasierter Ansatz)*
Häusliches Abwasser wird in Deutschland nahezu vollständig in Kläranlagen behandelt, bevor es in Gewässer eingeleitet wird. Die beim Waschen freigesetzten und sonstige Fasern im häuslichen Abwasser werden in diesen Anlagen weitgehend und sehr effektiv im Klärschlamm zurückgehalten. Der Umwelteintrag von Fasern aus dem Waschprozess lässt sich daher über Konzentrationen im Auslauf von Kläranlagen und im Klärschlamm schätzen.

Sowohl die Hochrechnung im emissionsbasierten Ansatz als auch die Hochrechnung im immissionsbasierten Ansatz rechnen mit theoretischen Annahmen und Schätzungen. Somit stellen die daraus abgeleiteten Ergebnisse lediglich grobe Schätzungen dar.

Eine Literaturstudie¹³ aus dem Jahr 2020 geht davon aus, dass circa 20 bis 500 Milligramm Mikroplastik als Fasern pro Kilogramm gewaschener Polyestertextilien während des zweiten bis fünften Waschganges freigesetzt und in das Abwasser gelangen können.

Bedingt durch die technische Komplexität von Textilprodukten in Kleidung und Heimtextilien sowie deren Vielfalt hinsichtlich der Art, Nutzung und Verbreitung ist ein emissionsbasierter Ansatz (siehe oben Absatz Nr. 1) für eine Schätzung problematisch. Die Hochrechnung von Messergebnissen, die anhand eines einzelnen Kleidungsstücks oder Stoffmusters ermittelt wurden, auf die Gesamtheit aller Textilien aus Chemiefasern aus synthetischen Polymeren, ist mit großen Unsicherheiten

¹³ Landin et al., [Literature review Microplastic emissions from textile laundry including emission scenarios for EU](#), Swedish Research Institute im Auftrag von APPLiA, Oktober 2020

verbunden und daher nicht sinnvoll. Gründe hierfür sind u. a. die Verschiedenheit der Materialien (z. B. Faserzusammensetzung, Faserstrukturart) und die Verarbeitung (z. B. Textilkonstruktion und Konfektionierungsverfahren). Im Falle der Untersuchung von Stoffmustern ergibt sich zusätzlich das Problem der Übertragbarkeit dieser Analyseergebnisse auf das Emissionsverhalten der Kleidungsstücke in der Haushaltswäsche.

Für eine Extrapolation der aus Kläranlagen emittierten Frachten können mehrere Studien herangezogen werden, die einen effektiven Rückhalt der Chemiefasern aus synthetischen Polymeren aufgezeigt haben (siehe oben Absatz Nr. 2).¹⁴ In einer Untersuchung von mehreren Kläranlagen in Nord-Westdeutschland wurden im Auslauf von 2-stufigen Kläranlagen mittlere Konzentrationen von 0,5 Chemiefasern aus synthetischen Polymeren pro Liter gereinigtem Abwasser ermittelt (sekundäres Mikroplastik).¹⁵ Dies entspricht unter Berücksichtigung einer konservativen bzw. vorsichtigen Annahme einer Konzentration von 0,3 Mikrogramm pro Liter¹⁶ und einer extrapolierten jährlichen Fracht von 1,5 Tonnen für Deutschland.¹⁷

Im Falle einer Mischkanalisation wird bei einem starken Regenfall die Abwasserreinigung teilweise umgangen, weswegen in solchen Ausnahmefällen ein direkter Eintrag von Mikroplastik und Fasern über den Regenüberlauf in Gewässer erfolgt. Diese Fracht lässt sich nicht abschätzen.

Die im Klärwerk zurückgehaltenen Fasern und anderes Mikroplastik verbleiben überwiegend im Klärschlamm. In Deutschland wurde im Jahr 2022 mehr als 80 Prozent des anfallenden Klärschlammes verbrannt und damit sicher beseitigt.¹⁸ Der restliche Klärschlamm wurde und wird u. a. landwirtschaftlich und landschaftsbaulich genutzt, wodurch die Chemiefasern aus synthetischen Polymeren als sekundäres Mikroplastik auch in die Umwelt gelangen können.¹⁹ Diese Menge an Chemiefasern wird für Deutschland derzeit auf 2 bis maximal 25 Tonnen pro Jahr

¹⁴ M Stark, Microplastics and textile fibers – a critical review, Supplement B: Behaviour of fibrous particles in WWTPs, Melliland International 23, 135-139 (2017).

¹⁵ Mittelwert vom Ablauf von 12 Kläranlagen; Untersuchungen durch das Alfred-Wegener-Institut (AWI), Helgoland (SM Mintenig et al., Identification of microplastic in effluents of waste water treatment plants using focal plane array-based micro-Fourier-transform imaging, Water Research 108, 365-372 (2017)

¹⁶ Chemiefasern aus synthetischen Polymeren für Fleecetextilien haben üblicherweise eine Feinheit von 1 dtex, die für Spinnfasergarne mit Baumwolle bis zu 3 dtex; Fasern gefunden im Auslauf von Kläranlagen haben maximale Längen von 2 mm; entsprechend <0.5 µg für eine <2 mm lange <2,5 dtex Faser.

¹⁷ Behandelte häusliche und betriebliche Schmutzwassermenge in Deutschland: $5,1 \times 10^9 \text{ m}^3$, Stand: Januar 2022; Statistisches Bundesamt (Destatis), Öffentliche Abwasserbehandlungsanlagen und Jahresabwassermenge; <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Wasserwirtschaft/Tabellen/oeffentliche-aba-7k.html> (Abruf: Februar 2024)

¹⁸ 80,7 Prozent der Klärschlammmenge von 1,67 Millionen Tonnen wurden in 2022 in Deutschland thermisch entsorgt. 0,32 Millionen Tonnen wurden in die Umwelt ausgebracht, überwiegend in der Landwirtschaft. Quelle: Statistische Bundesamt (Destatis), Entsorgungswege des Klärschlammes, 2022; <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Wasserwirtschaft/Tabellen/liste-klaerschlammverwertungsart.html#797564> (Abruf: Januar 2024)

¹⁹ Die Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung vom 27. September 2017 regelt, dass große kommunale Kläranlagen, die das Abwasser von mehr als 100.000 bzw. 50.000 Einwohnern behandeln, Klärschlamm nur noch bis zum Jahr 2029 bzw. 2032 landwirtschaftlich oder landschaftsbaulich verwerten dürfen: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klaerschlammverwertung-in-deutschland> (Abruf: Januar 2024)

geschätzt.²⁰ Zusammen mit der oben abgeschätzten Fracht von 1,5 Tonnen Chemiefasern aus synthetischen Polymeren nach Passieren der Kläranlage gelangen auf diese Weise weniger als 30 Tonnen Chemiefasern aus synthetischen Polymeren pro Jahr in die Umwelt in Deutschland.

Der größte Teil der durch den Waschprozess in den privaten Haushalten abgelösten Chemiefasern aus synthetischen Polymeren gelangt durch Reinigungsprozesse in der Kläranlage und nachfolgender Verbrennung des Klärschlammes nicht in die Umwelt.

Maßnahmen zur Verringerung des Eintrags von Chemiefasern aus synthetischen Polymeren in die Umwelt

Die Europäische Kommission prüft Maßnahmen zur Verringerung des Eintrages von sekundärem Mikroplastik aus der Textilwäsche im Rahmen der Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte.²¹

„Die Kommission plant für die verschiedenen Lebenszyklusphasen, in denen Kunstfasern in die Umwelt abgegeben werden, eine Reihe von Vermeidungs- und Reduzierungsmaßnahmen, insbesondere durch verbindliche Anforderungen an die Produktgestaltung, die im Rahmen der Ökodesign-Verordnung sowie im Rahmen der [...] Initiative der Kommission zur Bekämpfung der unbeabsichtigten Freisetzung von Mikroplastik in die Umwelt eingeführt werden sollen. Neben der Produktgestaltung betreffen die Maßnahmen die Herstellungsverfahren, Vorwäsche in industriellen Fertigungsanlagen, Produktkennzeichnung und Förderung innovativer Materialien. Zu den weiteren Optionen gehören Waschmaschinenfilter, durch die die Freisetzung von Mikroplastik beim Waschen um bis zu 80 % reduziert werden kann, die Entwicklung milder Waschmittel, Pflege- und Waschanleitungen, die Behandlung von Textilabfällen und Vorschriften für eine bessere Behandlung von Abwasser und Klärschlamm.“

Die europäische Normungsorganisation IEC arbeitet derzeit in einem Projekt (Gremium: IEC TC59 SC59D, Projekt: 59D-PWI 67) daran, den Austrag von Mikroplastik textilen Ursprungs im Abwasser von Haushaltwaschmaschinen messtechnisch genormt zu erfassen. Eine genormte und reproduzierbare Messmethodik ist die Voraussetzung für die korrekte Beurteilung von Filtern und möglichen anderen Lösungen, die den Austrag in der Haushaltswäsche reduzieren könnten. Zusätzlich besteht seit dem Jahr 2023 die Norm „Textilien und textile Erzeugnisse - Mikroplastik aus textilen Quellen“ (EN ISO 4484). Im Teil 2 der Norm werden Methoden zur „Qualitativen und quantitativen Bewertung von Mikroplastik“ gegeben.

²⁰ Die Menge lässt sich abschätzen aus der im Jahr 2022 in die Umwelt in Deutschland ausgebrachten Klärschlammmenge von circa 320.000 Tonnen und einer Konzentration an Chemiefasern aus synthetischen Polymeren von 5 bis 80 mg pro Kilogramm Klärschlamm. Die Konzentrationen ergeben sich aus Umrechnungen für eine 2,5 dtex (Dezitex) Faser mit einer Länge von < 2 mm und einer Masse von < 0.5 µg und mit stark streuenden Ergebnissen von Klärschlammuntersuchungen. Diese Ergebnisse streuen zwischen weniger als 10 Chemiefasern aus synthetischen Polymeren pro Gramm Klärschlamm [z. B. Lusher, et al. (2018). [Mapping microplastics in sludge](#); NIVA (Norwegian Institute for Water Research) RAPPORT L.NR. 7215-2017] und bis zu 165 Chemiefasern aus synthetischen Polymeren pro Gramm Klärschlamm [Lares et al., Occurrence, identification and removal of microplastic particles and fibers in conventional activated sludge process and advanced MBR technology, Water Research 133, 236 – 246 (2018)].

²¹ EU-Strategie für nachhaltige und kreislauffähige Textilien:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0141> (Abruf: Februar 2024)

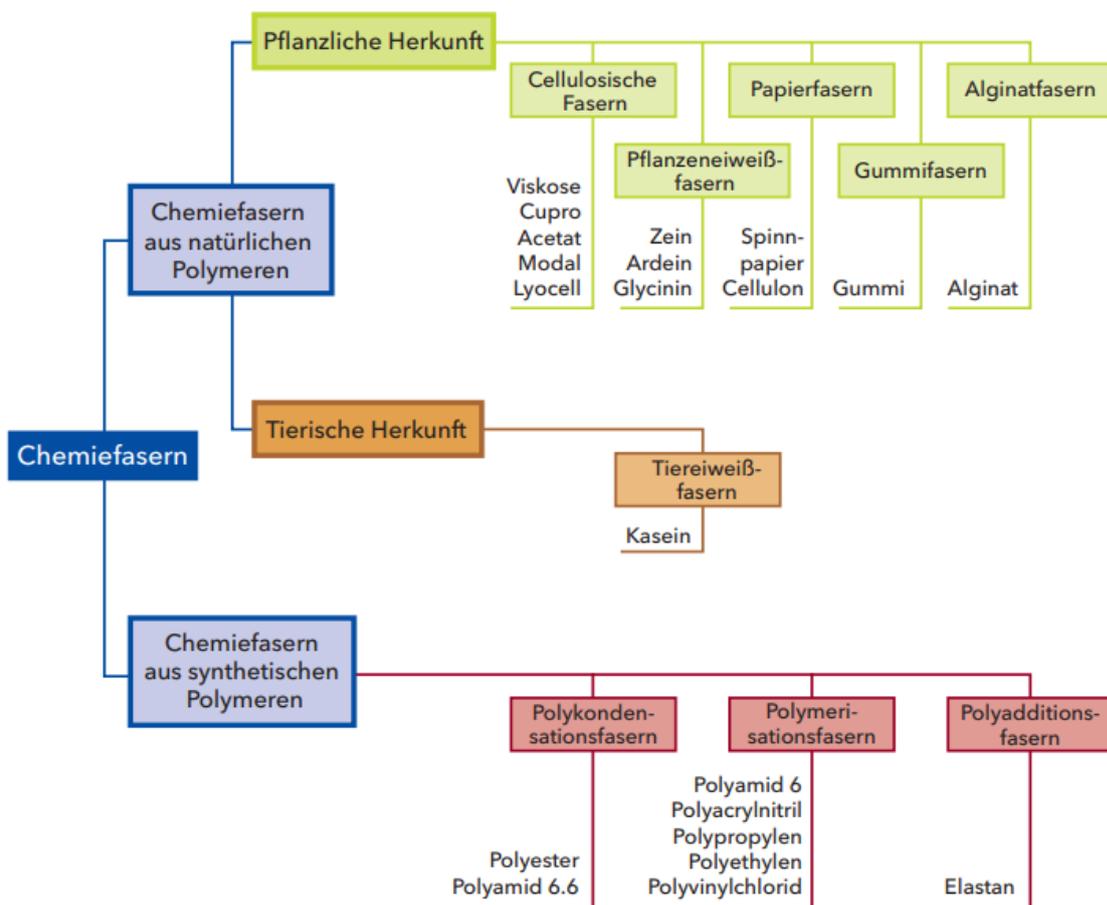
Informationskasten: Chemie- und Naturfasern

Textilien bestehen aus Chemie- und/oder Naturfasern. Aus ihnen werden Haus- und Heimtextilien (u.a. Gardinen, Teppiche, Frottierware), Bekleidungstextilien (u.a. Pullover, T-Shirts, Socken) und technische Textilien für die Automobilindustrie, Medizin oder Bautechnik hergestellt.

Im Jahr 2022 wurden weltweit circa 88 Millionen Tonnen Chemiefasern (92 Prozent aus synthetischen und 8 Prozent aus natürlichen Polymeren) hergestellt, sowie circa 5 Millionen Tonnen Naturfaser aus Baumwolle (96 Prozent) und Wolle (4 Prozent).²²

Der Anteil von Bekleidungstextilien mit Chemiefasern aus synthetischen Polymeren kann im Sinne der Definition des Faktenpapiers als mögliche Eintragsquelle von sekundärem Mikroplastik angesehen werden. Dieser Anteil wird in der EU für das Jahr 2007 mit 38 Prozent abgeschätzt.¹²

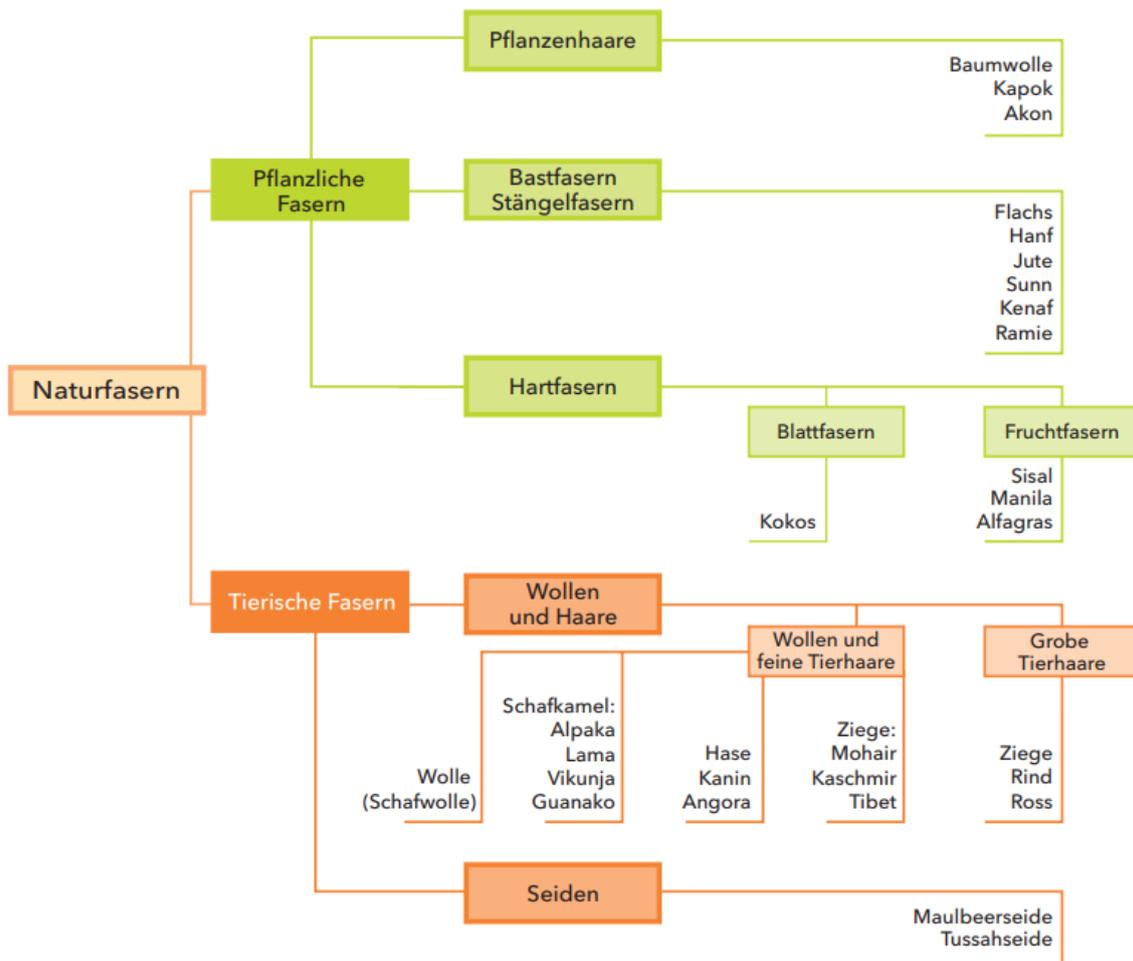
Die Einteilung der Chemiefasern (Abb. aus *Fonds der Chemischen Industrie/TEGEWA, 2007*):²³



²² Statista Research: Global chemical fibers production, 2022
<https://www.statista.com/statistics/271651/global-production-of-the-chemical-fiber-industry/> (Abruf: Januar 2024).

²³ Abbildung aus Informationsserie TEXTILCHEMIE, FCI/TEGEWA, Frankfurt, 2007:
<https://www.vci.de/vci/downloads-vci/textilchemie-textheft.pdf> (Abruf: Februar 2024).

Die Naturfasern, welche im Sinne dieses Faktenpapiers keine Eintragsquelle für Mikroplastik darstellen, lassen sich wie folgt einteilen (Abb. aus *Fonds der Chemischen Industrie/TEGEWA, 2007*):²³



Anlagen

Anlage 1: Glossar von faserrelevanten Begriffen²⁴

Chemiefasern

(engl: „Man-made fibres“ oder „artificial fibres“) frühere Bezeichnung: künstliche Fasern als Gattungsbegriff für nach chemisch-technischen Verfahren hergestellte Faserstoffe aus natürlichen oder synthetischen Polymeren.

Cellulosische Fasern

- Naturfasern: z. B. Baumwolle, Flachs
- Chemiefasern aus natürlichen Polymeren: z. B. Viskose, Lyocell, Acetat

Viskose (CV), Modal (CMD) und Lyocell (CLY) werden aus natürlichen Cellulose-Makromolekülen hergestellt, ohne dass die chemische Struktur der Cellulose verändert ist; dies geschieht bei den Regeneratfasern Viskose und Modal durch einen chemischen Prozess und bei Lyocell über das Auflösen in einem Lösungsmittel.²⁵

Regeneratfasern (regenerierte Fasern)

Chemiefasern aus pflanzlichen oder tierischen Rohstoffen (z.B. Cellulose, Kasein), die durch Umwandlung über gelöste Verbindungen in Fadenform regeneriert werden und als Faser in der gleichen chemischen Zusammensetzung wie der Ausgangstoff vorliegen.

Faserstrukturart

- Filament: Faser von sehr großer Länge, als endlos betrachtet.
- Spinnfaser (auch Stapelfaser): textile Faser von begrenzter, aber spinnbarer Länge (üblicherweise auf eine definierte Länge von 30 bis 115 Millimeter geschnittene Fasern; zur Herstellung von Spinnfasergarnen oder Vliesstoffen).
- Flock: nicht zum Verspinnen vorgesehene und z. B. auf sehr kurze Länge (unter 10 Millimeter) geschnittene Filamente, speziell für die elektrostatische Beflockung (übliche Länge: 1 Millimeter) verwendbar.

Mikrofasern

Die Textilindustrie verwendet seit den 1980er Jahren die Bezeichnung „Mikrofaser“ („microfibre“) für „feinsttitrige“ Chemiefasern, die als Filamentgarne oder als Stapelfasern hergestellt und für feine und dichte Stoffe verwendet werden. Einsatzgebiete sind Funktionsbekleidungen, die z.B. aus „Fleece“ Stoffen gefertigt werden, aber auch Decken oder Reinigungstücher. Diese Fasern haben eine Feinheit von maximal circa 1 dtex (1 Gramm pro 10.000 Meter), entsprechend einem Durchmesser von circa 10 µm (bei rundem Querschnitt) und sind feiner als die Naturfaser Seide (circa 12 µm).²⁶

In Studien und Untersuchungen zu Mikroplastik wird der Begriff „Mikrofaser“ dagegen häufig missverständlich für alle faserförmige Partikel, Flusen oder Faserflug verwendet.

²⁴ Die meisten angeführten Erläuterungen stammen aus HJ Koslowski, Chemiefaser-Lexikon, Begriffe-Zahlen-Handelsnamen, 12. Auflage, Frankfurt, 2008; ISBN 978-3-87150-876-9

²⁵ Diese cellulosischen Regeneratfasern fallen somit nicht unter die Definition von Mikroplastik, da auch keine chemische Modifikation der natürlich erzeugten Cellulose erfolgt.

²⁶ -siehe auch:

- IVC: <https://www.ivc-ev.de/>: Wissenswertes über Chemiefasern / Eigenschaften / Microfasern

- Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/Mikrofaser>; <https://en.wikipedia.org/wiki/Microfiber>

Feinheit („linear density“)

Die Feinheitsbezeichnung oder „Titer“ von Chemiefasern wird als längenbezogene Masse im „Tex“ System angegeben: tex = Gramm pro 1000 Meter oder dtex = Gramm pro 10.000 Meter
Die Einteilung erfolgt üblicherweise wie folgt: grobe Fasern (> 7,0 dtex), mittelfeine Fasern (2,4 – 7 dtex), Feinfasern (1,0 – 2,4 dtex) und Mikrofasern (0,3 - 1,0 dtex).

Garne

Sammelbezeichnung für linienförmige textile Gebilde, die u. a. wie folgt unterteilt werden können:

- Spinnfasergarn (hergestellt in der Spinnerei; siehe Abbildung 1, unten),
- Filamentgarn aus mehreren „endlosen“ Filamenten, unterschieden in glatt, texturiert oder verwirbelt,
- Zwirn: Garne aus zwei oder mehreren zusammengedrehten Spinnfaser- oder Filamentgarnen.

Arten von Kräuselungen

- Texturierung: Umwandlung glatter Filamentgarne (siehe Abbildung 1, oben) nach verschiedenen Verfahrenstechniken, meist mehr oder weniger elastisch dehbare und/oder bauschigen Garne mit textilen Eigenschaften. Als häufiges Herstellungsverfahren kommt die „Falschdraht Texturierung“ (siehe Abbildung 1, Mitte) zum Einsatz, bei der das erhitzte Multifilamentgarn hochgedreht, fixiert und anschließend wieder zurückgedreht wird. Dabei öffnet sich das Filamentgarn, so dass sich Bögen und Schlingen bilden.
- Kräuselung: Bewirkt eine Welligkeit von Stapelfasern, die bei Chemiefasern durch ein thermisch-mechanisches Verfahren, üblicherweise der Stauchkräuselung, erreicht wird.

Plüsch / Fleece

- Plüsch: Maschenware mit Schlingen („Henkel“) an der Oberfläche.
- „Nickplüsch“ mit aufgeschnittenen Schlingen – samtartige Oberfläche (Velour)
- (Polar)Fleece: flauschartige Textilien entwickelt in den 1980er Jahre, verwendet für wärmende Funktionskleidungen und auch Decken; bestehen überwiegend aus Polyester (PES), seltener aus Polyamid (PA). Die Schlingen von Plüschtextilien werden mit Rauwalzen herausgezogen und aufgerissen, sowie auch geschnitten.

Pilling

- Bildung von Knötchen an der Artikeloberfläche von Textilien vor allem aus Spinnfasern bei der Nutzung aufgrund eines Herausarbeitens einzelner Fasern (Natur- oder Chemiefasern).
- Pillarme Synthesefasern können mit Hilfe chemischer Modifizierung der Polymere oder durch die Verwendung von Polymeren mit niedriger Molmasse hergestellt werden.

Faserförmige Partikel

- Faserflug: („fibre fly“): mit dem Auge noch erkennbare Faser oder deren Teile in der Luft.
- Faserpartikel: nicht mehr mit bloßem Auge sichtbare Faser.
- Flusen („fibre lint“): mit dem Auge erkennbare Faserbruchstücke, nicht luftgetragen.
- Fussel: wird teilweise synonym für Flusen verwendet.

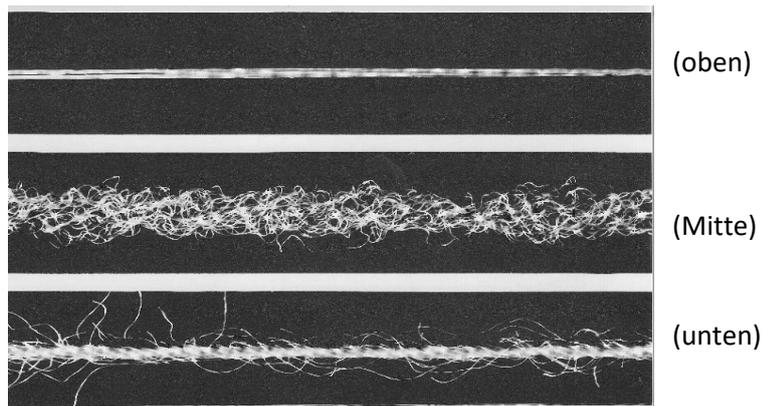


Abbildung 1: Glattegarn (oben), texturiertes Filamentgarn (Mitte: Falschdraht-Texturierung), Spinnfasergarn (unten); aus: Bauer/Koslowski, Chemiefaser-Lexikon, 9. Auflage, S. 106, Frankfurt, 1983

Anlage 2: Fakten kompakt

	Geografischer Bezug	Zeitraum	Geschätzte Menge bzw. Anteile pro Jahr
Textile Fasern (gesamt)	weltweit	2022	114 Mio. Tonnen
Chemiefasern (gesamt)	weltweit	2022	87,6 Mio. Tonnen
- davon aus synthetischen Polymeren	weltweit	2022	80,4 Mio. Tonnen
- davon aus natürlichen Polymeren	weltweit	2022	7,3 Mio. Tonnen
Naturfasern (Baumwolle, Wolle)	weltweit	2022	27 Mio. Tonnen
Wäscheaufkommen in privaten Haushalten	Deutschland	2009 / 2018	ca. 20 Mio. Tonnen
Anteil von Chemiefasern aus synthetischen Polymeren in Bekleidungstextilien	EU	2007	38 Prozent
Eintrag von Chemiefasern aus synthetischen Polymeren durch Wäschewaschen			
- in Gewässer	Deutschland	jährlich	bis zu 1,5 Tonnen
- in Landschaft (mit Klärschlamm)	Deutschland	jährlich	2 - 25 Tonnen

Nutzungsrechte: Die Verwendung und der Abdruck des Dokuments sind bei Quellenangabe (© www.forum-waschen.de) honorarfrei. Das Dokument darf nur zu Informationszwecken verwendet werden. Um Belegexemplare an folgende Adresse wird gebeten:

FORUM WASCHEN

Koordinationsbüro beim Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e. V.

Mainzer Landstraße 55

60329 Frankfurt am Main

forum-waschen@ikw.org

Das FORUM WASCHEN ist eine Dialogplattform mit Akteuren, die sich für Nachhaltigkeit in den Bereichen Waschen, Abwaschen und Reinigen im Haushalt engagieren. Sie besteht aus Fachleuten von Behörden, Bundesministerien, Forschungsinstitutionen, Gewerkschaft, Herstellern von Wasch- und Reinigungsmitteln und Haushaltsgeräten, Kirchen, Umweltorganisationen, Universitäten und Verbraucherverbänden.