

Diploma Thesis

# Emissions of selected per- and polyfluoroalkyl substances into domestic wastewater

submitted in satisfaction of the requirements for the degree of  
Diplom-Ingenieur  
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

---

Diplomarbeit

## Eintrag ausgewählter per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen in häusliches Schmutzwasser

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades einer  
Diplom-Ingenieurin  
eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

**Alexandra Steininger, BSc**

Matr.Nr.: 01325016

unter der Anleitung von

Ao.Univ.-Prof. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Matthias Zessner**

Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement  
Forschungsbereich Wassergütewirtschaft  
Technische Universität Wien  
Karlsplatz 13/226-1, 1040 Wien, Österreich

Wien, im Jänner 2022

---



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

# Kurzfassung

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurden die Eintragspfade der sieben per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen Perfluorooctansäure (PFOA), Perfluorooctansulfonsäure (PFOS), Perfluorhexansäure (PFHxA), Perfluorheptansäure (PFHpA), Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS), Perfluornonansäure (PFNA) und H4-Perfluor-n-Octansulfonsäure (6:2 FTS) aus Haushalten in das Kanalsystem mittels Stoffflussanalyse untersucht. Dabei wurden die Prozesse „Körperpflege“, „Textilien-Nutzung und Textilien waschen“ sowie „Kanal“ betrachtet. Güterflüsse und PFAS-Konzentrationen wurden mittels Literaturrecherche ermittelt und daraus Stoffflüsse berechnet, wobei für die Transferkoeffizienten der Prozesse aufgrund fehlender Literaturangaben für alle Verbindungen die gleichen Annahmen getroffen wurden. Für die Stoffkonzentrationen im Kanal wurden Kläranlagenzuläufe, zum Teil bei Trockenwetter (Schmutzwasser), herangezogen.

Der berechnete Gesamtinput in den Kanal wurde mit dessen Output gegenübergestellt und im Anschluss eine Fehlerausgleichsrechnung mittels STAN durchgeführt. Es zeigte sich, dass die Input- und Outputflüsse zum Teil stark voneinander abweichen und nur bei zwei der untersuchten Stoffen eine Überschneidung zwischen Input und Output feststellbar ist. Des Weiteren konnte nur bei fünf Stoffflussanalysen erfolgreich eine Fehlerausgleichsrechnung durchgeführt werden. Bei allen anderen Verbindungen fehlten entweder zu viele Messwerte oder es ergab sich ein negativer Stofffluss. Aufgrund der vielen offenen Fragen kann aktuell aus einer emissionsseitigen Abschätzung keine Aussage über die Fracht im Kanal getroffen werden, auch wenn sich für manche Substanzen eine schlüssige Bilanz ergibt.

Beim Vergleich der verschiedenen Stoffflussanalysen zeigte sich, dass der Haupteintragspfad von Perfluorsulfonsäuren in den Haushalt Textilien sind, während Perfluorcarbonsäuren vor allem durch Importe aus dem Prozess „Körperpflege“ bestimmt sind. Lediglich die Perfluorooctansäure besitzt nennenswerte Einträge sowohl aus Körperpflegeprodukten als auch aus Textilien und Imprägniermittel. Die schon seit längerem regulierte Perfluorooctansulfonsäure, sowie die andere untersuchte Perfluorsulfonsäure, Perfluorhexansulfonsäure, wurden weit weniger in das System eingetragen als die betrachteten Perfluorcarbonsäuren.

Vor allem die Importe „Sonnenschutzmittel“, „Body Lotion“, „Concealer“, „Teppiche“, „Vorhänge“, „Shirts“ und „Hosen“ spielen eine wichtige Rolle beim PFAS-Eintrag in Haushalte. Im Gegensatz dazu lagen die Frachten der Güter „Kajalstift“, „Eyeliner“, „Decken“, „Polsterbezüge“, „Daunensteppdecken“, „Badematten“, „Bademäntel“, „Handtücher“ sowie „Tischtücher“ selten bis nie über Null bzw. der Bestimmungsgrenze. Da jedoch teilweise die Anzahl der Messergebnisse sehr gering war, werden weitere Messungen sowohl auf Güter als auch auf Stoffebene benötigt um sich ein detaillierteres Bild von der Situation machen zu können. Aktuell sind die Ergebnisse noch mit einigen Unsicherheiten behaftet.

Neben den Unsicherheiten durch fehlende Daten und der getroffenen Annahmen beeinflussen auch Vorläufersubstanzen in noch unbekanntem Ausmaß die Ergebnisse. Sie werden über mehrere Zwischenschritte zu nicht abbaubaren Verbindungen, wie die in dieser Arbeit betrachteten, umgewandelt.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

# Abstract

For this Master Thesis the emission pathways of seven per- and polyfluoralkyl substances, perfluorooctanoic acid (PFOA), Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS), Perfluorohexanoic acid (PFHxA), Perfluoroheptanoic acid (PFHpA), perfluorohexane sulfonic acid, Perfluorononanoic acid (PFNA) and H4-perfluoro-n-octanesulfonic acid (6: 2 FTS) from households into the sewer system were investigated with the material flow analysis. The processes “body care“, “textile use and textile washing“ and “sewerage“ were considered. With literature research the flows of goods and PFAS concentrations were determined, and material flows were calculated. Due to the lack of data, assumptions were made for the transfer coefficients independent of the substance. For the substance concentrations in the sewerage, sewage treatment plant intake, partly during dry weather(wastewater), were used.

The calculated total input into the sewerage was compared with its output and afterwards an error compensation calculation was performed using STAN. The input and output flows differed greatly in some cases and only two substances showed an overlap between input and output. Furthermore, the error compensation calculations were only successful for five cases. For all other compounds, either too many values were missing, or material flows were negative. Due to many open questions, an emission-based estimation about the load in the sewerage is currently not possible, even if the balance is conclusive for some substances.

The comparison of the material flow analyses of different PFAS shows that the main pathway of perfluorosulfonic acids into the household are textiles, while for perfluorocarboxylic acids they are imports from the process of “personal care“. Only perfluorooctanoic acid has notable inputs from personal care products, textiles and impregnating agents. The perfluorosulfonic acids, perfluorooctanesulfonic acid, which has been regulated for some time, and perfluorohexanesulfonic acid, are entering the system in far smaller amounts than the perfluorocarboxylic acids under consideration.

Especially the imports of “sunscreen“, “body lotion“, “concealer“, “carpets“, “curtains“, “shirts“ and “pants“ are important PFAS inputs into households. In contrast, the material loads of “eye pencil“, “eyeliner“, “blankets“, “pillow case“, “down quilts“, “bath mats“, “bath robes“, “towels“ and “tablecloths“ are rarely or never above zero resp. the limit of quantification. However, since in some cases there were too few values, further measurements are required, both at the goods and at the substance level, for more detailed results. Currently, there are several uncertainties in the results.

In addition to the uncertainties due to missing data and the assumptions made, precursor substances also affect the results to an unknown extent. They are transformed via several intermediate steps into non-degradable compounds, such as those considered in this thesis.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>8</b>
1.1	Zielsetzung und Fragestellung . . . . .	8
1.2	Definition per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) . . . . .	8
1.3	Betrachtete Stoffe - Eigenschaften und Verwendung . . . . .	9
1.3.1	Perfluorooctansäure (PFOA) . . . . .	9
1.3.2	Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) . . . . .	10
1.3.3	Perfluorhexansäure (PFHxA) . . . . .	10
1.3.4	Perfluorheptansäure (PFHpA) . . . . .	11
1.3.5	Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) . . . . .	11
1.3.6	Perfluornonansäure (PFNA) . . . . .	11
1.3.7	H4-Perfluor-n-Octansulfonsäure (6:2 FTS) . . . . .	12
1.4	Rechtliche Regulierungen . . . . .	12
<b>2</b>	<b>Materialien und Methoden der Stoffflussanalyse</b>	<b>15</b>
2.1	Ausgewählte Begriffe der Stoffflussanalyse . . . . .	15
2.1.1	Stoff . . . . .	15
2.1.2	Gut . . . . .	15
2.1.3	Prozess . . . . .	15
2.1.4	Lager . . . . .	15
2.1.5	Fluss/Strom . . . . .	16
2.1.6	Indikatorstoff . . . . .	16
2.1.7	System . . . . .	16
2.1.8	Systemgrenze . . . . .	16
2.1.9	Stoffflussanalyse(SFA )/Stoffstromanalyse . . . . .	16
2.1.10	Bilanz . . . . .	16
2.1.11	Funktionale Einheit . . . . .	16
2.1.12	Transferkoeffizient . . . . .	17
2.1.13	Transferfunktion . . . . .	17
2.1.14	Letzte Senke . . . . .	17
2.1.15	Datenunsicherheit . . . . .	17
2.2	Methodik laut Norm . . . . .	17
2.3	Systemdefinition . . . . .	20
2.4	Quantitative Umsetzung . . . . .	23
2.4.1	Importe in das System über Konsumgüter . . . . .	23
2.4.2	Transferkoeffizienten von Stoffen im Haushalt . . . . .	37
2.4.3	Exporte aus dem System über die Kanalisation . . . . .	39
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>41</b>
3.1	Perfluorooctansäure (PFOA) . . . . .	41
3.2	Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) . . . . .	43
3.3	Perfluorhexansäure (PFHxA) . . . . .	46
3.4	Perfluorheptansäure (PFHpA) . . . . .	50

---

3.5	Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) . . . . .	53
3.6	Perfluornonansäure (PFNA) . . . . .	56
3.7	H4-Perfluor-n-Octansulfonsäure (6:2 FTS) . . . . .	59
<b>4</b>	<b>Interpretation und Schlussfolgerungen</b>	<b>61</b>
	<b>Literatur</b>	<b>63</b>

# Kapitel 1

## Einleitung

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen besitzen keine natürlichen Quellen. Ihre Herstellung erfolgt seit den 1950er Jahren, wobei sie erst seit den 1970ern großflächig eingesetzt werden [257]. Zu dieser Stoffgruppe zählen mehr als 4.700 Stoffe [256]. Die wichtigsten Hersteller von polyfluorierten Substanzen sind: DuPont, 3M/Dyneon, Clariant, Bayer, Ciba Speciality Chemicals, Daikin, Arkema, AGC Chemicals/Asahi Glass, Solvay Solexis und BASF SE [257].

In der Umwelt werden diese Verbindungen kaum abgebaut, weder abiotisch noch biotisch [451]. Somit werden PFAS auch in der biologischen Reinigungsstufe von Kläranlagen nicht entfernt. Allerdings können dort abbaubare Vorläuferverbindungen zu nicht abbaubare Verbindungen umgewandelt werden [403].

Die Persistenz und Mobilität der perfluorierte Alkylsubstanzen führt zu einer globalen Verbreitung, weshalb sie bereits in den entlegensten Gebieten nachweisbar sind [452]. Einige PFAS sind hoch toxisch und reichern sich in der Umwelt und im Körper von Lebewesen an („Bioakkumulation“) [258]. So konnte in der Leber von Eisbären, im Vergleich zur Umwelt, eine 4000-fach höhere Konzentration der Verbindung Perfluorooctansulfonsäure nachgewiesen werden. [451]. In der marine Nahrungskette reichern sich PFAS doppelt so stark an wie in der terrestrische Nahrungskette [257]. Der Mensch nimmt PFAS größtenteils über Lebensmittel, aber auch über kontaminiertes Trinkwasser, auf. Zudem kann es zur Aufnahme von flüchtigen PFAS über die Luft kommen [451].

### 1.1 Zielsetzung und Fragestellung

Ziel dieser Diplomarbeit war es den Wissensstand über den Eintrag von per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen aus Haushalten in das Kanalsystem und somit in die Umwelt zu verbessern. Mittels Literaturrecherche wurden die PFAS-Quellen im Haushalt identifiziert und deren Emissionen ermittelt. Auf Basis dieser Recherche konnten Stoffflussanalysen für ausgewählte Substanzen durchgeführt und die Ergebnisse mit Frachten im Kanal gegenübergestellt werden. Im Zuge dieser Arbeit sollen folgende Fragen beantwortet werden:

1. Was sind die wesentlichen PFAS-Quellen im Haushalt bzw. für häusliches Abwasser?
2. Lässt sich aus einer emissionsseitigen Abschätzung eine Aussage über die Fracht im Kanal treffen?

### 1.2 Definition per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS)

Als per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen, kurz PFAS, werden organische Verbindungen bezeichnet, bei denen alle (perfluoriert) oder mehrere (polyfluoriert) Wasserstoffatome durch Fluoratome ersetzt sind. Außerdem besitzen sie eine funktionelle Gruppe, wie z.B. eine Sulfonsäuregruppe oder eine Carbonsäuregruppe [258]. Sie haben keinen natürlichen Ursprung

und werden in langkettige und kurzkettige PFAS unterteilt [449]. Als langkettige Verbindungen gelten laut OECD Perfluorcarbonsäuren mit einer Kohlenstoff-Kettenlänge größer gleich 8, Perfluorsulfonsäuren mit einer Kohlenstoff-Kettenlänge größer gleich 6 sowie Precursor (Vorläufersubstanz) der Perfluorcarbon- und Perfluorsulfonsäuren. Mit zunehmender Kettenlänge sinkt die Wasserlöslichkeit dieser Verbindungen stark [257].

Früher wurden PFAS unter „per- und polyfluorierte Tenside“ (PFT) geführt [452]. Aufgrund ihrer fett- und wasserabweisenden Eigenschaften sowie hohe thermische und chemische Stabilität ergeben sich zahlreiche Anwendungen. Sie werden beispielsweise für die Herstellung von Fluorpolymeren, die Oberflächenveredelung von Metallen, in der Halbleiterindustrie, für Skiwachs, Feuerlöschmittel zum Löschen von Flüssigkeitsbränden sowie Leder- und Textilbeschichtungen („Outdoor“-Kleidung) eingesetzt [258].

Bei der industriellen Produktion dieser Stoffe unterscheidet man zwei Verfahren; die elektrochemische Fluorierung (ECF) und die Fluortelomerisierung. Bei der elektrochemischen Fluorierung wird an das Ausgangssubstrat im wasserfreien Milieu Strom angelegt. In Folge dessen wird jedes Wasserstoffatom durch ein Fluoratom ersetzt. Dabei werden freie Radikale gebildet, die dazu führen, dass neben linearen auch verzweigte Moleküle entstehen. Zusätzlich fallen viele Nebenprodukte an, weshalb sich eine Hauptprodukt-Ausbeute von lediglich 30 – 45 % ergibt [257].

Die Fluortelomerisierung ist das modernere der beiden Verfahren mit einer höheren Produktausbeute. Im Vergleich ist außerdem die Bildung von Nebenprodukten geringer. Im ersten Schritt wird Tetrafluorethen mit Iod und Iodpentafluorid ( $\text{IF}_5$ ) zu Pentafluoridethan umgewandelt. So kann schrittweise die Zielsubstanz gebildet werden, wobei sich bei jeder Reaktion mit Tetrafluorethen das Grundgerüst um zwei Kohlenstoffatome vergrößert. Hierbei entstehen ausschließlich lineare Moleküle. Die kürzer- oder längerkettigen Nebenprodukte werden in einem Reinigungsschritt soweit wie möglich entfernt. Zwar können auch verzweigte oder ungeradzahlige Moleküle durch die Wahl anderer Ausgangsprodukte erzeugt werden, jedoch sind diese weniger gebräuchlich [257].

## 1.3 Betrachtete Stoffe - Eigenschaften und Verwendung

In dieser Arbeit wurden sieben PFAS-Verbindungen behandelt. Perfluorooctansäure (PFOA), Perfluorononansäure (PFNA), Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) und Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) wurden berücksichtigt, da die EFSA für sie bereits TWI-Werte festgelegt hat [451]. Des Weiteren zählen PFOA und PFOS zu den schon lange eingesetzten („alten“) PFAS. Zusätzlich wurden die drei am häufigsten gemessenen Stoffe, Perfluorhexansäure (PFHxA), Perfluorooctansäure (PFOA) sowie Perfluorheptansäure (PFHpA) in dieser Arbeit betrachtet. Als Vertreterin der Vorläufersubstanzen wurde H4-Perfluor-n-Octansulfonsäure (6:2 FTS) ausgewählt.

### 1.3.1 Perfluorooctansäure (PFOA)

Die Perfluorooctansäure,  $\text{C}_8\text{HF}_{15}\text{O}_2$  [458], zählt zu den Perfluorcarbonsäuren [255] und besteht aus einer hydro- und lipophoben (wasser- und fettabweisenden) perfluorierten Kohlenstoff-Kette mit einer polaren Carboxylgruppe [458]. Der Schmelzpunkt dieser Verbindung liegt bei 59-60 °C, der Siedepunkt bei 192 °C und die Dissoziationskonstante ( $\text{pK}_a$ ) bei 0,5. Je mehr die Verbindung vom Neutralpunkt (pH 7) abweicht, desto kleiner ist der  $\text{pK}_a$ -Wert und desto stärker ist sie bei pH 7 dissoziiert. Die Perfluorooctansäure gilt daher als starke Säure. Die Dissoziation führt dazu, dass starke Säuren trotz ihres hydrophoben Restes eine gute Wasserlöslichkeit aufweisen [257].

Des Weiteren zählt PFOA zu den persistenten, toxischen und bioakkumulativen perfluorierten Alkylsubstanzen [458]. Die Einstufung von Perfluorooctansäure als toxisch ist durch die Repro-

duktionstoxizität bedingt. PFOA führt bei Labortieren auch zu Geburtsfehlern, verzögerter Entwicklung und Todesfällen bei Neugeborenen. Außerdem fand die Internationale Agentur für Krebsforschung Beweise, dass Perfluorooctansäure als potenziell krebserzeugend für Menschen einzustufen ist [257]. Aus einer Studie geht hervor, dass bei der ernährungsbedingten Aufnahme von Perfluorooctansäure vor allem pflanzliche Lebensmittel eine Rolle spielen [271].

Für die Herstellung von PFOA wird die elektro-chemische Fluorierung eingesetzt [445]. Das Haupteinsatzgebiet der Perfluorooctansäure, genauer deren Ammoniumsalz (APFO), ist die Produktion von Fluorpolymeren für Filme und Membranen. Des Weiteren wird PFOA in der Halbleiterindustrie verwendet. Jedoch ist die Perfluorooctansäure nicht nur in diesen Bereichen nachweisbar, sondern auch als Verunreinigung in AFFF-Löschmittel (Wasserfilmbildende Schaummittel) [255] und in der Papierindustrie [257] sowie als Nebenprodukt bei der Synthese von fluoridierte Polyacrylate, Fluorcarbonharze (FCH). Diese Fluorcarbonharze werden in der Textilbehandlung für die Herstellung von wasser- und schmutzabweisende Produkte eingesetzt [255].

### 1.3.2 Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)

Die Perfluorooctansulfonsäure,  $C_8HF_{17}O_3S$  [459], gehört zur Gruppe der Perfluoralkansulfonsäuren [255]. Sie setzt sich aus einer unpolaren perfluorierten Kohlenstoff-Kette und einer polaren Sulfonsäuregruppe zusammen [459]. Ihre Dissoziationskonstante ( $pK_a$ ) ist  $<0,3$ ; weshalb sie ebenfalls zu den starke Säuren zählt. Mit einem Henry-Koeffizient ( $k_H$ ) von  $0,79 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$  gilt PFOS außerdem als mittelflüchtige Verbindung, d.h. der Übergang von der Wasser- in die Gasphase ist nicht relevant [255].

Laut der OECD-Definition gehört die Perfluorooctansulfonsäure, genauso wie die Perfluorooctansäure, zu den langkettigen PFAS-Verbindungen, welche toxischer sind als kurzkettige Verbindungen. PFOS weist eine chronische Toxizität auf [257] und wird außerdem von der ECHA als vermutlich reproduktionstoxisch und krebserregend eingestuft [384]. Des Weiteren ist PFOS bioakkumulativ und persistent. Die Literatur gibt für den Logarithmus des Bioakkumulationsfaktors (BAF) von PFOS Werte im Bereich von 2,85 bis 4,0 an. Stoffe mit einem Wert über 3,7 (BAF = 5.000) werden als sehr bioakkumulativ eingestuft. Zu beachten ist, dass klassischer Weise die Bioakkumulationsrate im Fettgewebe von Organismen bestimmt wird. Diese Bestimmungsart führt zu einer Unterschätzung der Bioakkumulation von PFOS, da sich diese Verbindung größtenteils an Proteine bindet. Beispielsweise reichert sie sich in Fische und Garnelen besonders an [257]. Allerdings wird die Perfluorooctansulfonsäure nicht nur über tierische, sondern auch über pflanzlichen Lebensmitteln, vom Menschen aufgenommen [271].

Ebenso wie bei PFOA erfolgt auch die Herstellung von PFOS mittels elektro-chemischer Fluorierung [445]. Früher wurde die Perfluorooctansulfonsäure und deren Derivate beispielsweise [255] vor allem in der Galvanik [257], aber auch für Löschschäume sowie zur Oberflächenveredlung von Verbraucher- und Verpackungsmaterialien genutzt. So konnten Produkte wie Papier, Lebensmittelverpackungen, Küchengeschirr, Textilien, Leder und Möbel mit einer wasser-, öl- und schmutzabweisenden Beschichtung versehen werden. Zusätzlich findet sich PFOS auch als Verunreinigung in anderen PFAS-Produkten [255].

### 1.3.3 Perfluorhexansäure (PFHxA)

Die Perfluorhexansäure,  $C_6HF_{11}O_2$  [455], ist eine kürzerkettige Perfluorcarbonsäure [255]. Sie wird in der Umwelt (Boden oder Wasser) nicht abgebaut und ist innerhalb dieser sehr mobil. Jedoch spielt bei PFHxA Bioakkumulation keine Rolle [468]. Außerdem gehört PFHxA nicht zu den karzinogen Substanzen, beeinträchtigt keine endokrine Aktivitäten und ist weder selektiv

reproduktions- noch entwicklungstoxisch. Eine PFHxA-Exposition führt vor allem zu potenziellen, zum Teil reversiblen, Nierenschäden. Um solche Schäden hervorzurufen sind weit höhere Dosen erforderlich als bei Perfluorooctansäure [282]. Über die Nahrung wird Perfluorhexansäure vor allem durch pflanzliche Lebensmittel aufgenommen [271].

PFHxA kommt primär als Verunreinigung, Abbauprodukt und Metabolit von fluortelomerbasierten Verbindungen vor [282]. Unter anderem entsteht sie bei der Biotransformation von 6:2 FTOH [255].

### 1.3.4 Perfluorheptansäure (PFHpA)

Die Perfluorheptansäure,  $C_7HF_{13}O_2$  [454], gehört mit sieben Kohlenstoffatomen zu den kurzkettingen [255] Perfluorcarbonsäuren [257]. Sie entsteht in geringen Mengen (ca. 2%) beim Abbau von 6:2 Fluorotelomersulfonsäure (6:2 FTS) [468]. Ihr Siedepunkt beträgt  $30\text{ }^\circ\text{C}$  und ihr Schmelzpunkt  $175\text{ }^\circ\text{C}$  [297]. Wie auch andere kurzkettinge Perfluorsulfon- und carbonsäuren [257], ist auch Perfluorheptansäure mit einer Löslichkeit von  $3,65\text{ mg/l}$  [297] relativ gut wasserlöslich [257]. Außerdem zählt diese Verbindung zu den sehr starken Säuren [460] und besitzt eine Dissoziationskonstante ( $pK_a$ ) von  $-2,29$  [297].

Des Weiteren ist die Perfluorheptansäure persistent [410], in der Umwelt sehr mobil und weist eine geringere Bioakkumulation als Perfluorooctansäure auf [468]. Die Anzahl an Studien zur Toxizität von PFHpA ist begrenzt, allerdings zeigen In-vitro-Studien vor allem Leber- bzw. Schilddrüsenschäden. Für karzinogene, mutagene, teratogene (Geburtsfehler) Eigenschaften gibt es keine Belege [410].

### 1.3.5 Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)

Die Perfluorhexansulfonsäure,  $C_6HF_{13}O_3S$  [456], wird der Gruppe der langkettigen Perfluorsulfonsäuren zugeordnet [255] und besitzt sechs Kohlenstoffatome sowie eine Sulfonsäuregruppe [456]. Sie ist persistent und bioakkumulativ. Außerdem deuten mehrere epidemiologische Studien auf Zusammenhänge zwischen PFHxS und veränderte Schilddrüsen-, Leber-, Immun- und Fortpflanzungsfunktionen hin [1]. In der Nahrung kommt diese Verbindung vor allem in pflanzliche Lebensmitteln vor [271].

PFHxS wurde seit den 1960ern zur Herstellung von filmbildendem Schaum (AFFF), aber auch in Verbraucherprodukten wie Papier und Teppichen eingesetzt. Die Produktion der Perfluorhexansulfonsäure erfolgte mittels elektro-chemischer Fluorierung. Angesichts ihrer negativen Eigenschaften stellte 2002 der größte Hersteller von Perfluorhexansulfonsäure die Produktion ein. Zusätzlich entsteht PFHxS als Nebenprodukt bei der Herstellung von Perfluorooctansulfonat (PFOS) und während des Abbaus von Perfluorsulfonsäuren und Fluortelomeralkoholen [1].

### 1.3.6 Perfluorononansäure (PFNA)

Die Perfluorononansäure,  $C_9HF_{17}O_2$  [457], und ihr Ammoniumsalz (APFN) sind Ersatzstoffe für PFOS bei der Herstellung von Fluorpolymeren. Sie wird seit 1975 synthetisiert und z.B. unter dem Namen Surflon® S-111 gehandelt [255]. Die Säure gehört mit ihren 9 Kohlenstoffatomen [457], genauso wie PFOA, zu den langkettigen Perfluorcarbonsäuren [255], [259].

Die Verbindung ist schwer entzündlich, unlöslich in Wasser und besitzt einen Siedepunkt von  $218\text{ }^\circ\text{C}$  sowie einen Schmelzpunkt zwischen  $59$  und  $62\text{ }^\circ\text{C}$  [259]. Außerdem geht von Perfluorononansäure eine 10-fach höheres Leberschädigungspotential aus als von Perfluorooctansäure [257]. Die ECHA stuft PFNA, genauso wie PFOS und PFOA, als vermutlich krebserregend (CARC 2) und reproduktionstoxisch (Repr. 1B) ein. Daneben besteht der Verdacht, dass PFNA die Fertili-

tät[384] (Fruchtbarkeit [260]) beeinflusst [384]. Bezüglich der ernährungsbedingten Aufnahme von Perfluoronansäure sind sowohl tierische als auch pflanzlichen Lebensmittel relevant [271].

### 1.3.7 H4-Perfluor-n-Octansulfonsäure (6:2 FTS)

Die H4-Perfluor-n-Octansulfonsäure [255],  $F(CF_2)_6CH_2CH_2SO_3H$  [453], ist der am häufigsten eingesetzte Ersatzstoff für PFOS [468]. Diese beiden Verbindungen besitzen die gleiche Sulfonsäuregruppe sowie die gleiche Anzahl an Kohlenstoffatomen, jedoch sind zwei dieser Atome bei 6:2 FTS nicht fluoriert. Insbesondere bei der Herstellung von Löschschäumen [257] und in der dekorativen Verchromung wird 6:2 FTS häufig eingesetzt. Im Bereich der Verchromung nutzen 60% der Anlagen diesen PFOS-Ersatzstoff, der Rest bedient sich fluorfreien Netzmittel oder Chrom(III)-basierter Verfahren. Die Synthese von H4-Perfluor-n-Octansulfonsäure erfolgt mittels Telomerisierung. 6:2 FTS wird nicht nur synthetisiert, sondern sie bildet sich auch beim Abbau von Vorläuferverbindungen [468], z.B. einigen Perfluorcarboxybetainen [257]. Danach läuft der Abbau weiter bis persistente Abbauprodukte, primär PFBA, PFPeA, PFHxA sowie begrenzt PFHpA, entstehen [468].

Mit einer Dissoziationskonstante ( $pK_a$ ) von 1,31 zählt die H4-Perfluor-n-Octansulfonsäure [257] zu den mittelstarken Säuren [460] und dissoziiert beinahe vollständig bzw. liegt als Salz vor. Die Löslichkeit hängt von ihrer Form, Säure oder Salz, ab [257]. Sie reichert sich nicht in mikrobiellen Systemen, Fischen und Säugetieren an, allerdings wurde eine Bioakkumulation von 6:2 FTS bei wirbellosen Tieren festgestellt [468].

## 1.4 Rechtliche Regulierungen

Auf internationaler Ebene gibt es seit 2004 [407] das Stockholmer Übereinkommen [219] (Stockholm Convention) [407], das persistente organische Schadstoffe (POPs) identifiziert und reguliert. Die Konvention wird mittels Verordnung (EU) 2019/1021 über persistente organische Schadstoffe in EU-Recht umgesetzt. In Österreich befasst sich zum einen das Chemikaliengesetz 1996 [219], zum anderen der nationale Durchführungsplan zu POPs mit der Regulierung von persistenten organischen Schadstoffen. Die Veröffentlichung der 2. Überarbeitung dieses Durchführungsplans erfolgte 2012 und bis zum 2. Juli 2021 befand sich der „Österreichische Nationale Durchführungsplan zu persistenten organischen Schadstoffen 2021“ in Begutachtung [220].

Von den oben beschriebenen Verbindungen wurde nur die Perfluor-octansulfonsäure und ihre Derivate in der EU-Verordnung von 2019 behandelt. Demnach sind Verunreinigungen durch PFOS von bis zu 10 mg/kg von Kontrollmaßnahmen befreit und die Substanz darf nur in bestimmten Ausnahmefällen noch verwendet werden [461]. Mit der „delegierten Verordnung (EU) 2020/784 der Kommission“ vom 8. April 2020 wird außerdem die Perfluor-octansäure (PFOA), ihrer Salze und ihre Vorläuferverbindungen in Anhang I der Verordnung (EU) 2019/1021 aufgenommen. Dadurch ist auch die Herstellung und Verwendung von PFOA nur noch in bestimmten Ausnahmefällen erlaubt. Für die Säure selbst und ihre Salze wird ein Grenzwert von 0,025 mg/kg und für einzelne PFOA-verwandte Verbindungen oder einer Kombination solcher Verbindungen ein Grenzwert von 1 mg/kg festgelegt [225].

Im Chemikaliengesetz 1996 sind keinerlei Grenzwerte für POPs festgelegt, der Abschnitt über POPs beschäftigt sich lediglich mit der Umsetzung der EU Verordnung. Für die Vollziehung dieser sowie die Erstellung von Aktions- und Durchführungspläne ist das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie zuständig [218]. Im Durchführungsplan von 2012 wird angeführt, dass Österreich von den vier in der EU Verordnungen festgelegten Ausnahme zur Herstellung und dem Inverkehrbringen von PFOS die Ausnahmen zu „Fotoresistlacke und Antireflexbeschichtungen für fotolithografische Prozesse“ sowie zu „Mittel zur

Sprühnebelunterdrückung für nicht dekoratives Hartverchromen“ in Anspruch nimmt. Aufgrund dessen muss Österreich „der Kommission alle vier Jahre über die Fortschritte bei der Eliminierung von PFOS“ berichten. Des Weiteren werden in Österreich noch PFOS-belastete Röntgenfilme genutzt [298].

Seit 2006 gibt es zusätzlich die sogenannte REACH-Verordnung der EU, die sich mit der „Registrierung, Zulassung, Beschränkung und Bewertung chemischer Stoffe“ befasst [221]. Gegenwärtig werden auch im Zusammenhang mit dieser Verordnung Reglementierungen von PFHxS, PFHxA und langkettigen PFAS erarbeitet [219]. Unternehmen, die mehr als eine Tonne einer chemischen Substanz pro Jahr produzieren oder importieren, sind verpflichtet dies in einer zentralen Datenbank zu dokumentieren. Zudem ist für „sehr bedenkliche Stoffe“ ein Zulassungsverfahren vorgeschrieben. Mischungen werden jedoch erst dann registriert, wenn die Konzentration des betreffenden Stoffes mindestens 0,1% beträgt [298].

Bezüglich der tolerierbaren wöchentlichen Aufnahme pro kg Körpergewicht, dem sogenannten TWI-Wert, legt die EFSA [451] (European Food Safety Authority) [248] für die Gruppe der PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS einen Wert von 4,4 ng fest. Bei dieser Menge kommt es trotz lebenslanger wöchentlicher Aufnahme nach aktuellem Wissensstand zu keinem wesentlichen Gesundheitsrisiko [451].

Im Bereich des Trinkwassers gibt es noch keine gültigen Grenzwerte für per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen, weder in der Trinkwasserverordnung des Bundesministeriums für soziale Sicherheit und Generationen [463], noch in der EU-Trinkwasserrichtlinie. Die EU-Trinkwasserrichtlinie vom 16. Dezember 2020 gibt der Kommission bis zum 12. Januar 2024 Zeit, technische Leitlinien für „Analyseverfahren zur Überwachung der per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen“ zu erstellen. Dies betrifft die Parameter „PFAS gesamt“ und „Summe der PFAS“, inklusive der Nachweisgrenzen, Parameterwerte und Häufigkeit der Probennahmen. Welchen der beiden Parameter die Mitgliedstaaten nutzen, können sie selbst festlegen [401].

In Anhang I - Teil B, „Mindestanforderungen für Parameterwerte zur Bewertung der Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ - „Chemische Parameter“, wird für „PFAS gesamt“ ein Parameterwert von 0,5 µg/l und für „Summe der PFAS“ 0,1 µg/l angegeben. „PFAS gesamt“ wird als Gesamtheit der per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen definiert. „Summe der PFAS“ ist ein Teil von „PFAS gesamt“, da hier nur die in Anhang III - Teil B - Nummer 3 aufgelisteten PFAS berücksichtigt werden. Sie werden als bedenklich eingestuft und besitzen einen perfluorierten Alkylanteil mit mindestens drei oder einen perfluorierten Alkyletheranteil mit mindestens zwei Kohlenstoffatomen. Folgende Verbindungen sind in „Summe der PFAS“ enthalten:

- Perfluorbutansäure (PFBA)
- Perfluorpentansäure (PFPeA)
- Perfluorhexansäure (PFHxA)
- Perfluorheptansäure (PFHpA)
- Perfluoroctansäure (PFOA)
- Perfluornonansäure (PFNA)
- Perfluordecansäure (PFDA)
- Perfluorundecansäure (PFUnDA)
- Perfluordodecansäure (PFDoDA)

- Perfluortridecansäure (PFTrDA)
- Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)
- Perfluorpentansulfonsäure (PFPeS)
- Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)
- Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)
- Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)
- Perfluoronansulfonsäure (PFNS)
- Perfluordecansulfonsäure (PFDS)
- Perfluorundecansulfonsäure
- Perfluordodecansulfonsäure
- Perfluortridecansulfonsäure

Bezüglich des Gewässerschutzes existiert auf EU-Ebene die EU-Wasserrahmenrichtlinie, die durch das Wasserrechtsgesetz 1959 in Österreich umgesetzt wird [450]. In Anhang E - Abschnitt II wird die Perfluoroctansulfonsäure und ihre Derivate als „prioritärer gefährlicher Stoff eingestuft“ [465]. Infolge des Wasserrechtsgesetzes wurde die Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer erlassen. Diese Verordnung gibt in Anlage A, Tabelle A.1 („Umweltqualitätsnormen für synthetische Schadstoffe“) Grenzwerte für die Perfluoroctansulfonsäure und ihre Derivate an [462].

**Tab. 1.1:** Auszug aus den Umweltqualitätsnormen für synthetische Schadstoffe [462]

Nr.	Parameter	CAS.Nr. 1)	JD-UQN 2) (µg/l)	ZHK-UQN 3 ) (µg/l)	UQN Biota 12 µg/kg Nassgewicht
44	Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS)	1763-23-1	0,00065	36	9,1

## Kapitel 2

# Materialien und Methoden der Stoffflussanalyse

Die ÖNORM S 2096 definiert die „Methodik und Anwendung von Stoffflussanalysen“. Durch Stoffflussanalysen können komplexe Systeme beschrieben, bewertet, gestaltet und optimiert werden. Die Norm führt an: „Der Vorteil der Stoffflussanalyse ist, dass ein komplexes System auf die für eine Fragestellung relevanten Güter und Prozesse reduziert wird.“ Teil 1 der Norm beschreibt die Begriffe und Teil 2 die Methodik der Stoffflussanalyse [382].

### 2.1 Ausgewählte Begriffe der Stoffflussanalyse

In diesem Kapitel werden die für diese Diplomarbeit relevanten Begriffe der Stoffflussanalyse beschrieben [382].

#### 2.1.1 Stoff

Ein Stoff wird als Material, das nur aus einem chemischen Element oder einer chemischen Verbindung besteht, definiert. Somit ist Trinkwasser kein Stoff, da es neben reinem H<sub>2</sub>O weitere Verbindungen beinhaltet [382].

#### 2.1.2 Gut

Ein Gut ist ein „Material, das aus einem oder mehreren Stoffen besteht und handelbar ist“. Der Handelswert eines Gutes kann positiv (z.B. Heizöl), negativ (z.B. Abwasser), oder in besonderen Fällen neutral (z.B. Luft), sein [382].

##### 2.1.2.1 Material

Der übergeordnete Begriff „Material“ wird dann benutzt, wenn Güter und Stoffe erfasst werden oder man sich noch nicht für die Ebene (Güter oder Stoffe) der Untersuchung entschieden hat. Sowohl Rohmaterialien als auch Substanzen, die durch biologische, physikalische oder chemische Prozesse verändert wurden, fallen unter den Material-Begriff [382].

#### 2.1.3 Prozess

Ein Vorgang bei dem Stoffe oder Güter umgewandelt (biologisch, chemisch oder physikalisch), transportiert oder gelagert werden, wird Prozess genannt. Die einzelnen Ereignisse innerhalb eines Prozesses werden nicht beschrieben, weshalb bei einem Prozess oft von einer „Black Box“ gesprochen wird. Für eine detailliertere Darstellung eines Prozesses kann dieser in Subprozesse unterteilt werden [382].

#### 2.1.4 Lager

Als Lager wird der „Bestand von Gütern oder Stoffen innerhalb eines Prozesses“ bezeichnet [382].

### 2.1.5 Fluss/Strom

Die Bewegung von Stoffen oder Gütern zwischen Prozessen oder in bzw. aus einem System nennt man Fluss bzw. Strom. Bei der Bezeichnung der Flüsse wird zwischen Inputs (in einen Prozess) bzw. Importe (in ein System) und Outputs (aus einem Prozess) bzw. Exporte (aus einem System) unterschieden. Die Einheit eines Materialflusses ist beispielsweise Masse oder Volumen pro Zeit. Allerdings wird in der Praxis oftmals die Einheit Masse pro Zeit und Querschnitt (auch Flux genannt) benutzt [382].

### 2.1.6 Indikatorstoff

Ein Indikatorstoff weist eine (oder mehrere) physikalische, biochemische und/oder chemische Eigenschaft auf, die für seine Stoffgruppe charakteristisch ist. Er dient dazu das Verhalten anderer Stoffe (oder Stoffgruppen) zu prognostizieren. Das Ziel ist es mit möglichst wenigen Indikatorstoffen, und somit wenig Untersuchungsaufwand, möglichst viele Informationen zu erhalten [382].

### 2.1.7 System

Das System einer Stoffflussanalyse ist eine abgegrenzte Menge von Prozessen, inklusive deren Lager, die über Flüsse miteinander verbunden sind. Als ein solches System kann z.B. ein Betrieb, eine Region oder ein Privathaushalt betrachtet werden. Über seinen Herkunfts- und Zielprozess kann jeder Fluss eindeutig identifiziert werden [382].

### 2.1.8 Systemgrenze

Eine Systemgrenze wird laut ÖNORM S 2096 – Teil 1 als „zeitliche und räumliche Abgrenzung des zu untersuchenden Systems“ definiert. Für gewöhnlich wird als zeitliche Grenze ein Jahr angesetzt. Räumlich wird ein System vielfach dreidimensional, z.B. über politische, hydrologische oder betriebliche Grenzen, abgegrenzt [382].

### 2.1.9 Stoffflussanalyse(SFA )/Stoffstromanalyse

Bei der Stoffflussanalyse werden alle relevanten Stoffflüsse „in einem zeitlich und räumlich exakt abgegrenzten System“ identifiziert und quantifiziert, sowie die Stoffe innerhalb dieses Systems bilanziert. Das System umfasst (einen oder) mehrere miteinander in Beziehung stehende Prozesse, sowie die dazugehörigen Subprozesse [382].

### 2.1.10 Bilanz

Bei der Bilanz werden Systemimporte und -exporte gegenübergestellt, wobei eventuelle Lagerveränderungen berücksichtigt werden. Für die Bilanzierung gilt das Massenerhaltungsgesetz [382].

### 2.1.11 Funktionale Einheit

Eine funktionale Einheit ist eine „Bezugsgröße, auf welches die Flüsse des betrachteten Systems bezogen werden können“(z.B. pro Einwohner oder pro Flächeneinheit). Sie dient dazu die Ergebnisse der Stoffflussanalyse vergleichen zu können und muss eindeutig und messbar sein [382].

### 2.1.12 Transferkoeffizient

Der dimensionslose Transferkoeffizient  $k_x$  gibt an wie viel des in den Prozess eingebrachten Gutes oder Stoffes (Input) in den Output  $x$  transferiert wird. Summiert man die Transferkoeffizienten aller Outputs so erhält man immer 1. Bei der Summenbildung zählen Bewegungen ins Lager (Lageraufbau) als „Outputs“ und Bewegungen aus dem Lager (Lagerabbau) als „Inputs“. In bestimmten Fällen ist es zweckmäßig nur einen Teilinput für die Berechnung der Transferkoeffizienten heranzuziehen [382].

### 2.1.13 Transferfunktion

Die Transferfunktion beschreibt die Verteilung eines Güter- bzw. Stoff-Inputs auf unterschiedliche Outputs des Prozesses unter Berücksichtigung der Lagerveränderung [382].

### 2.1.14 Letzte Senke

Als letzte Senke wird ein Ort in der Hydro-, Pedo-, Litho- oder Atmosphäre bezeichnet, an dem ein Stoff mehr als 10.000 Jahre verbleibt [382].

### 2.1.15 Datenunsicherheit

Die Datenunsicherheit ist der Bereich innerhalb dessen „der tatsächliche Wert mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit (z.B. 95% Konfidenz-Intervall)“ liegt. Die Daten werden mittels Messungen, Erhebungen, Schätzungen etc. erhoben und abhängig von der Verfügbarkeit dieser Daten ergeben sich unterschiedliche Genauigkeiten. Diese Genauigkeiten müssen interpretiert und dokumentiert werden [382].

## 2.2 Methodik laut Norm

Die Erstellung einer Stoffflussanalyse geschieht immer iterativ. Auf Seite 4 der ÖNORM S 2096 – Teil 2 wird das methodische Vorgehen bei so einer Erstellung grafisch dargestellt. Im ersten Schritt werden anhand der Aufgabenstellung konkrete Ziele bestimmt, die für die Definition des Systems und der Systemgrenzen herangezogen werden. Als zweiten Schritt folgt die Systemdefinition, deren Teilschritte die Norm anführt [383]:

- Festlegung der Systemgrenze (räumlich und zeitlich)
- Festlegung der Prozesse und Güter
- Auswahl der Stoffe
- Festlegung der funktionalen Einheit
- Festlegung der angestrebten Genauigkeit der Untersuchung
- Festlegung der Subsysteme (optional)

Die zeitliche Systemgrenze ist die Basis für den Bilanzierungszeitraum, welcher prinzipiell frei gewählt werden kann. Meist wird über ein Jahr bilanziert. Die räumliche Systemgrenze hängt von der Aufgabenstellung ab und kann auch verschiedene, geographisch voneinander getrennte, Gebiete umfassen. In der Norm werden Beispiele für diese räumliche Abgrenzung gegeben [383]:

- Grundstücksgrenze eines Betriebes: z.B. Papierfabrik, Krankenhaus, Abfallverbrennungsanlage
- Grenze des Einzugsgebietes eines Flusses
- politische Grenze: Stadt, Gemeinde, Bundesland, Nation, Naturschutzgebiet
- Grenze einer sozialwissenschaftlich definierten Einheit: z.B. Privathaushalt

Nach der Festlegung der Systemgrenzen müssen die Prozesse, Güter und Lager (inklusive der Lagerveränderungen) eindeutig definiert werden. Neben den Prozessen selbst müssen auch die zugehörigen Verknüpfungen (Flüsse) identifiziert werden. Außerdem ist auf eine klare Abgrenzung der einzelnen Prozesse zu achten. Sowohl für das Gesamtsystem als auch für die einzelnen Prozesse gelten das Massen- und das Energieerhaltungsgesetz [383].

Jeder Materialfluss ist durch einen Herkunfts- und einen Zielprozess exakt bestimmt. Die Einheit eines Flusses ist Masse pro Zeit oder Masse pro Zeit und Querschnitt (z.B. pro Fläche oder pro Einwohner) und die des Lagerbestandes Masse. Zu beachten ist, dass eine Lagerveränderung auch ein Fluss ist [383].

Im Anschluss werden die zu betrachtenden Stoffe ausgewählt, wobei die Auswahl meist durch die Aufgabenstellung vorgegeben ist. Anderenfalls kann das Ressourcen- (z.B. Aluminium) oder Schadstoffpotenzial (z.B. Blei) eines Stoffes für die Entscheidung herangezogen werden. In einigen Fällen ist es vorteilhaft Indikatorstoffe zu verwenden um den Umfang der Untersuchung zu begrenzen. Die Norm führt einige Beispiele für solche Indikatorstoffe an [383].

Für eine bessere Übersicht können nun optional noch Subsysteme definiert werden. Ein solches Subsystem dient der Zusammenfassung mehrerer Prozesse und besitzt die gleiche räumliche und zeitliche Abgrenzung wie das Gesamtsystem. Am Ende der Systemdefinition werden alle Prozesse, Verknüpfungen zwischen den Prozessen, Lager und Systemgrenzen grafisch dargestellt. Bild 5 in ÖNORM S 2096 – Teil 2 zeigt eine theoretische Darstellung [383].

Der dritte Arbeitsschritt ist die sogenannte Grobbilanz. Sie gliedert sich in eine erste Abschätzung der Güter- und Stoffflüsse, eine grobe Bilanzierung, eine Beurteilung der Datenunsicherheit und der Durchführung einer Sensitivitätsanalyse. Durch die Grobbilanz kann das System besser verstanden werden und durch den Abgleich ihrer Ergebnisse mit der Aufgabenstellung kann die Systemdefinition optimiert werden. Der erste Schritt der Grobbilanz unterteilt sich in die [383]:

- Sammlung der Rohdaten (Güterflüsse und Stoffkonzentrationen)
- Umrechnung der Rohdaten auf Güterflüsse
- Berechnung der Stoffflüsse aus den Güterflüssen und Stoffkonzentrationen

Für die grobe Bilanzierung der einzelnen Prozesse, Subsysteme und des Gesamtsystems unterliegt dem Massenerhaltungsgesetz. Daher gilt [383]:

$$\sum Input = \sum Output + \sum \Delta Lager \quad (2.1)$$

$\Delta Lager \dots$  Lagerveränderung (positiv bei Lageraufbau und negativ bei Lagerabbau)

Am Ende der Grobbilanz steht die Sensitivitätsanalyse, die der Prioritätensetzung bei den anschließenden Untersuchungen und Berechnungen dient. Hierfür werden „jene Prozesse und Güter identifiziert, bei deren Veränderung das Gesamtsystem am heftigsten reagiert.“ Es wird die Wirkung der Systemparameter (Importflüsse und Transferkoeffizienten), bzw. ihrer Schwankungen, auf die Systemvariablen (alle weiteren Flüsse) beurteilt. Daraus ergibt sich eine Systemanpassung,

die eine Reduktion oder Erweiterung des Systems oder eine Vereinfachung oder Detaillierung der Systembestandteile sein kann. Wie stark ein System reduziert werden kann, hängt von der Zielsetzung und Aufgabenstellung ab [383].

Nach der iterativen Anpassung des Systems mittels der Grobbilanz folgt die Bilanz, die aus der Datenbeschaffung, der Datenaufbereitung und der eigentlichen Bilanzierung besteht. Bei der Datenerfassung werden auf Grundlage der Grobbilanz Daten mittels Literaturstudien, Befragung, etc. gesammelt. Sollte die Datenlage nach der Recherche noch unzureichend sein, so ist die Planung eines Messprogramms anhand der Grobbilanz und der Sensitivitätsanalyse erforderlich [383].

Als nächstes werden die Rohdaten aufbereitet um danach die Massenflüsse zu ermitteln. Zuerst erfolgt die Berechnung sowie die Bilanzierung der Güterflüsse und anschließend werden die Stoffflüsse mittels Multiplikation der Güterflüsse mit den Stoffkonzentrationen ermittelt. Zuletzt wird die Bilanzierung auch für die Stoffflüsse durchgeführt. Die Bilanzierung selbst ist die Überführung der Rohdaten in Input- und Outputflüsse. Die funktionale Einheit legt die Einheit dieser Flüsse fest [383].

Mit Hilfe der Gegenüberstellung von Input und Output können Abweichungen identifiziert werden. Die ÖNORM S 2096 – Teil 2 gibt die Vorgehensweise bei Feststellung von Abweichungen an [383]:

- Analyse, welche Flüsse falsch oder ungenau bestimmt wurden
- Überprüfung des Datenmaterials, eventuell neuerliche Datenerfassung
- Festlegung von Bandbreiten der einzelnen Flüsse und Sicherstellung, ob die Prozesse innerhalb der Bandbreite bilanziert werden können.

Über die Input und Output können dann auch die Transferkoeffizienten für die Güter und Stoffe berechnet werden. Diese können dazu genutzt werden Stoffflusssystemen mathematisch zu modellieren, die Aufkonzentrierung oder Verdünnung von Stoffen zu beurteilen, den Anteil der Inputmasse darzustellen, der in eine Outputmasse überführt wird oder zur anschaulichen Darstellung der Ergebnisse. Die Norm definiert den Transferkoeffizient  $k_x$  folgendermaßen [383]:

$$k_x = \frac{\text{Output}_{X_{px}}}{\text{Input}_{X_{E1}} + \text{Input}_{X_{E2}} + \dots + \text{Input}_{X_{En}}} \quad (2.2)$$

$k_x$  ... Transferkoeffizient  $x$   
 $\text{Output}_{X_{px}}$  ... Outputgut  $x$   
 $\text{Input}_{X_{En}}$  ... Inputgut  $n$

In Summe müssen die Transferkoeffizienten eines Stoffes (inklusive der Transferkoeffizienten zur Lagerbildung) immer 1 ergeben [383]:

$$k_{\text{gesamt}} = k_1 + k_2 + \dots + k_n = 1 \quad (2.3)$$

$k_{\text{gesamt}}$  ... Summe der Transferkoeffizienten

Die ÖNORM S 2096 – Teil 2 gibt an, dass die Resultate und Bilanzen bezüglich folgender Punkte auszuwerten und zu interpretieren sind [383]:

- Summe der Inputflüsse (bzw. Importflüsse) und Outputflüsse (bzw. Exportflüsse) und deren Gegenüberstellung. Etwaige Differenzen (z.B. Aufbau und Abbau von Lagern, Umwandlungen) sind zu erklären.
- Anhand der bestimmten Güter- und Stoffflüsse sind die relevanten Prozesse und Güter des Systems zu identifizieren. Relevanzkriterien können z.B. Gesamtumsatz, Toxizität, knappe Ressourcen oder Kosten sein.
- Wichtigste Quellen, Pfade und Senken der betrachteten Stoffe.
- Möglichkeiten zur Steuerung, durch z.B. Veränderung der Einsatzstoffe, der Produktionsverfahren oder der Rahmenbedingungen.

Am Ende der Stoffflussanalyse werden Schlussfolgerungen hinsichtlich der Aufgabenstellung gezogen. Die aus der Aufgabenstellung resultierenden Fragen werden im Zuge dieses Arbeitsschrittes beantwortet. Des weiteren erfolgt eine Kontrolle ob die gesetzten Ziele erreicht wurden. Ist dies nicht der Fall ist eine Begründung erforderlich. Zum Schluss werden Vorschläge zu Umsetzungsschritten und Handlungsempfehlungen gegeben sowie gegebenenfalls weitere Untersuchungen empfohlen [383].

Für jede Stoffflussanalyse ist ein Bericht zur Zusammenführung der Ergebnisse mit der Aufgabenstellung und der Zielsetzung sowie mit Schlussfolgerungen und Empfehlungen erforderlich. Die Gliederung eines solchen Berichts ist in Unterpunkt 4.8 der Norm angeführt[383].

## 2.3 Systemdefinition

Das betrachtete System ist ein Haushalte inklusive dem dortigen Kanal (Schmutzwasser). Die zeitliche Systemgrenze ist ein mittleres Jahr von 2010 bis 2020. Im Haushalt werden die Prozesse betrachtet, bei denen PFAS-haltige Haushaltsgüter mit Wasser in Kontakt kommen. Es werden folgende Prozesse definiert:

- Körperpflege
- Textilien-Nutzung und Textilien waschen
- Haushaltsgeräte und Geschirrspülen
- Kanal

Um die Importe festzulegen wurde eine Literaturrecherche zu PFAS-haltigen Haushaltsgütern durchgeführt. Alle betrachteten Outputflüsse betreffen das Gut „Abwasser“. Abb. 2.1 zeigt das definierte System nach der ersten Datensammlung.

Danach folgte eine detailliertere Literaturrecherche um sich ein genaueres Bild von der Datenlage zu machen. Dabei wurde festgestellt, dass der Eintragspfad für PFAS über den Prozess „Haushaltsgeräte und Geschirrspülen“ vernachlässigbar bzw. nicht vorhanden ist. Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen gelangen in unterschiedlichem Ausmaß in Lebensmittel. Die Migration in alkoholische Getränken oder fetthaltige Lebensmitteln ist höher. Genauso haben die Feuchtigkeit und der pH-Wert einen Einfluss auf diesen Effekt. Je trockener eine Probe ist, desto höher sind beispielsweise die FTOH-Werte in einer Lebensmittelprobe und je geringer der pH-Wert ist, desto mehr PFAS immigrieren in ein Lebensmittel. Zusätzlich begünstigt auch ein erhöhter Salzgehalt den Migrationseffekt [388]. Außerdem ist Polytetrafluorethylen (PTFE, Handelsnamen Teflon® und Gore-Tex®) [458] sehr inert [387] sowie unlöslich [202]. Da das Milieu beim Waschen

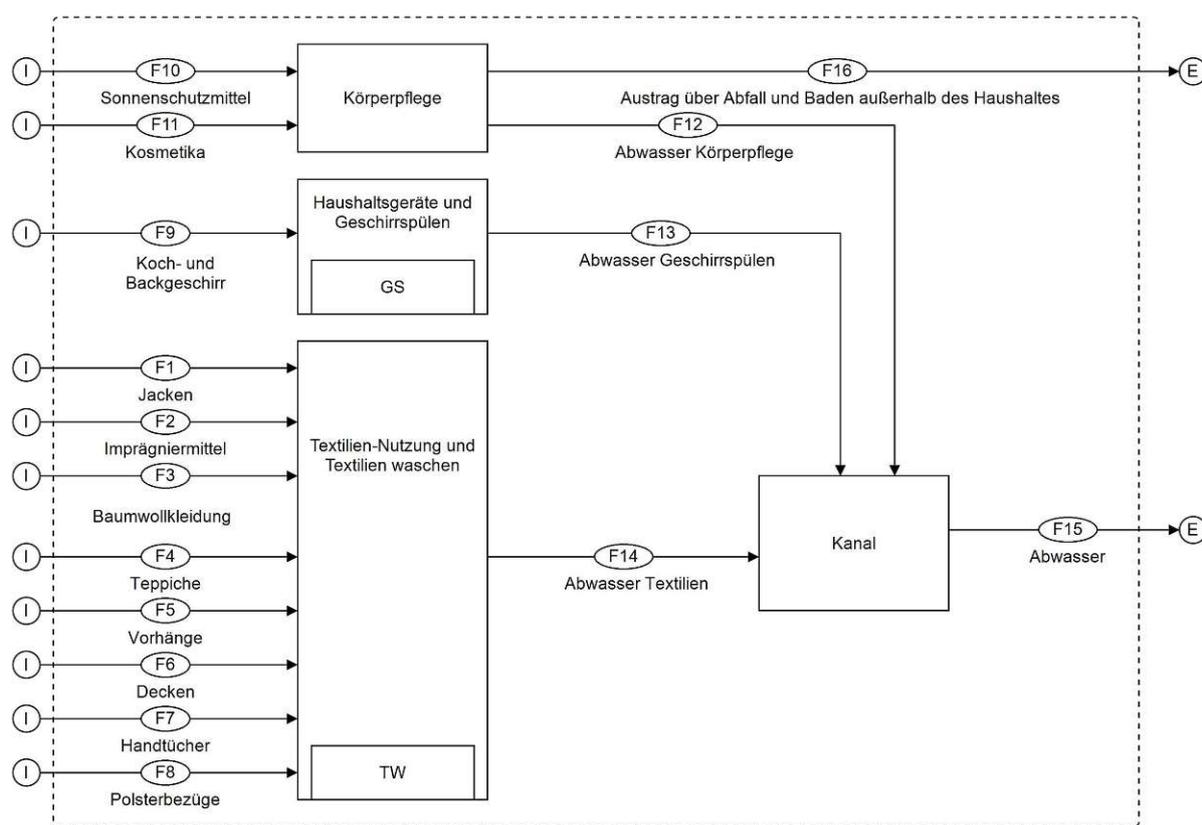


Abb. 2.1: Betrachtetes System

von Kochgeschirr neutral bis basisch ist und weder ein hoher Fett- noch Alkoholgehalt vorliegt, weisen die Informationen aus diesen Artikeln daraufhin, dass die Emission von PFAS hier eine untergeordnete Rolle spielt.

Ein anderer Artikel erklärt, dass die in der Studie gefundene Menge an extrahierbarem PFOA in PTFE-beschichtetem Kochgeschirr so gering ist, dass es nicht möglich ist zu ermitteln ob bei Kochtemperaturen PFOA in Wasser oder Öl transferiert wird. In der Studie wurden als Ersatzmaterial für Kochgeschirr PTFE-Folie zur Simulation dieser Effekte genutzt. Bei einer zweistündigen Temperatureinwirkung von 100 °C wurden lediglich ca. 4% des PFOAs emittiert [202]. Zu einem ähnlichen Schluss kommen weitere Studie, die keine Freisetzung von Perfluorchemikalien feststellen konnten [216], [404]. Zu beachten ist, dass Geschirrspülprogramme im Schnitt nicht heißer als 75 °C sind [296].

Anhand dieser Überlegungen wurde die Prozesse des System, wie in Abb. 2.2 zu sehen, reduziert. Des Weiteren wurde das System nach einer detaillierteren Literaturrecherche verfeinert. Hierbei wurden all jene Studien berücksichtigt, die PFAS Konzentrationen für Haushaltsgüter, die Importe für die zuvor definierten Prozesse darstellen, angeben.

Wie in Kap. 1.3 bereits beschrieben wurden sieben Stoffe für die Stoffflussanalyse ausgewählt.

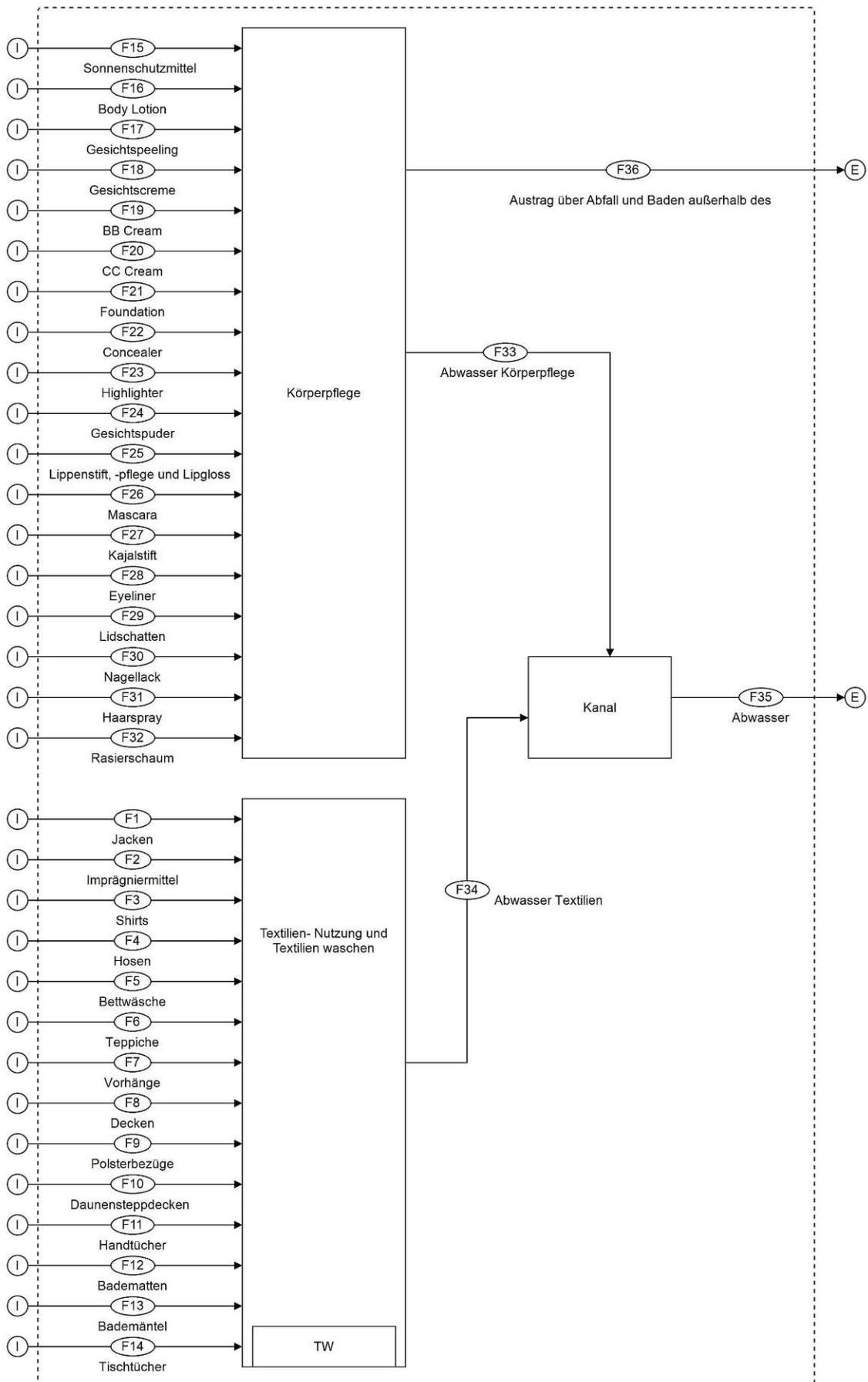


Abb. 2.2: Angepasstes System

## 2.4 Quantitative Umsetzung

### 2.4.1 Importe in das System über Konsumgüter

#### 2.4.1.1 Textilien-Nutzung

Um die Importmengen an Gütern zu ermitteln, wurden Verkaufs- und Nutzerstatistiken herangezogen. Die Ergebnisse sind in Tab. 2.2 zusammengefasst. Für das Gut „Jacken“ wurde die durchschnittliche Stückzahl an Mäntel und Jacken pro Kopf in Österreich von 2013 bis 2021 genutzt. Die Angaben waren für Kinder [422], Frauen [416] und Männer [419] verfügbar und anhand der Bevölkerungszahlen [426] wurde ein gewichteter Mittelwert für ein durchschnittliches Jahr berechnet. Nachdem in den verwendeten Studien die Konzentrationen in  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  angegeben sind, wurde eine Damen-Regenjacke (Größe L) abgemessen und daraus die Fläche von  $1,21 \text{ m}^2$  pro Jacke ermittelt. Über diese Fläche und der durchschnittlichen Anzahl an Jacken pro Kopf und Jahr konnte die durchschnittliche Jackenfläche pro Einwohner und Jahr bestimmt werden. Für den Maximalwert an wasserabweisenden Jacken wurden alle Mäntel und Jacken angesetzt und für den Minimalwert 50%.

Anhand der Erhebungen der eingekauften Jackenmengen, der Imprägniermittelmenge pro Kleidungsstück (laut Produktbeschreibungen [83], [148]), einer Umfrage aus 2015 zur Häufigkeit von Re-Imprägnierung von Jacken [412] und einer Umfrage aus 2015 zur Wasch-Häufigkeit von Jacken [420] wurde die Menge an Imprägniermittel pro Person und Jahr ermittelt. Nachdem die Umfragen zwischen „non-insulated“ (nicht isoliert bzw. nicht gefüttert) und „insulated“ (isoliert bzw. gefüttert) unterscheiden, wurde für die Berechnung die Annahme getroffen, dass 62,5% der Jacken gefüttert bzw. isoliert sind. Weiters wurde eine Aufteilung von 3/5 Imprägnierspray und 2/5 Einwasch-Imprägniermittel angenommen, da in der Studie [272] für die Konzentrationen drei Imprägniersprays und zwei Einwasch-Imprägniermittel analysiert wurden.

Die Verkaufszahlen von T-Shirts für Kinder, Männer und Frauen in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2020 [414], [429], [439] sowie die Bevölkerungszahlen Deutschlands in diesen Jahren [427] wurden gemittelt. Im Anschluss wurde die durchschnittliche Gesamtmenge durch die mittlere Bevölkerungszahl dividiert um die Stückzahl pro Einwohner und Jahr zu erhalten. Um mittels der recherchierten Konzentrationen (in  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ ) Frachten zu berechnen wurde ein Damen T-Shirt (Größe S) abgemessen und diese Fläche mit der Stückzahl pro Einwohner und Jahr multipliziert. Die Fläche des T-Shirts betrug  $0,51 \text{ m}^2$ . Für den Maximalwert an mit PFAS behandelten Shirts wurde die durchschnittliche Gesamtmenge und für den Minimalwert 50% davon angesetzt.

In gleicher Weise wurde für das Gut „Hosen“ vorgegangen. Die Verkaufszahlen von Hosen für Kinder, Männer und Frauen in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2020 [415], [430], [440] sowie die Bevölkerungszahlen Deutschlands in diesen Jahren [427] wurden genutzt um die Stückzahl pro Einwohner und Jahr zu berechnen. Zusätzlich wurde eine Damen Hose (Größe 29) abgemessen, wodurch sich eine Fläche von  $0,77 \text{ m}^2$  pro Hose ergab. Diese Fläche wurde mit der Stückzahl pro Einwohner und Jahr multipliziert. Erneut wurden die gleichen Annahmen wie für Jacken und Shirts für den Minimal- und Maximalwert getroffen.

Für die Bettwäsche wurde der Umsatz in Deutschland im Jahr 2014 [442] durch den durchschnittlichen Verbraucherpreis in ausgewählten europäischen Ländern im Jahr 2015 [441] dividiert und dieses Ergebnis wiederum durch die Einwohnerzahl von Deutschland im Jahr 2014 [427] um die Stückzahl pro Einwohner und Jahr zu erhalten. Des Weiteren wurden die Abmessungen von Bettwäsche recherchiert [283] und diese mit der Stückzahl pro Einwohner und Jahr multipliziert.

In ähnlicher Weise wurde bei dem Gut „Teppiche“ vorgegangen. Über den Mittelwert der Konsumausgaben der privaten Haushalte in Österreich für Teppiche von 2015 bis 2019 [423], der durchschnittlichen Bevölkerung in Österreich von 2015 bis 2019 [426] sowie einem ermittelten durchschnittlichen Preis wurde wieder die Stückzahl pro Einwohner und Jahr berechnet. Mit

Hilfe dieser und der mittleren Fläche bzw. Gewicht ergab sich  $0,74 \text{ m}^2/\text{E}\cdot\text{a}$  bzw.  $1,52 \text{ kg}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Dabei wurde der Durchschnitt der Abmessungen, des Gewichts und des Preises anhand von 40 Produkte berechnet [302], [303], [304], [305], [306], [307], [316], [320], [321], [322], [323], [324], [325], [326], [327], [328], [329], [330], [332], [333], [344], [345], [347], [348], [349], [365], [366], [367], [368], [369], [370], [371], [372], [373], [374], [375], [376], [377], [378], [379].

Analog wurde beim Gut „Vorhänge“ vorgegangen [424], [426]. Auch hier wurden wieder 40 Produkte für die Mittelwertbildung herangezogen [308], [309], [310], [311], [312], [313], [314], [315], [317], [318], [319], [331], [334], [335], [336], [337], [338], [339], [340], [341], [342], [343], [346], [350], [351], [352], [353], [354], [355], [356], [357], [358], [359], [360], [361], [362], [363], [364], [380], [381].

Bei der Berechnung für das Gut „Decken“ wurde, aufgrund fehlender Daten für Europa, der Umsatz (in Euro) der Branche Decken in Japan im Jahr 2014 [434] und die Bevölkerungszahl in Japan aus dem selben Jahr [428] genutzt. Da keine Preis-Statistik für Japan vorlag, ein durchschnittlicher Verbraucherpreis für Decken in ausgewählten europäischen Ländern im Jahr 2014 (Türkei, Slowakei, Kroatien, Slowenien, Bulgarien, Litauen und Malta) [417] verwendet. So ergab sich erneut eine Stückzahl pro Einwohner und Jahr, die mit der mittleren Fläche multipliziert wurde [3], [10], [11], [12], [14], [38], [45], [46], [47], [48], [49], [50], [51], [52], [53], [65], [84], [88], [89], [90], [105], [107], [125], [126], [143], [144], [158], [160], [165], [166], [174], [177], [178], [183], [187], [188], [189], [190], [194], [205].

Nachdem für Polsterbezüge keine Statistik verfügbar war, wurde die Stückzahl pro Einwohner und Jahr mit  $0,4 \text{ Stk.}/\text{E}\cdot\text{a}$  angenommen. Die durchschnittliche Fläche wurde in gleicherweise wie bei den vorherigen Gütern „Teppiche“, „Vorhänge“ und „Decken“ berechnet [469], [470], [489], [490], [491], [492], [515], [516], [517], [518], [527], [528], [529], [530], [531], [532], [533], [534], [535], [536], [537], [538], [539], [540], [541], [542], [554], [555], [565], [566], [567], [586], [589], [590], [591], [592], [593], [594], [599], [602].

Das Absatzvolumen von Daunen- und Federsteppdecken in Japan von 2012 bis 2020 [431] und die Bevölkerungszahlen Japan 2012 - 2020 [428] wurden jeweils gemittelt und danach dividiert um erneut die Stückzahl pro Einwohner und Jahr zu erhalten. Es wurde angenommen, dass die Konzentrationen in Daunen- und Federsteppdecken sich nicht wesentlich unterscheiden. Die durchschnittlichen Fläche pro Stück wurden anhand von 40 Produkten errechnet [262], [263], [264], [265], [266], [267], [268], [269], [285], [286], [287], [288], [289], [290], [291], [292], [293], [294], [295], [389], [390], [391], [392], [393], [394], [395], [396], [397], [398], [399], [400], [471], [472], [473], [474], [475], [476], [477], [478], [479].

Analog zu dem Gut „Decken“ wurde auch bei dem Gut „Handtücher“ der Umsatz der Branche Handtücher in Japan im Jahr 2015 [435], die Bevölkerungszahl in Japan aus dem selben Jahr [428], sowie der durchschnittlicher Verbraucherpreis in ausgewählten europäischen Ländern im Jahr 2015 [418] verwendet. Es wurde der Durchschnitt aus den Preisen in Italien, der Slowakei, Zypern, Tschechien, den Niederlanden, Slowenien, Malta, Polen, Litauen, der Türkei, Bulgarien und Kroatien gebildet. Der Umsatz wurde durch diesen Preis und der Bevölkerungszahl dividiert. Wie auch zuvor wurden 40 Handtücher beispielhaft ausgewählt um den Mittelwert der Flächen zu ermitteln [493], [494], [497], [498], [499], [500], [501], [502], [503], [504], [506], [507], [508], [509], [510], [511], [512], [513], [514], [543], [544], [545], [546], [556], [557], [558], [561], [562], [573], [575], [576], [577], [578], [579], [580], [581], [582], [583], [584], [585].

Für Badematten wurde keine Statistik gefunden. Daher wurde  $0,1 \text{ Stk.}/\text{E}\cdot\text{a}$ , ein Viertel der Stückzahl der Handtücher, angenommen. Aus 40 Produkten wurde wie zuvor eine mittlere Fläche berechnet [480], [481], [482], [483], [484], [485], [486], [487], [488], [495], [496], [505], [519], [525], [526], [547], [548], [549], [550], [551], [559], [560], [563], [564], [568], [569], [570], [571], [572], [587], [588], [595], [596], [597], [598], [600], [601], [603].

Ebenso verhielt es sich mit dem Gut „Bademäntel“, wobei allerdings keine Angaben zur Fläche zu finden war. Daher wurde  $0,06 \text{ Stk.}/\text{E}\cdot\text{a}$ , ein Sechstel der Stückzahl der Handtücher

angenommen und die Fläche eines Damen-Bademantels abgemessen. Es ergab sich eine Fläche von  $1,68 \text{ m}^2/\text{Stk.}$  und somit  $0,11 \text{ m}^2/\text{E}\cdot\text{a.}$

Der Mittelwert der Inlandsverfügbarkeit von Tischwäsche in Deutschland in den Jahren 2008 bis 2012 [421] wurde durch die durchschnittliche Bevölkerungszahl von 2008 bis 2012 in Deutschland [427] sowie einem durchschnittlichen Preis für Tischtücher dividiert. Der Durchschnitt der Fläche und des Preises wurde anhand von 43 Produkten ermittelt [204], [274], [275], [276], [277], [278], [279], [280], [281], [520], [521], [522], [523], [524], [552], [553], [574].

### 2.4.1.2 Körperpflege

Für das Sonnenschutzmittel wurde der Absatz von Sonnenschutz im Jahr 2008 (in 1.000 Liter) in Deutschland [411] herangezogen. Es wurden die Sortimente „Milk/Lotion“, „Spray“, „Creme“ und „Balm/Fluid“ betrachtet. „Öl“ und „Sonstiges“ wurden nicht berücksichtigt da davon ausgegangen werden kann, dass sich die Zusammensetzung von Öl von den anderen Produkten stärker unterscheidet. Außerdem wurde nur eine Studie zu PFAS-Konzentrationen in Sonnenschutzmitteln gefunden, die keine genauere Angaben zu der Art des Sonnenschutzes macht. Der Anteil des Öls am Gesamtabsatz beträgt 1,51 % und der Anteil der sonstigen Sonnenschutzmitteln 1,83 % und spielen damit kaum eine Rolle. Die jeweiligen Absatzmengen wurden durch die Bevölkerung in Deutschland im Jahr 2008 [427] dividiert, danach mit einer durchschnittlichen Dichte multipliziert und zum Schluss alle aufsummiert. Nachdem die Gewichtsangaben Bruttoangaben waren, wurde das Gewicht einer leeren Flasche [2] durch deren Fassungsvermögen dividiert und das Ergebnis von der berechneten Dichte abgezogen. Die mittleren Dichte, der Sonnencreme, der Sonnenmilch und des Sonnenspray wurden anhand von jeweils 20 Produkten und die Sunscreen Balm/Fluid anhand von 15 Produkten ermittelt [8], [9], [16], [32], [40], [70], [71], [76], [91], [92], [101], [113], [122], [145], [147], [153], [159], [163], [175], [191], [15], [22], [23], [26], [42], [43], [72], [98], [106], [129], [149], [150], [154], [161], [162], [176], [179], [180], [181], [193], [13], [21], [24], [28], [29], [41], [78], [85], [87], [93], [94], [151], [152], [155], [156], [164], [169], [184], [185], [34], [39], [44], [62], [67], [77], [79], [86], [95], [100], [102], [114], [170], [186], [195].

Für die Body Lotion wurde aus der Verwendungshäufigkeit von Körpermilch und Körperlotion von Frauen und Männern in den Jahren 2017 bis 2020 [425] gemäß Tab. 2.1 die Menge an Anwendungen pro Jahr in Deutschland ermittelt, wobei die Annahme getroffen wurde, dass pro Anwendung 8 ml [196] verwendet werden. Mittels der Dichte aus einem Sicherheitsdatenblatt [406] sowie der errechneten Dichte eines weiteren Produkts [206] konnte eine Verbrauchsmenge pro Jahr und Einwohner bestimmt werden.

Mittels der Füllmenge einer Einmalanwendungs-Packung von Gesichtspeeling [409] sowie der Verwendungshäufigkeit von Frauen im Jahr 2017 [438] und von Männern im Jahr 2015 [432] wurde die Gesamtverbrauchsmenge eines Jahres in Deutschland ermittelt. Da für Frauen nur Angaben in Prozent (Befragte ab 18 Jahren) vorlagen, wurde der weibliche Bevölkerungsanteil ab 18 Jahren [443] für die Berechnung recherchiert. Die Gesamtverbrauchsmenge wurde durch den Mittelwert der Bevölkerungszahlen von Deutschland aus 2015 und 2017 [427] dividiert.

Die Importmengen für Gesichtscrème wurde berechnet indem die Verwendungshäufigkeiten von Tagescreme und Tagespflege sowie Nachtcreme und Nachtpflege bei Frauen (2017 bis 2020), und von Gesichtscrème bei Männern (2017 bis 2020) [425] gemäß Tab. 2.1 genutzt wurden. Um von diesen Verwendungshäufigkeiten auf die Gesamtverbrauchsmenge zu kommen, wurde 1 ml („erbsengroß“) pro Anwendung angesetzt. Diese Anwendungsmenge folgt aus der Annahme, dass die gleiche Menge Gesichtscrème wie flüssige Foundation pro Anwendung benötigt werden [284], [402]. Mit Hilfe der durchschnittlichen Bevölkerungszahl von Deutschland von 2017 bis 2020 [427] und der anhand von 9 Produkten berechneten Dichte, erhielt man einen Wert von  $686 \text{ g}/\text{E}\cdot\text{a}$  [207], [208], [209], [210], [211], [212], [213], [214], [215].

**Tab. 2.1:** Annahmen Verwendungshäufigkeit

Angabe zur Verwendungshäufigkeit	Anwendungen pro Jahr
„Mehrmals täglich“	$2,5 \times 365 = 912,5$
„Täglich“	365
„Mehrmals pro Woche“	$4 \times 52 = 208$
„1 mal Woche“	52
„Mehrmals pro Monat“	$(52 + 12)/2 = 32$
„Mehr als 1 mal im Monat“	$(52 + 12)/2 = 32$
„3 - 4 mal pro Monat“	$3,5 \times 12 = 42$
„2 - 3 mal pro Monat“	$2,5 \times 12 = 30$
„1 - 2 mal pro Monat“	$1,5 \times 12 = 18$
„1 mal pro Monat“	12
„Seltener“	6
„Nur zu besonderen Anlässen“	3,5
„Nie“	0
„Keine Angabe“	0

Für BB und CC Cream wurde nur eine gemeinsame Verwendungsstatistik aus 2019 [425] gefunden, weshalb eine 50:50 Aufteilung angenommen wurde. Die Befragung wurde unter der weiblichen Bevölkerung Deutschlands ab 16 Jahren durchgeführt. Aufgrund der verfügbaren Altersgruppen in der Bevölkerungsstatistik wurde die weibliche Bevölkerung ab 15 Jahren berücksichtigt [427]. Ab diesem Alter kann bereits von einer Nutzung dieser Produkte ausgegangen werden. Wie zuvor bei dem Gut „Gesichtscreme“ wurde die Anwendungsmenge für Foundation auf diese Güter übertragen [284], [402]. Die Dichte der BB Cream [73], [198], [604] und der CC Cream [182], [247], [103] wurden jeweils anhand von 3 Produkten ermittelt.

Da die Konzentrationen in den verschiedenen Studien nur teilweise zwischen Liquid und Podwer Foundation unterschieden sind in Tab. 2.2 für dieses Gut mehrere Werte angegeben. Eine Verwendungshäufigkeit nur für Foundation war nicht verfügbar. Bei der verwendete Statistik wurde gefragt: „Wie häufig verwenden Sie Make-up, Foundation oder Primer?“ [425]. Nachdem Primer meist gemeinsam mit Foundation angewendet wird [224], wurde das Worst Case-Szenario angesetzt und die Verwendungshäufigkeit aus dieser Statistik 1:1 für Foundation übernommen. Die Befragung wurde erneut unter der weiblichen Bevölkerung Deutschlands ab 16 Jahren durchgeführt. Aufgrund der verfügbaren Altersgruppen in der Bevölkerungsstatistik wurde wieder die weibliche Bevölkerung ab 15 Jahren berücksichtigt [427]. Es wurde pro Anwendung für die flüssige Foundation 1 ml [284], [402] und für die Podwer Foundation 0,04 g (6g in 4,5 Monaten) [254] angenommen. Um bei der flüssigen Foundation von Milliliter auf Gramm zu kommen wurde mittels 15 Produkte die durchschnittliche Dichte berechnet, wobei das Gewicht einer leeren Foundation Flasche durch deren Fassungsvermögen abgezogen wurde [18], [19], [25], [56], [59], [69], [104], [110], [118], [119], [127], [130], [139], [157], [173].

Auch für Concealer gab es keine Statistik, die nur dieses Gut betrachtet. In diesem Fall wurde nach der Verwendungshäufigkeit von Abdeckstift und Concealer gefragt [425], vereinfacht wurde die gesamte Menge für Concealer angesetzt. Da es sowohl flüssige, als auch pulverförmige Produkte gibt, wurde wiederum eine Aufteilung von Concealer in 70 % flüssig und 30 % pulverförmig vorgenommen. Die Anwendungsmenge für Pulver wurde mit 0,01 g (2g in 4,5 Monaten) [299] und für flüssigen Concealer 0,5 ml (Hälfte der Foundation) [284], [402] angesetzt. Wie bereits bei den obigen Kosmetika wurden auch hier Nutzerinnen ab 15 Jahren angenommen, obwohl

die Befragung erst ab 16 Jahren durchgeführt wurde [427]. Die mittlere Dichte von flüssigem Concealer wurde anhand von 5 Produkten ermittelt [141], [167], [251], [386], [408].

Für Highlighter wurden die gleichen Annahmen für die Anwendungsmengen und die Nutzerinnen wie für Concealer getroffen, um mittels der Verwendungshäufigkeit [436] die Gesamtverbrauchsmenge zu berechnen. Dabei wurde 40 % flüssiger und 60 % pulverförmiger Highlighter angenommen. Mit Hilfe eines Produktes wurde die Dichte für flüssigen Highlighter abgeschätzt [135].

Nachdem die Statistik zwischen Puder und Rouge nicht unterscheidet [425], wurde eine Aufteilung von einem Drittel Rouge und zwei Drittel Puder gewählt. Abermals wurden Nutzerinnen ab 15 Jahren angesetzt [427], auch wenn die Befragung erst ab 16 Jahren durchgeführt wurde. Bei der Berechnung der Gesamtverbrauchsmenge wurden 0,01 g (2g in 4,5 Monaten) pro Anwendung angesetzt [227].

Lippenstift, -pflege und Lipgloss werden zu einem Gut zusammengefasst. Für jede Produktart wurde eine bzw. für Lippenpflege zwei (Frauen und Männer) Verwendungsstatistiken [425] herangezogen. Während die Einheit von Lippenstift und -pflege Personen in Millionen war, wurde Lipgloss in Prozent angegeben. Daher wurde für Lipgloss die weibliche Bevölkerung Deutschlands ab 15 Jahren [427] berücksichtigt, obwohl die Befragung ab 16 Jahren durchgeführt wurde. Dies ist die gleiche Vorgehensweise wie bei anderen Kosmetika. Die Anwendungsmenge wurde für alle Produktarten mit 0,02 g (5 g für 280 Anwendungen) [446], [466] angenommen. Die so ermittelte Gesamtmenge wurde durch die durchschnittliche Bevölkerungszahl [427] dividiert.

Um die Gesamtverbrauchsmenge für Mascara bzw. Wimperntusche zu berechnen wurde die durchschnittliche Verbrauchshäufigkeit [427] durch die durchschnittliche Bevölkerungszahl dividiert und mit der Anwendungsmenge multipliziert. Es wurde angenommen, dass ein Mascara bei täglicher Anwendung 8 Monate lang reicht [253]. Das mittlere Gewicht eines solchen Mascaras wurde anhand von 15 Produkten errechnet [4], [5], [6], [7], [20], [36], [37], [63], [80], [96], [111], [116], [117], [140], [142].

Für die Güter „Kajalstift“ und „Eyeliner“ wurde eine gemeinsame Statistik genutzt [425]. Daher wurde eine Aufteilung mit 55 % Kajalstift und 45 % Eyeliner vorgenommen. Erneut wurde die Befragung unter der weiblichen Bevölkerung Deutschlands ab 16 Jahren durchgeführt. Aufgrund der verfügbaren Altersgruppen in der Bevölkerungsstatistik wurde, wie zuvor, die weibliche Bevölkerung ab 15 Jahren berücksichtigt [427]. Die Anwendungsmenge wurde für beide Güter mit 0,001 g (1000 Anwendungen pro Packung) [128] angenommen, wobei das mittlere Gewicht jeweils mittels 15 Produkten ermittelt wurde [17], [35], [54], [55], [60], [68], [115], [123], [124], [132], [133], [136], [137], [168], [172], [27], [33], [61], [64], [75], [81], [82], [97], [112], [120], [121], [134], [138], [171], [192].

Wie bereits bei den obigen Kosmetika wurde auch für Lidschatten wieder die Verwendungshäufigkeit [425] gemäß Tab. 2.1 genutzt. Pro Anwendung wurden 0,05 g (0,5 g für ca. 10 Tage bei täglicher Anwendung) [273] angesetzt. Die Gesamtverbrauchsmenge wurde dann durch die durchschnittliche Bevölkerungszahl in Deutschland von 2016 bis 2020 [427] dividiert.

Mit Hilfe der Verwendungshäufigkeit von Nagellack [425] sowie der Annahme von 0,09 ml pro Anwendung (3,3 ml in 5 Wochen) [270] wurde die Gesamtverbrauchsmenge in Milliliter ermittelt. Diese wurde durch die durchschnittliche Bevölkerungszahl in Deutschland von 2016 bis 2020 [427] dividiert und man erhielt einen Wert von 2,39 ml/E·a. Dieser wurde mit der mittleren Dichte multipliziert, die anhand von 7 Produkten berechnet wurde [58], [74], [99], [108], [109], [131], [146], [197], [240], [385].

Für Haarspray und Haarlack lag eine gemeinsame Statistik [413] vor, wobei die gesamte Verbrauchsmenge für Haarspray angenommen wurde, welche dann durch die mittlere Bevölkerungszahl Deutschlands von 2016 bis 2020 [427] dividiert wurde. Dabei wurde 3,85 g pro Anwendung angesetzt. Dieser Wert ergab sich aus der Mittelwertbildung von Forumsangaben

Tab. 2.2: Importmengen der Güter

Gut	Einheit der Stoffkonzentration	Importmenge		Einheit
		min.	max.	
Jacken	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	0,31	0,62	$\text{m}^2/\text{E}\cdot\text{a}$
Imprägniermittel	$\mu\text{g}/\text{ml}$	26	51,9	$\text{ml}/\text{E}\cdot\text{a}$
(T-) Shirts	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	1,99	3,98	$\text{m}^2/\text{E}\cdot\text{a}$
Hosen	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	2,21	4,43	$\text{m}^2/\text{E}\cdot\text{a}$
Bettwäsche	$\mu\text{g}/\text{m}^2$		4,30	$\text{m}^2/\text{E}\cdot\text{a}$
Teppiche	$\mu\text{g}/\text{kg}$		1,52	$\text{kg}/\text{E}\cdot\text{a}$
	$\mu\text{g}/\text{m}^2$		0,74	$\text{m}^2/\text{E}\cdot\text{a}$
Vorhänge	$\mu\text{g}/\text{kg}$		0,60	$\text{kg}/\text{E}\cdot\text{a}$
	$\mu\text{g}/\text{m}^2$		0,80	$\text{m}^2/\text{E}\cdot\text{a}$
Decken	$\mu\text{g}/\text{m}^2$		0,08	$\text{m}^2/\text{E}\cdot\text{a}$
Polsterbezüge	$\mu\text{g}/\text{m}^2$		0,10	$\text{m}^2/\text{E}\cdot\text{a}$
Daunensteppdecke	$\mu\text{g}/\text{m}^2$		0,004	$\text{m}^2/\text{E}\cdot\text{a}$
Handtücher	$\mu\text{g}/\text{m}^2$		0,29	$\text{m}^2/\text{E}\cdot\text{a}$
Badematten	$\mu\text{g}/\text{m}^2$		0,06	$\text{m}^2/\text{E}\cdot\text{a}$
Bademäntel	$\mu\text{g}/\text{m}^2$		0,11	$\text{m}^2/\text{E}\cdot\text{a}$
Tischtücher	$\mu\text{g}/\text{m}^2$		0,07	$\text{m}^2/\text{E}\cdot\text{a}$
Sonnenschutz	$\text{ng}/\text{g}$		58,6	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Body Lotion	$\text{ng}/\text{g}$		686	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Gesichtspeeling	$\text{ng}/\text{g}$		14	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Gesichtscreme	$\text{ng}/\text{g}$		206	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
BB Cream	$\text{ng}/\text{g}$		15,7	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
CC Cream	$\text{ng}/\text{g}$		16,6	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Foundation	$\text{ng}/\text{g}$		46,9	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
davon flüssig			46,1	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
davon Podwer			0,78	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Concealer	$\text{ng}/\text{g}$		17,4	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Highlighter	$\text{ng}/\text{g}$		6,46	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Gesichtspuder	$\text{ng}/\text{g}$		0,50	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Lippenstift, -pflege und Lipgloss	$\text{ng}/\text{g}$		4,00	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Mascara	$\text{ng}/\text{g}$		2,94	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Kajalstift	$\text{ng}/\text{g}$		0,04	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Eyelinier	$\text{ng}/\text{g}$		0,03	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Lidschatten	$\text{ng}/\text{g}$		2,92	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Nagellack	$\text{ng}/\text{g}$		2,44	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Haarspray	$\text{ng}/\text{g}$		253	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$
Rasierschaum	$\text{ng}/\text{g}$		181	$\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$

[200], sowie Bewertungen eines Produktes [66] und dem durchschnittlichen Gewicht bzw. der durchschnittlichen Dichte von 25 Produkten [30], [31], [57], [199], [203], [228], [229], [230], [231], [232], [233], [234], [235], [236], [237], [238], [239], [241], [242], [243], [244], [245], [246], [300].

Die Gesamtverbrauchsmengen für Rasierschaum wurde anhand von Statistiken zur Anwendungshäufigkeit (2015 bzw. 2017) [433], [437] gemäß Tab. 2.1 sowie den Bevölkerungszahlen Deutschlands aus 2015 und 2017 [427] berechnet. Die Befragung unter der weiblichen Bevölkerung wurde ab 18 Jahren und die unter der männlichen Bevölkerung ab 14 Jahren durchgeführt. Vereinfacht wurde ein Beginn der Nutzung von diesem Produkt auf 15 Jahren für die Ermittlung der Verbrauchsmengen gesetzt. Pro Anwendung wurden 6,67 g angenommen [448].

### 2.4.1.3 PFAS-Konzentrationen in unterschiedlichen Gütern

Um aus den oben beschriebenen Importflüssen von Gütern Stofffrachten berechnen zu können, wurden die PFAS-Konzentrationen in den unterschiedlichen Gütern mittels Literaturrecherche ermittelt. Für Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze (Limit of Quantification – LOQ) [250] bzw. der Nachweisgrenze (Limit of Detection – LOD [249] wurden jeweils die Hälfte des LOQ bzw. des LOD angesetzt. Jedoch waren diese Werte in manchen Studien nicht oder nur teilweise angegeben [217], [467]. In diesen Fällen wurden die LOQ und LOD von anderen Studien [252], [405] übernommen. Auf diese Weise konnten allerdings nicht für alle Stoffe entsprechende Werte angesetzt werden, da sie in diesen Studien nicht analysiert wurden. Für die Messwerte dieser Stoffe unterhalb von LOD wurde der Wert Null bzw. unterhalb von LOQ der Wert LOD angenommen, falls in einer Studie vorhanden.

Im Anschluss wurden die 25%- und 75%-Perzentile der Stoffkonzentrationen pro Gut berechnet, siehe Tab. 2.3, und diese mit den jeweiligen Importmengen multipliziert. Von den sich so ergebenden Frachten wurden die Mittelwerte und Schwankungsbreiten für die Stoffflussanalysen ermittelt. Die Konzentrationswerte stammen aus weiter unten beschriebenen Studien.

Bei der Recherche der Stoffkonzentrationen wurden 9 Studien mit entsprechenden Angaben gefunden. Eine Studie des Umweltbundesamtes Deutschlands aus dem Jahr 2014 untersuchte fünf Imprägniermittel und 16 Jacken auf 24 nichtpolymeren PFAS. Von den für diese Diplomarbeit relevanten Stoffe wurden PFOA, PFOS, PFHxA, PFHxS, PFNA, PFHpA analysiert, wobei aufgrund einer Kontamination die PFHpA-Konzentrationen nicht weiter berücksichtigt wurden. Bei den zusätzlich durchgeführten Waschexperimenten wurden jedoch nur 11 bzw. 6 PFAS (nach Imprägnierung) untersucht. Die Jacken stammten aus Asien und Europa (teilweise keine Angaben dazu) und waren, bis auf zwei, alle neu und in Plastik verpackt. Die analysierten Imprägniermittel waren drei Imprägniersprays und zwei Imprägnier-Waschmittel [272].

Eine Studie aus Norwegen untersuchte 45 Proben von (Möbel)-Textilien und Papier mit Lebensmittelkontakt. Die Proben wurden zwischen November 2012 und Februar 2013 in zwei norwegischen Städten im Einzelhandel erworben. Dabei wurde bei der Auswahl dieser Proben darauf geachtet, dass sie repräsentativ für Produkte sind, die in großen Mengen aus China importiert werden. Outdoor-Kleidung wurde allerdings nicht untersucht. Für diese Diplomarbeit wurden aus dieser Studie Konzentrationen von PFOA, PFHxA, PFHpA sowie PFNA für folgende Güter genutzt [464]: Jacken, Teppiche, Vorhänge, Decken, Polsterbezüge, Daunensteppdecken, Handtücher, Badematten, Bademäntel sowie Tischtücher.

Eine weitere Studie analysierte 32 Textilproben (17 mit Körperkontakt, 9 Haushaltstextilien und 6 Outdoor-Textilien) im Jahr 2015 bezüglich PFOS und PFOA. Die Textilien wurden in Geschäften in Thailand gekauft. Neben der Analyse der Textilien selbst wurde auch ein Waschexperimente durchgeführt, bei dem die Proben mit den höchsten Konzentrationen fünf mal gewaschen wurden. Die für diese Diplomarbeit relevanten Güter in dieser Studie waren (T-)Shirts, Hosen, Teppiche, Vorhänge, Decken, ein Handtuch sowie ein Tisch Tuch [444].

Tab. 2.3: Verwendete PFOA-Konzentrationen der Güter

Gut	25%-Perzentil	75%-Perzentil	Einheit	Studien
Jacken	0,11	1,02	µg/m <sup>2</sup>	[272], [464]
Imprägniermittel	0	0,26	µg/ml	[272]
(T-) Shirts	0,44	0,71	µg/m <sup>2</sup>	[444]
Hosen	1,47	2,40	µg/m <sup>2</sup>	[444]
Bettwäsche	0,01	0,03	µg/m <sup>2</sup>	[464]
Teppiche	0,01	0,09	µg/m <sup>2</sup>	[201], [444], [464]
Vorhänge	0,81	1,32	µg/m <sup>2</sup>	[444], [464]
Decken	0	0,01	µg/m <sup>2</sup>	[444], [464]
Polsterbezüge	0	0,01	µg/m <sup>2</sup>	[464]
Daunensteppdecke	0,02	0,05	µg/m <sup>2</sup>	[464]
Handtücher	0,01	1,51	µg/m <sup>2</sup>	[444], [464]
Badematten	0,02	0,06	µg/m <sup>2</sup>	[464]
Bademäntel (1 Messung)	0	0	µg/m <sup>2</sup>	[464]
Tischtücher	0,11	0,32	µg/m <sup>2</sup>	[444], [464]
Sonnenschutz	0,59	3,7	ng/g	[252], [261]
Body Lotion	1,83	16,35	ng/g	[217]
Gesichtspeeling	0,35	0,35	ng/g	[217]
Gesichtscreme	2,19	2,19	ng/g	[217], [405]
BB Cream	0,35	0,35	ng/g	[217]
CC Cream	0,35	0,35	ng/g	[217]
Foundation	1,89	298	ng/g	[217], [252], [405]
Concealer	2318	2353	ng/g	[217]
Highlighter	17,0	17,0	ng/g	[217]
Gesichtspuder	2,19	3,27	ng/g	[217], [405]
Lippenstift, -pflege und Lipgloss	2,86	3,69	ng/g	[252]
Mascara	nicht gemessen		-	
Kajalstift (1 Messung)	2,19	2,19	ng/g	[405]
Eyeliner	0,35	0,35	ng/g	[217]
Lidschatten	6,00	6,00	ng/g	[217]
Nagellack	11,3	381	ng/g	[252]
Haarspray	0,35	0,35	ng/g	[217]
Rasierschaum	2,19	2,19	ng/g	[405]

Tab. 2.4: Verwendete PFOS-Konzentrationen der Güter

Gut	25%-Perzentil	75%-Perzentil	Einheit	Studien
Jacken	0	0,01	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[272]
Imprägniermittel	0	0	$\mu\text{g}/\text{ml}$	[272]
(T-) Shirts	0,03	0,04	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[444]
Hosen	0,12	0,24	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[444]
Bettwäsche	nicht gemessen		-	
Teppiche	0,18	0,33	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[201], [444]
Vorhänge	0,15	0,16	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[444]
Decken (1 Messung)	0,45	0,45	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[444]
Polsterbezüge	nicht gemessen		-	[464]
Daunensteppdecke	nicht gemessen		-	
Handtücher	0,21	0,26	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[444]
Badematten	nicht gemessen		-	
Bademäntel	nicht gemessen		-	
Tischtücher (1 Messung)	0,03	0,03	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[444]
Sonnenschutz	0,03	0,06	$\text{ng}/\text{g}$	[252], [261]
Body Lotion	0	0	$\text{ng}/\text{g}$	[217]
Gesichtspeeling	0	0	$\text{ng}/\text{g}$	[217]
Gesichtscreme	0	0	$\text{ng}/\text{g}$	[217]
BB Cream	0	0	$\text{ng}/\text{g}$	[217]
CC Cream	0	0	$\text{ng}/\text{g}$	[217]
Foundation	0	0	$\text{ng}/\text{g}$	[217], [467]
Concealer	0	0	$\text{ng}/\text{g}$	[217]
Highlighter	0	0	$\text{ng}/\text{g}$	[217]
Gesichtspuder	0	0	$\text{ng}/\text{g}$	[217]
Lippenstift, -pflege und Lipgloss	0	0	$\text{ng}/\text{g}$	[467]
Mascara	0	0	$\text{ng}/\text{g}$	[467]
Kajalstift	nicht gemessen		-	
Eyeliners	0	0	$\text{ng}/\text{g}$	[217]
Lidschatten	0	0	$\text{ng}/\text{g}$	[217]
Nagellack	nicht gemessen		-	
Haarspray	0	0	$\text{ng}/\text{g}$	[217]
Rasierschaum	nicht gemessen		-	

Tab. 2.5: Verwendete PFHxA-Konzentrationen der Güter

Gut	25%-Perzentil	75%-Perzentil	Einheit	Studien
Jacken	0	0,27	µg/m <sup>2</sup>	[272], [464]
Imprägniermittel	0	0,01	µg/ml	[272],
(T-) Shirts	nicht gemessen		-	
Hosen	nicht gemessen		-	
Bettwäsche	0	0,03	µg/m <sup>2</sup>	[464]
Teppiche	0,03	0,09	µg/m <sup>2</sup>	[201], [464]
Vorhänge	0,21	0,61	µg/m <sup>2</sup>	[464]
Decken	0	0,01	µg/m <sup>2</sup>	[464]
Polsterbezüge	0	0,01	µg/m <sup>2</sup>	[464]
Daunensteppdecke	0,01	0,02	µg/m <sup>2</sup>	[464]
Handtücher	0	0	µg/m <sup>2</sup>	[464]
Badematten	0	0	µg/m <sup>2</sup>	[464]
Bademäntel (1 Messung)	0	0	µg/m <sup>2</sup>	[464]
Tischtücher (1 Messung)	0	0	µg/m <sup>2</sup>	[464]
Sonnenschutz	2,3	2700	ng/g	[252]
Body Lotion	1,46	19,1	ng/g	[217]
Gesichtspeeling	5,63	6,08	ng/g	[217]
Gesichtscreme	1,68	1,68	ng/g	[217], [405]
BB Cream	15,8	17,3	ng/g	[217]
CC Cream	9,11	387	ng/g	[217]
Foundation	1,68	855	ng/g	[217], [252], [405], [467]
Concealer	1933	1938	ng/g	[217]
Highlighter	17,3	17,8	ng/g	[217]
Gesichtspuder	1,68	46,2	ng/g	[217], [405]
Lippenstift, -pflege und Lipgloss	1,68	1,84	ng/g	[252], [467]
Mascara	1,68	1,68	ng/g	[467]
Kajalstift (1 Messung)	1,68	1,68	ng/g	[405]
Eyeliners	0,45	0,45	ng/g	[217]
Lidschatten	5,43	5,48	ng/g	[217]
Nagellack	3,60	53,0	ng/g	[252]
Haarspray	0,45	0,45	ng/g	[217]
Rasierschaum	1,68	1,68	ng/g	[405]

Tab. 2.6: Verwendete PFHpA-Konzentrationen der Güter

Gut	25%-Perzentil	75%-Perzentil	Einheit	Studien
Jacken	0	0,01	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Imprägniermittel	nicht gemessen		-	
(T-) Shirts	nicht gemessen		-	
Hosen	nicht gemessen		-	
Bettwäsche	0	0,01	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Teppiche	0,03	0,04	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[201], [464]
Vorhänge	0,26	0,77	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Decken	0	0	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Polsterbezüge	0	0	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Daunensteppdecke	0,01	0,02	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Handtücher	0	0	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Badematten	0	0	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Bademäntel (1 Messung)	0	0	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Tischtücher (1 Messung)	0	0	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Sonnenschutz	0,80	390	ng/g	[252]
Body Lotion	1,34	5,03	ng/g	[217]
Gesichtspeeling	1,23	1,28	ng/g	[217]
Gesichtscreme	0,25	0,98	ng/g	[217], [405]
BB Cream	0,25	0,25	ng/g	[217]
CC Cream	0,76	34,3	ng/g	[217]
Foundation	0,25	159	ng/g	[217], [252], [405], [467]
Concealer	860	860	ng/g	[217]
Highlighter	17,3	17,8	ng/g	[217]
Gesichtspuder	0,58	36,85	ng/g	[217], [405]
Lippenstift, -pflege und Lipgloss	0,25	0,43	ng/g	[252], [467]
Mascara	0,25	0,25	ng/g	[467]
Kajalstift (1 Messung)	0,25	0,25	ng/g	[405]
Eyeliners	0,25	0,25	ng/g	[217]
Lidschatten	4,78	5,13	ng/g	[217]
Nagellack	0,82	22,1	ng/g	[252]
Haarspray	0,25	0,25	ng/g	[217]
Rasierschaum	0,25	0,25	ng/g	[405]

Tab. 2.7: Verwendete PFHxS-Konzentrationen der Güter

Gut	25%-Perzentil	75%-Perzentil	Einheit	Studien
Jacken	0	0	µg/m <sup>2</sup>	[272]
Imprägniermittel	0	0	µg/ml	[272]
(T-) Shirts	nicht gemessen		-	
Hosen	nicht gemessen		-	
Bettwäsche	nicht gemessen		-	
Teppiche	0,21	1,63	µg/m <sup>2</sup>	[201]
Vorhänge	0,06	1,12	µg/kg	[201]
Decken	nicht gemessen		-	
Polsterbezüge	nicht gemessen		-	
Daunensteppdecke	nicht gemessen		-	
Handtücher	nicht gemessen		-	
Badematten	nicht gemessen		-	
Bademäntel	nicht gemessen		-	
Tischtücher	nicht gemessen		-	
Sonnenschutz	nicht gemessen		-	
Body Lotion	0	0	ng/g	[217]
Gesichtspeeling	0	0	ng/g	[217]
Gesichtscreme	0	0	ng/g	[217]
BB Cream	0	0	ng/g	[217]
CC Cream	0	0	ng/g	[217]
Foundation	0	0	ng/g	[217], [467]
Concealer	0	0	ng/g	[217]
Highlighter	0	0	ng/g	[217]
Gesichtspuder	0	0	ng/g	[217]
Lippenstift, -pflege und Lipgloss	0	12,23	ng/g	[467]
Mascara	0	0	-	[467]
Kajalstift	nicht gemessen		-	
Eyeliners	0	0	ng/g	[217]
Lidschatten	0	0	ng/g	[217]
Nagellack	nicht gemessen		-	
Haarspray	0	0	ng/g	[217]
Rasierschaum	nicht gemessen		-	

Tab. 2.8: Verwendete PFNA-Konzentrationen der Güter

Gut	25%-Perzentil	75%-Perzentil	Einheit	Studien
Jacken	0,02	0,09	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[272], [464]
Imprägniermittel	0	0	$\mu\text{g}/\text{ml}$	[272]
(T-) Shirts	nicht gemessen		-	
Hosen	nicht gemessen		-	
Bettwäsche	0	0	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Teppiche	0,03	0,05	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[201], [464]
Vorhänge	0,03	0,07	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Decken	0	0	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Polsterbezüge	0	0	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Daunensteppdecke	0,01	0,02	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Handtücher	0	0	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Badematten	0	0	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Bademäntel (1 Messung)	0	0	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Tischtücher (1 Messung)	0	0	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	[464]
Sonnenschutz	0,55	280	ng/g	[252]
Body Lotion	0,40	5,00	ng/g	[217]
Gesichtspeeling	0,10	0,10	ng/g	[217]
Gesichtscreme	1,73	1,73	ng/g	[217], [405]
BB Cream	0,10	0,10	ng/g	[217]
CC Cream	0,10	0,10	ng/g	[217]
Foundation	0,49	82,3	ng/g	[217], [252], [405]
Concealer	823	828	ng/g	[217]
Highlighter	21,3	21,8	ng/g	[217]
Gesichtspuder	1,73	1,73	ng/g	[217], [405]
Lippenstift, -pflege und Lipgloss	0,93	0,98	ng/g	[252]
Mascara	nicht gemessen		-	
Kajalstift (1 Messung)	1,73	1,73	ng/g	[405]
Eyelinier	0,1	0,1	ng/g	[217]
Lidschatten	6,73	6,98	ng/g	[217]
Nagellack	1,90	66,5	ng/g	[252]
Haarspray	0,1	0,1	ng/g	[217]
Rasierschaum	1,73	1,73	ng/g	[405]

Tab. 2.9: Verwendete 6:2 FTS-Konzentrationen der Güter

Gut	25%-Perzentil	75%-Perzentil	Einheit	Studien
Jacken	nicht gemessen		-	
Imprägniermittel	nicht gemessen		-	
(T-) Shirts	nicht gemessen		-	
Hosen	nicht gemessen		-	
Bettwäsche	nicht gemessen		-	
Teppiche	nicht gemessen		-	
Vorhänge	nicht gemessen		-	
Decken	nicht gemessen		-	
Polsterbezüge	nicht gemessen		-	
Daunensteppdecke	nicht gemessen		-	
Handtücher	nicht gemessen		-	
Badematten	nicht gemessen		-	
Bademäntel	nicht gemessen		-	
Tischtücher	nicht gemessen		-	
Sonnenschutz	nicht gemessen		-	
Body Lotion	8,85	8,85	ng/g	[217]
Gesichtspeeling	8,85	8,85	ng/g	[217]
Gesichtscreme	4,43	8,85	ng/g	[217], [405]
BB Cream	8,85	8,85	ng/g	[217]
CC Cream	8,85	8,85	ng/g	[217]
Foundation	4,43	22,7	ng/g	[217], [405], [467]
Concealer	263	268	ng/g	[217]
Highlighter	8,85	8,85	ng/g	[217]
Gesichtspuder	4,43	4,43	ng/g	[217], [405]
Lippenstift, -pflege und Lipgloss	4,43	4,43	ng/g	[467]
Mascara	4,43	4,43	ng/g	[467]
Kajalstift (1 Messung)	4,43	4,43	ng/g	[405]
Eyeliners	8,85	8,85	ng/g	[217]
Lidschatten	8,85	8,85	ng/g	[217]
Nagellack	nicht gemessen		-	
Haarspray	2,73	6,81	ng/g	[217]
Rasierschaum	4,43	4,43	ng/g	[405]

Die vierte Studie zu Textilien befasste sich mit Baumaterialien, Konsumgütern, Autoinnenraummaterialien und Abfällen. Es wurden 126 Proben untersucht, wobei sowohl neue, als auch gebrauchte Güter analysiert wurden. Beispielsweise wurden drei Vorhänge (1mal neu, 2mal gebraucht), sechs Teppiche (1mal neu, 5mal gebraucht), zwei Tischtücher (gebraucht) sowie eine Bettwäsche (gebraucht) beprobt. Allerdings wurde in dieser Diplomarbeit für die meisten Stoffe nur der neue Teppich berücksichtigt, da alle anderen relevanten Textilien vor 2010 hergestellt wurden und in dieser Arbeit ein mittleres Jahr von 2010 bis 2020 betrachtet wurde. Lediglich für PFHxS wurden auch die Konzentrationen von älteren Teppichen und von Vorhängen (ab 2005) mitgenommen, nachdem sonst für diese Güter keine oder kaum PFHxS-Konzentrationen vorgelegen wären. Alle in dieser Diplomarbeit betrachteten Stoffe wurden in der Studie analysiert [201].

Sonnenschutzmittel wurde unter anderem von einer thailändischen Studie 2014 auf PFOA und PFOS untersucht. Dabei wurden 12 Proben von inländischen und internationalen Marken nach dem Zufallsprinzip in Thailand erworben. Bei der Auswahl dieser wurde auf die wasserabweisenden, schweißresistenten, wasserfesten oder nicht klebenden Eigenschaften der Produkte geachtet [261].

2012 analysierte eine japanische Studie Körperpflegeprodukte, die laut ihrer Inhaltsstoffangaben fluorierte Verbindungen enthielten, hinsichtlich perfluorierte Carbonsäuren (PFCAs), wie PFOA, PDFHxA, PFHpA und PFNA. Es wurden 24 Proben, davon 2 Kontroll-Proben, getestet, wobei von einer Sonnenmilch vier Proben mit unterschiedlichen Chargennummern untersucht wurden. Sechs der 24 Proben waren Produkte mit Sonnenschutz-Eigenschaften. Die Studie enthielt Werte für die Güter Sonnenschutzmittel, Foundation, Lippenstift sowie Nagellack [252].

Von der dänischen Agentur für Umwelt (Ministerium für Umwelt und Ernährung) wurde 2018 eine Studie veröffentlicht, die 18 Proben sowie zwei Kontroll-Proben analysierte. Es wurden nur Produkte mit deklarierten PFAS-Gehalt oder Inhaltsstoffen, bei denen die Möglichkeit von PFAS-Abbauprodukte/Verunreinigungen besteht, untersucht. Mit Hilfe von Datenbanken und Literaturrecherche wurde eine Auswahl an Produkten für die chemische Analyse getroffen. Folgende Güter wurden, auch auf alle in dieser Diplomarbeit berücksichtigten Stoffe, analysiert [217]: Body Lotion, Gesichtspeeling, Gesichtscreme, BB Cream, CC Cream, Foundation, Concealer, Highlighter, Gesichtspuder, Eyeliner, Lidschatten und Haarspray.

Des Weiteren wurden in einer schwedischen Studie 31 Kosmetika aus fünf Produktkategorien (Creme, Foundation, Augentstift, Puder und Rasierschaum) untersucht. Die Proben wurden aus einer Datenbank mit Inhaltsstofflisten, die von der Swedish Society for Nature Conservation (SSNC) erstellt wurde, ausgewählt. Die Produkte wurden 2016 und 2017 in schwedischen Geschäften erworben. Bei 7 Proben waren PFAS nicht als Inhaltsstoffe deklariert, sie dienten als Kontrollproben. Die Stoffe PFOS und PFHxS wurden nicht analysiert [405].

Zu guter Letzt wurde eine Studie, die 2021 veröffentlicht wurde, für die Güter Foundation, Lippenstift, -pflege und Lipgloss sowie Mascara genutzt. Für diese Studie wurden 231 Kosmetika von 2016 bis 2020 bei Einzelhändlern in Indiana und Michigan sowie kanadische Produkte im Jahr 2020 online gekauft. Von diesen 231 Produkten wurden 29 Proben, darunter 20 mit hohem Gesamtfluorgehalt, mittels [467] Flüssigchromatographie mit Tandem-Massenspektrometrie-Kopplung (LC-MS/MS) [226] und gaschromatographische Massenspektrometrie (GC-MS) analysiert [467].

#### 2.4.2 Transferkoeffizienten von Stoffen im Haushalt

Eine norwegische Studie aus 2015 trifft die Annahme, dass innerhalb eines Jahres alle PFCAs und PFSAAs aus Möbeltextilien, Lebensmittelverpackungen, Teppiche und Kleidung ausgewaschen wird und in das Abwasser gelangt [464]. Die Autoren beziehen sich außerdem auf eine Studie, die auch für dieser Arbeit verwendet wurde, in der Waschexperimente mit Outdoor-Jacken und Imprägniermitteln durchgeführt wurden. Dort lag die Freisetzungsrate der gemessenen PFAS

zum Teil über 100%. Es wurde spekuliert, ob dies an der Umwandlung von Vorläufersubstanzen liegen könnte, auch wenn solche Umwandlungen nicht in der Waschmaschine stattfinden dürften [272]. Tab. 2.10 gibt die angenommenen Transferkoeffizienten bei Nutzung im Haushalt mit Output in die Kanalisation an. Hier sei noch erwähnt, dass eine andere Studie weit geringere Emissionswerte ermittelt hatte [444].

**Tab. 2.10:** Transferkoeffizienten vom Input in den Haushalt zum Output in Richtung Kanalisation

Gut	Transferkoeffizient
Teppiche	0,5
Sonstige Textilien	1,0
Imprägniermittel	0,866
Sonnenschutz	0,333
Body Lotion	0,666
Gesichtspeeling	1,0
Gesichtscreme	0,666
BB Cream	0,666
CC Cream	0,6
Foundation	0,3
Concealer	0,3
Highlighter	0,3
Gesichtspuder	0,2
Lippenstift, -pflege und Lipgloss	0,2
Mascara	0,3
Kajalstift	0,3
Eyeliners	0,3
Lidschatten	0,3
Nagellack	0,1
Haarspray	0,9
Rasierschaum	1,0

Für Textilien wurde, mit einer Ausnahme, wie in der oben erwähnten Studie [464] ein Transferkoeffizient von 1 angenommen. Da einige Teppiche zu groß für Waschmaschinen sind, wurde für dieses Gut ein Koeffizient von 0,5 gewählt. Außerdem wurde die durchschnittliche Importfracht von Jacken von der mittleren Importfracht von Imprägniermittel abgezogen um abzuschätzen wie viel Imprägniermittel nicht auf den gewaschenen Jacken verbleibt, sondern ins Abwasser gelangt. Dies beruht auf der Annahme, dass die zu waschenden Jacken keine PFAS mehr enthalten und das Imprägniermittel diese Stoffe wieder auf die Jacken überträgt, sodass die Jacken die gleichen Stoffkonzentrationen wie vor der Nutzung besitzen. Dieser so ermittelte Überschuss an Imprägniermittel wurde durch die mittlere Imprägniermittel-Importfracht dividiert. Von den betrachteten Stoffen lagen nur die PFOA- sowie die PFHxA-Fracht über Null, weshalb die sich ergebenden Werte für diese zwei Verbindungen gemittelt wurden. Es ergab sich so ein Wert von 0,866.

Für die Kosmetika mussten Abschätzungen über den Transfer bei der Anwendung ins Abwasser getroffen werden, da keine Literatur dazu gefunden wurde. Die Güter Foundation, Concealer, Highlighter, Mascara, Kajalstift, Eyeliners und Lidschatten wurden mit 0,3 angesetzt, da davon ausgegangen werden kann, dass ein großer Teil mit Kosmetiktüchern bzw. Wattepaden vor dem Waschen abgeschminkt wird. Jedoch besteht ein Trend zu wiederverwendbaren Abschminktextili-

en, die nach der Anwendung gewaschen werden. In ähnlicher Weise wurden Annahmen für die anderen Kosmetika getroffen. Zum Beispiel gehen Sonnenschutz, Body Lotion, Gesichtscreme, BB Cream und CC Cream teilweise während des Tages, beispielsweise durch Schwitzen, verloren. Dieser Anteil wird nicht während des Duschens oder Badens im Haushalt abgewaschen und gerät so nicht in das häusliche Abwasser. Nachdem Nagellack nicht wasserlöslich ist und spezielle Entferner genutzt werden, wurde ein relativ geringer Transferkoeffizient gewählt.

### 2.4.3 Exporte aus dem System über die Kanalisation

Die Exportmengen wurden anhand der Mittelwerte der Zulaufkonzentrationen aus drei Studien [222], [223], [447], siehe Tab. 2.12, und dem spezifischen Schmutzwasseranfall von 150 l/EW-d ermittelt. Für die Schwankungsbreite wurde für den Maximalwert der doppelte Mittelwert und für den Minimalwert der halbe Mittelwert angenommen. Es ist zu berücksichtigen, dass der spezifische Schmutzwasseranfall nicht nur das häusliche Schmutzwasser, sondern auch das aus Industrie und Gewerbe sowie Fremdwasser enthält [222]. Tab. 2.11 schlüsselt den durchschnittlichen Wasserverbrauch pro Person und Tag auf. Durch die Verwendung des spezifischen Schmutzwasseranfalls von 150 l/EW-d wurde bewusst ein Fehler in Kauf genommen. Allerdings lagen keine PFAS-Konzentrationen für häusliches Abwasser oder Abwasser aus Industrie und Gewerbe alleine vor, weshalb nur die Gesamtfracht für die Stoffflussanalyse genutzt werden konnte.

Ein Projekt aus 2014 untersuchte die verschiedenen Eintragspfade von Spurenstoffen in Gewässer. Zu den untersuchten Spurenstoffen gehörten auch die Perfluorooctansäure sowie die Perfluorooctansulfonsäure. Dabei wurde der Schwerpunkt auf Siedlungsabwässern und deren Emissionen in Gewässer. Es wurden Abwassereinleitungen über Kläranlagenabläufe, Mischwasserentlastungen und Niederschlagswassereinleitungen aus Trennkanalisationen sowie diffuse Eintragspfade wie Deposition und Straßenabwässer betrachtet. Ziel war der frachtbezogene Vergleich der unterschiedlichen Eintragspfade von Spurenstoffen. In vier Siedlungsgebiete (Graz, Region Hofsteig, Linz & Ostösterreich) wurden die Deposition, Mischwasserentlastung, Niederschlagswassereinleitung aus der Trennkanalisation sowie gereinigtes kommunales Abwasser beprobt. Wo es möglich war wurde eine mengenproportionale Probenahme vorgenommen, ansonsten eine zeitproportionale. Insgesamt wurden 68 Proben für die verschiedenen Eintragspfade analysiert. Bei zwei dieser Verbandskläranlagen (Region Hofsteig & Linz) wurden auch Proben bei Trockenwetter im Zulauf der Kläranlage (Schmutzwasser) genommen. Für die Kläranlagenzu-

**Tab. 2.11:** Nutzungsbezogener Haushaltswasserverbrauch in Österreich aus [301], Abb. 124

	durchschnittlicher Wasserverbrauch [l/Ed]
Außenbereich Pool	7
Außenbereich Pflanzen etc. (ohne Pool)	12
Geschirrspüler	3
Wasserhahn Bad, WC, Küche, etc.	36
Waschmaschine	14
Badewanne	4
Dusche	25
WC	34
Gesamt	135

läufe bei Trockenwetter ergaben sich jeweils 6 Messwerte für PFOS und PFOA, alle über der Bestimmungsgrenze [222], die für diese Arbeit genutzt wurden.

2016 wurden in Vorarlberg zwei Kläranlage und die Fließgewässer, in die deren gereinigte Abwasser eingeleitet wird, beprobt. Proben der ARA Hohenems und des Rheintal- Binnenkanal wurden sowohl im März als auch im September genommen, während die ARA Rotachtal und die Rotach nur im März untersucht wurden. Die Zuläufe der ARA Hohenems werden stark von Einträgen der Industrie, vor allem der Textilindustrie, und die der ARA Rotachtal von milchverarbeitenden Betrieben bestimmt. Aus durchflussproportionalen Tagesmischproben der Kläranlagen wurden Wochenmischproben erzeugt. Hierfür wurden automatischen Probenehmer verwendet. Insgesamt wurden 131 organische und anorganische Spurenstoffe, unter anderem 13 per- und polyfluorierten Tenside, sowie drei Referenzparameter (chemischer Sauerstoffbedarf, Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor) analysiert. Die PFAS wurden mittels LC-MS/MS untersucht, wobei die Zulaufkonzentrationen für diese Arbeit herangezogen wurden [223].

Eine Studie des deutschen Umweltbundesamtes aus 2020 beprobte 49 kommunale Kläranlagen, sieben im Trenn- und 42 im Mischsystem. Neben den Ablaufproben wurden bei fünf Kläranlagen auch Proben der Zuläufe und Schlämme sowie Proben von zwei Regenklärbecken und sechs Regenüberlaufbecken genommen. Auch bei dieser Studie wurde mit 7-Tage-Mischproben gearbeitet. Insgesamt wurden 16 perfluorierten Verbindungen (PFC) mittels HPLC-MS-MS untersucht [447]. Auch aus dieser Studie wurden die Zulaufkonzentrationen für die Diplomarbeit verwendet.

In der Studie aus 2020 konnte PFHxS weder im Zu- noch im Ablauf einer Kläranlage nachgewiesen werden [447]. Die Verbindung H4-Perfluor-n-Octansulfonsäure (6:2 FTS) wurde in keiner der Studien berücksichtigt. Alle 25%- und 75%-Perzentile lagen unter der Bestimmungsgrenze der Studie aus 2020 [447], weshalb die halbe Bestimmungsgrenze, wie bei den Systemimporten, aus eben dieser Studie angesetzt wurde.

**Tab. 2.12:** Kläranlagenzulaufkonzentration für die Exportfrachtberechnung

Stoff	min.	max.	Einheit	Verwendete Studien
PFOA	0,01	0,02	µg/l	[222], [223], [447]
PFOS	0,01	0,03	µg/l	[222], [223], [447]
PFHxA	0	0,01	µg/l	[223], [447]
PFHpA	0	0,01	µg/l	[223], [447]
PFHxS	0	0,01	µg/l	[223], [447]
PFNA	0	0	µg/l	[223], [447]

# Kapitel 3

## Ergebnisse

### 3.1 Perfluorooctansäure (PFOA)

Abb. 3.1 zeigt die verschiedenen Eintragspfade der Perfluorooctansäure. Besonders fallen die Einträge „Concealer“, „Body Lotion“, „Hosen“, „Imprägniermittel“ sowie „Shirts“ auf, wobei der Import aus „Concealer“ zumindest um eine Zehnerpotenz größer ist als alle anderen. Acht der betrachteten Importflüsse leisten keinen Eintrag in das System und bei sechs Importflüssen lagen keine Messwerte über der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze vor, wobei jeweils die Hälfte der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze eingesetzt wurde. Für lediglich ein Gut (Mascara) lagen keine Messwerte vor.

Die Inputflüsse des Prozesses „Kanal“ liegen in gleicher Größenordnung vor. Insgesamt beträgt der Input  $33,58 \pm 15,02 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ , während der Output nur einen Wert von  $1,94 \pm 1,16 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  besitzt. Damit liegen Input und Output weit auseinander. Nutzt man die Minimal- und Maximalwerte aus Tab. 2.12 für die Fracht-Berechnung des Exports ergibt sich ein Wert von  $8,43 \pm 8,07 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . In diesem Fall gibt es eine kleine Überschneidung zwischen dem minimalen Input und maximalen Output. Aufgrund der Abweichungen wurde eine Fehlerausgleichsrechnung durchgeführt, die jedoch nicht zu dem gewünschten Ziel führte, da sich negative Werte für die Flüsse „Mascara“ und „Abwasser Textilien“ ergaben. Daher wurde der Importfluss „Mascara“, für den keine Konzentrationsmesswerte vorhanden waren, Null gesetzt und erneut eine Fehlerausgleichsrechnung durchgeführt. Jedoch enthielt das Ergebnis wieder einen negativen Wert für den Fluss „Abwasser Textilien“.

Zu beachten sind bei der Betrachtung der Ergebnisse jedoch auch einige Unsicherheiten. Zum einen liegen für einige Güter nur wenige Konzentrationsmesswerte vor, zum anderen wurden große Vereinfachungen bei der Abschätzung der Importmengen und der Transferkoeffizienten getroffen. Für das Gut „Concealer“ beispielsweise wurden nur zwei als PFAS-haltig deklarierte Produkte in der betreffenden Studie analysiert. Nachdem allerdings nicht alle Concealer PFAS enthalten, werden die Konzentrationswerte überschätzt. Des Weiteren wurden die Importmengen mittels Verwendungshäufigkeiten nach Tab. 2.1 und einiger Annahmen abgeschätzt. Diese Annahmen beinhalten einige Unsicherheiten. So konnte die Aufteilung zwischen flüssigem und pulverförmigem Concealer nur sehr grob geschätzt werden. Für pulverförmigen Concealer wurde lediglich ein Anteil von 30 % gewählt. Wäre der Anteil größer, wäre der Importfluss geringer, da pro Anwendung weniger Concealer notwendig ist als bei flüssigen Produkten. Eine Aufteilung von 50:50 führt zu einem Importfluss von  $29,46 \pm 0,22 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ , also einer Reduktion von rund 28%. Zusätzlich wurde die Anwendungsmenge des flüssigen Produkts nur anhand der Anwendungsmenge von Foundation angenommen.

Ähnliche Unsicherheiten bestehen bei dem Importfluss „Body Lotion“. Auch hier wurden die Annahmen zur Verwendungshäufigkeit nach Tab. 2.1 genutzt und nur Proben mit einer Deklaration als PFAS-haltig untersucht. Jedoch war die Probenanzahl mit sechs Stück dreimal so groß wie die bei Concealer und einer von sechs Messwerten lag unter LOQ.

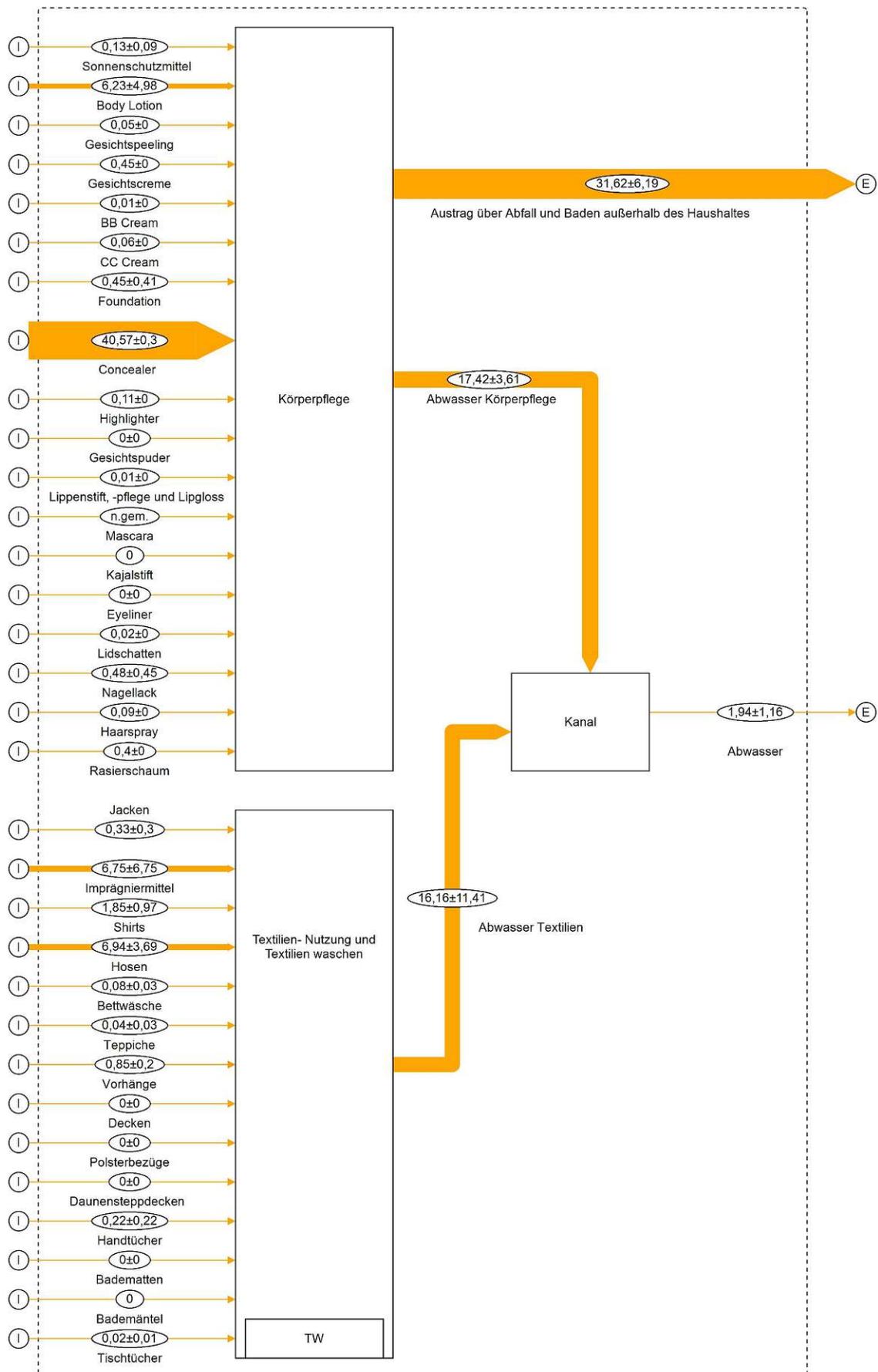


Abb. 3.1: Stoffflussanalyse Perfluorooctansäure (PFOA)

Die Textilien Shirts und Hosen wurden in einer Studie untersucht, in der nach dem Zufallsprinzip Proben in Thailand ausgewählt wurden. Zum einen wurden in dieser Studie nur wenig Proben genommen, zwei für Shirts und drei für Hosen, zum anderen besteht die Möglichkeit, dass die Textilien in Thailand aufgrund anderer Regulierungen andere Stoffkonzentrationen aufweisen. Daher ist der Unterschied in den verschiedenen Ländern vermutlich nicht all zu groß. Des Weiteren musste für die Ermittlung der durchschnittlichen Fläche dieser Produkte Vereinfachungen getroffen werden, da die Größe der Oberflächen nicht in Produktbeschreibungen zu finden war. Es wurden nur ein Damenshirt und eine Damenhose abgemessen und nicht die verschiedensten Größen berücksichtigt, die tatsächlich verkauft werden.

Die Imprägniermittel-Importmengen wurden anhand von fünf Konzentrationsmesswerten berechnet. Betrachtet man die einzelnen Messergebnisse wies nur ein einziges Produkt überhaupt einen nachweisbare PFOA-Konzentration auf. Es könnte sich daher um einen Ausreißer handeln, der die vorliegende Stoffflussanalyse stark beeinflusst. Abb. 3.1 gibt für Imprägniermittel einen Import von  $6,75 \pm 6,75 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  an. Demnach ist der minimale Eintrag gleich Null. Diese große Schwankungsbreite setzt sich bei dem Prozessoutput fort. Außerdem wurde der Transferkoeffizient anhand eines berechneten Überschusses ermittelt, wofür die Annahme getroffen wurde, dass nach dem vollständigen Auswaschen der PFAS aus den Jacken das Imprägniermittel die PFAS wieder in ihrer ursprünglichen Konzentration auf die Jacken überträgt. In dieser Annahme liegt eine gewisse Unsicherheit.

Tatsächlich liegt bei allen Produkten eine Unsicherheit bezüglich der Transferkoeffizienten vor, da diese mit Annahmen ermittelt wurden, die den Eintrag stark vereinfachen und nur teilweise auf Literaturangaben basieren. Im Zusammenhang mit dem Eintrag der Perfluorooctansäure ist auch die Vorläufersubstanz 8:2 FTOH zu betrachten [257], wobei die Biotransformation z.B. in einer Waschmaschine nicht stattfinden sollte [272]. Diese Vorläufersubstanz findet sich vor allem in Jacken, Vorhängen, Foundation, Lippenstift, -pflege und Lipgloss sowie Mascara.

## 3.2 Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)

Perfluorooctansulfonsäure wird bereits länger reglementiert als die anderen betrachteten Stoffe, was möglicherweise die hohe Anzahl an Messwerten unterhalb der Bestimmungsgrenze bzw. Nachweisgrenze erklärt. Lediglich drei Importflüsse des Prozesses „Körperpflege“ besitzen Messwerte über diesen Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenzen, nämlich „Sonnenschutzmittel“, „Foundation“ und „Mascara“. Außerdem lagen für fünf Textilien keine Konzentrationsmesswerte für PFOS vor und in Imprägniermitteln wurde die Verbindung kein einziges Mal nachgewiesen. Insbesondere die Güter „Shirts“, „Hosen“, „Vorhänge“ sowie „Teppiche“ sind nennenswerte Eintragungspfade für die Perfluorooctansulfonsäure, siehe Abb. 3.2.

Der Prozess Körperpflege führt zu keinem nennenswerten Eintrag in den Kanal und der Output des Prozesses „Textilien-Nutzung und Textilien waschen“ beträgt  $1,1 \pm 0,48 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Im Vergleich dazu besitzt der Kanal einen Output von  $2,55 \pm 1,53 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Es gibt somit eine Überschneidung des Kanalinputs mit dem Kanaloutput. Das Ergebnis der Fehlerausgleichsrechnung ist in Abb. 3.3 dargestellt. Stellt man dieses Ergebnis mit der ursprünglichen Stoffflussanalyse gegenüber, sieht man eine Erhöhung des Flusses „Abwasser Textilien“ und eine Reduktion des Exportflusses „Abwasser“.

Wie bei der Perfluorooctansäure, liegen auch bei der Stoffflussanalyse der Perfluorooctansulfonsäure Unsicherheiten vor. Für beide Stoffe sind die Einträge durch Shirts und Hosen relevant, für deren Berechnung nur zwei bzw. drei Proben zur Verfügung standen. Die Textilien wurden in Thailand nach dem Zufallsprinzip gekauft sowie analysiert und die Oberflächeninhalte anhand jeweils eines Damenshirts und einer Damenhose für diese Arbeit gemessen. Die geringe Proben-

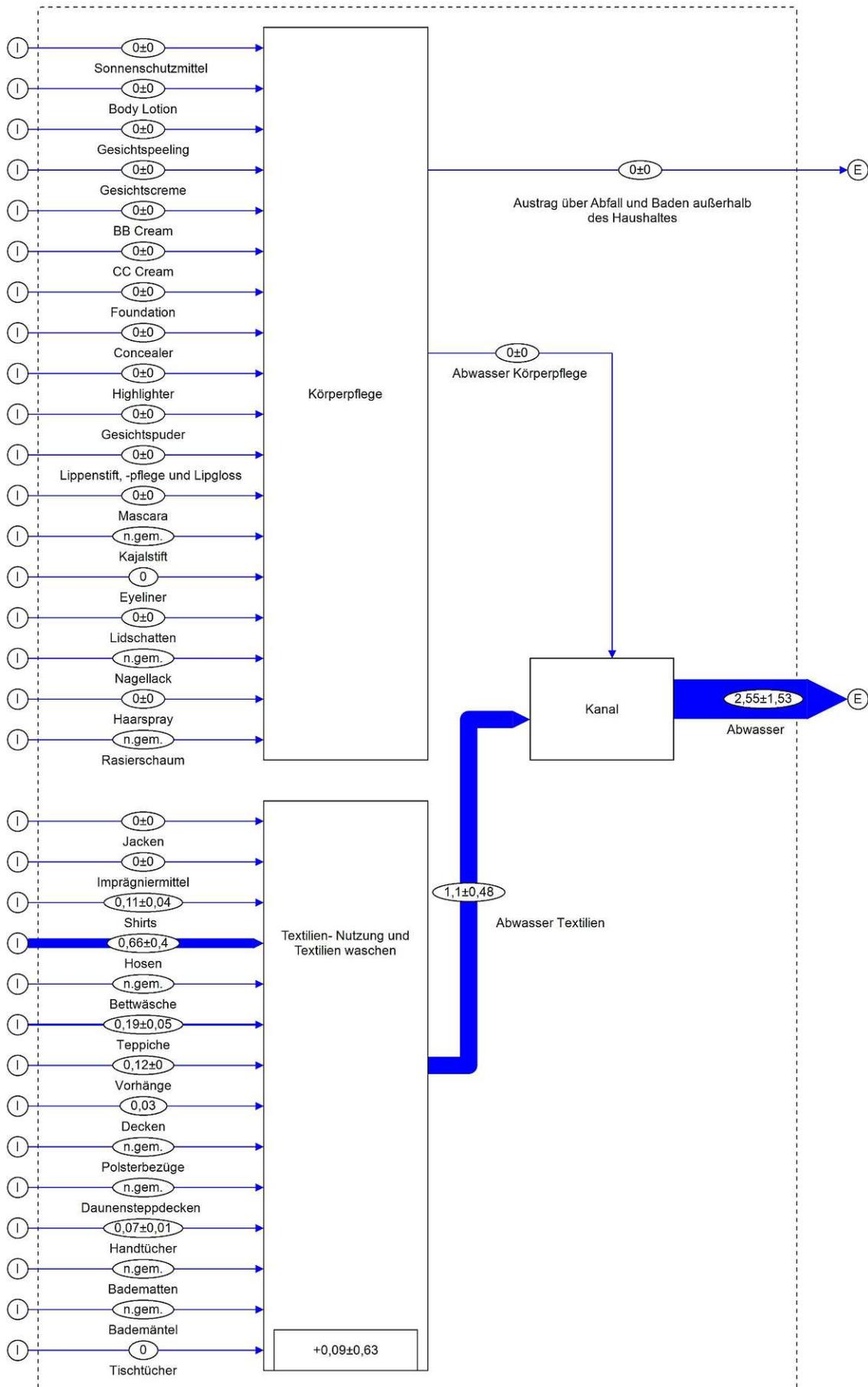


Abb. 3.2: Stoffflussanalyse Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)

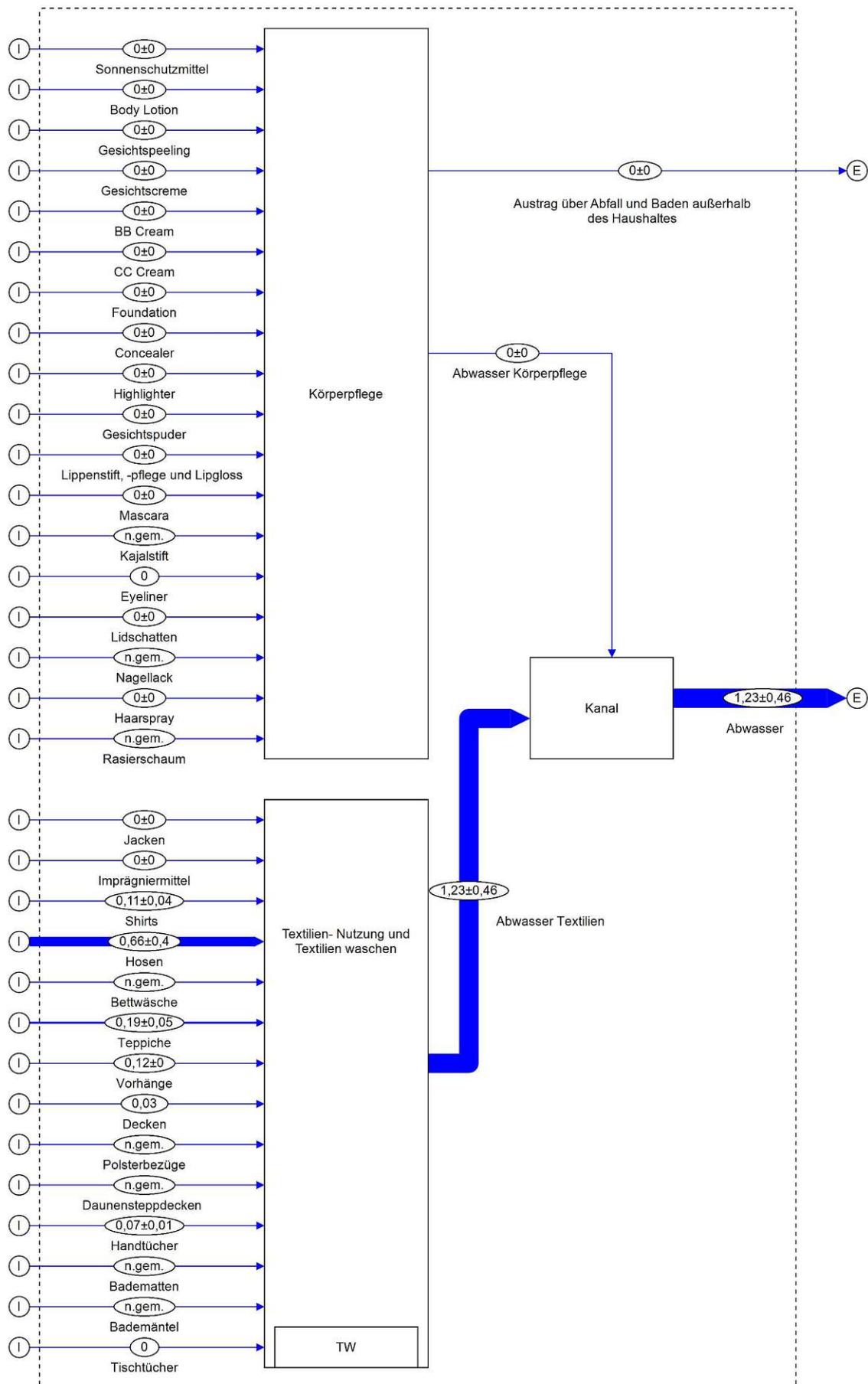


Abb. 3.3: Fehlerausgleichsrechnung der Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)

anzahl sowohl für die Analyse als auch für die Oberflächenermittlung führt zu einer gewissen Unsicherheit in den berechneten Importfrachten.

In der gleichen Studie in der auch Shirts und Hosen untersucht wurden, wurden auch zwei Vorhänge-Proben und eine Teppich-Probe analysiert. Des Weiteren wurden sechs Teppiche und drei Vorhänge in einer tschechischen Studie beprobt, wobei für die Stoffflussanalyse in Abb. 3.2 nur eine Teppich-Probe aus dieser Studie genutzt wurde. Alle anderen Proben wurden vor 2010 produziert. Zieht man älteren Textilien (ab 2005) heran, sowohl neue als auch bereits genutzte, erhält man eine Importfracht für Teppiche von  $4,78 \pm 4,48 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  und für Vorhänge  $0,06 \pm 0,06 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Um mittels der recherchierten Konzentrationen Frachten ermitteln zu können, wurden für Teppiche und Vorhänge jeweils 40 Produkte zur Berechnung des durchschnittlichen Preises, Flächeninhalts sowie Gewichts herangezogen. Trotz der großen Anzahl an ausgewählten Produkten (40), spiegeln sie nicht zwangsläufig die tatsächliche Situation wider. Zum einen stammen alle Produkte von einem Anbieter, zum anderen liegen keine Zahlen zur Verkaufshäufigkeit der einzelnen Produkte vor.

Anders als PFOA, wird PFOS vor allem durch Textilien emittiert, für deren Mehrheit ein Transferkoeffizient von 1 angesetzt wurde. Diese Annahme stammt aus einer Studie [464] und scheint im Fall von Perfluorooctansulfonsäure relativ gut zuzutreffen. Nichtsdestotrotz stellt diese Annahme eine starke Vereinfachung da. Außerdem wurde für das Gut „Teppiche“ ein Transferkoeffizient von 0,5 angesetzt. Dieser Ansatz stammt aus der Überlegung heraus, dass einige Teppiche gar nicht gewaschen werden, weil sie z.B. zu groß für eine Waschmaschine sind. Wie groß dieser Anteil wirklich ist, ist nicht bekannt, was eine große Unsicherheit darstellt. Die Vorläufersubstanzen EtFOSE und EtFOSA [257] spielen in der Stoffflussanalyse vermutlich kaum eine Rolle. Jedoch wurden sie in den meisten, in dieser Arbeit verwendeten, Studien nicht analysiert.

### 3.3 Perfluorhexansäure (PFHxA)

Betrachtet man die unterschiedlichen Eintragspfade in Abb. 3.4, fällt sofort der große Unterschied zwischen den Einträgen aus dem Prozess „Körperpflege“ und denen aus dem Prozess „Textilien-Nutzung und Textilien waschen“ auf. Dieser Unterschied beträgt mehr als eine Zehnerpotenz. Der dominierende Pfad „Abwasser Körperpflege“ besteht vor allem aus Emissionen durch Sonnenschutzmitteln, Concealer, Body Lotion, Foundation und CC Cream, wobei der Anteil der Sonnenschutzmitteln und des Concealers weit höher liegen als die der anderen Produkte. Die Importe aus Sonnenschutzmittel liegen mit  $79,16 \pm 79,02 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  ca. 240 mal höher als die des größten Imports aus der Textilnutzung („Vorhänge“) mit  $0,33 \pm 0,16 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Allerdings lagen für die Güter „Shirts“ und „Hosen“ keine Konzentrationswerte vor und wie Abb. 3.1 zeigt, können diese ein wichtiger Eintragspfad für Perfluorcarbonsäuren sein.

Beim Vergleich der Input- und Outputflüsse des Prozesses „Kanal“ lässt sich eine große Diskrepanz feststellen. Der Input beträgt insgesamt  $47,83 \pm 35,11 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  und der Output  $0,80 \pm 0,48 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Zieht man die Minimal- und Maximalwerte aus Tab. 2.12 für die Exportberechnung heran, ergibt sich für den Export  $5,18 \pm 4,88 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  und somit beinahe eine Überschneidung des minimalen Inputs und des maximalen Outputs. Abb. 3.5 zeigt die Fehlerausgleichsrechnung. Sie verändert die Aufteilung der Outputflüsse des Prozesses „Körperpflege“ stark und somit die Transferkoeffizienten. Des Weiteren reduzieren sich einige Importe dieses Prozesses, beispielsweise der Import von Sonnenschutzmitteln von  $79,16 \pm 79,02 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  auf  $58,03 \pm 58,63 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Ebenso verändern sich die Flüsse „Abwasser Textilien“ und „Abwasser“ leicht.

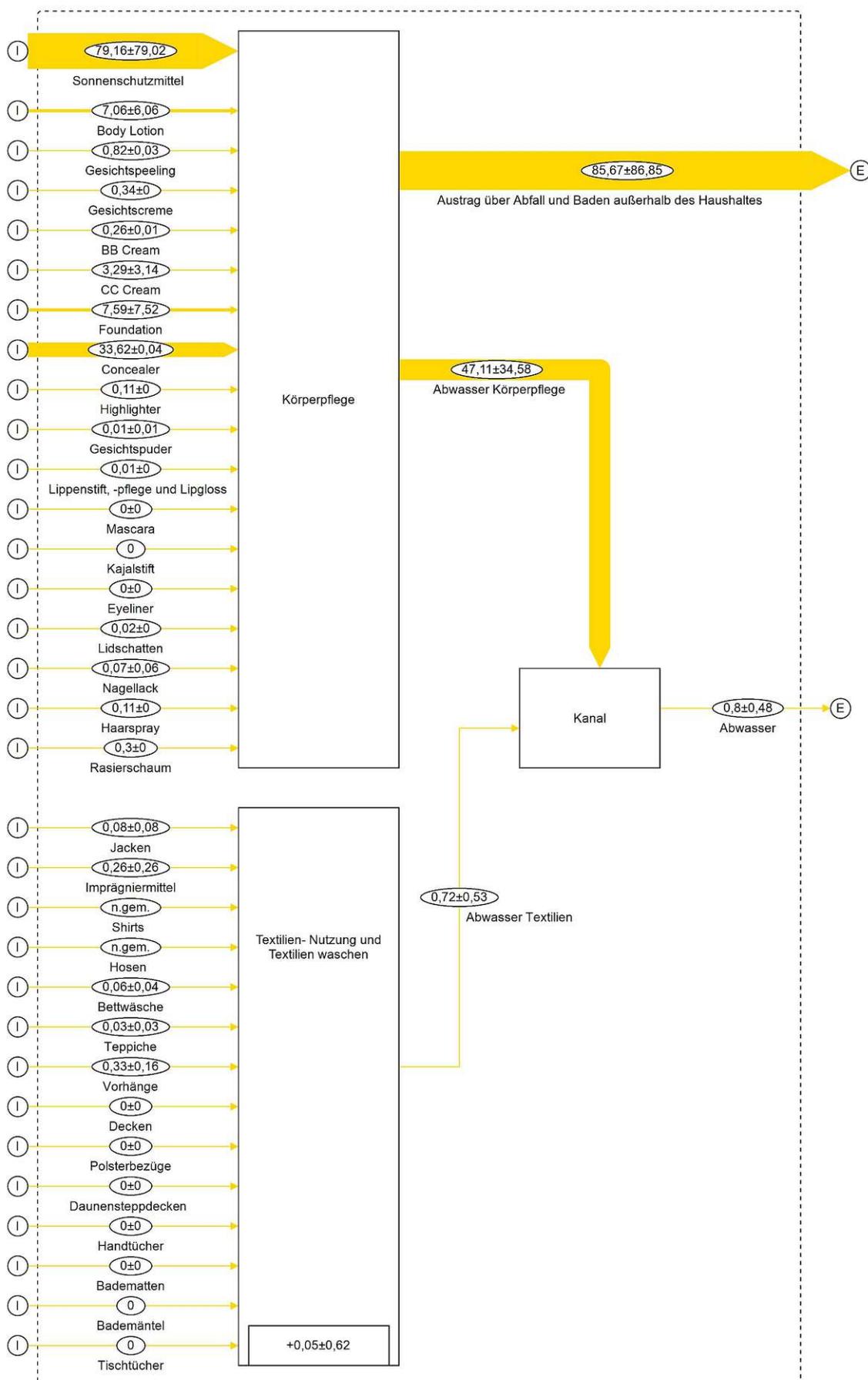


Abb. 3.4: Stoffflussanalyse Perfluorhexansäure (PFHxA)

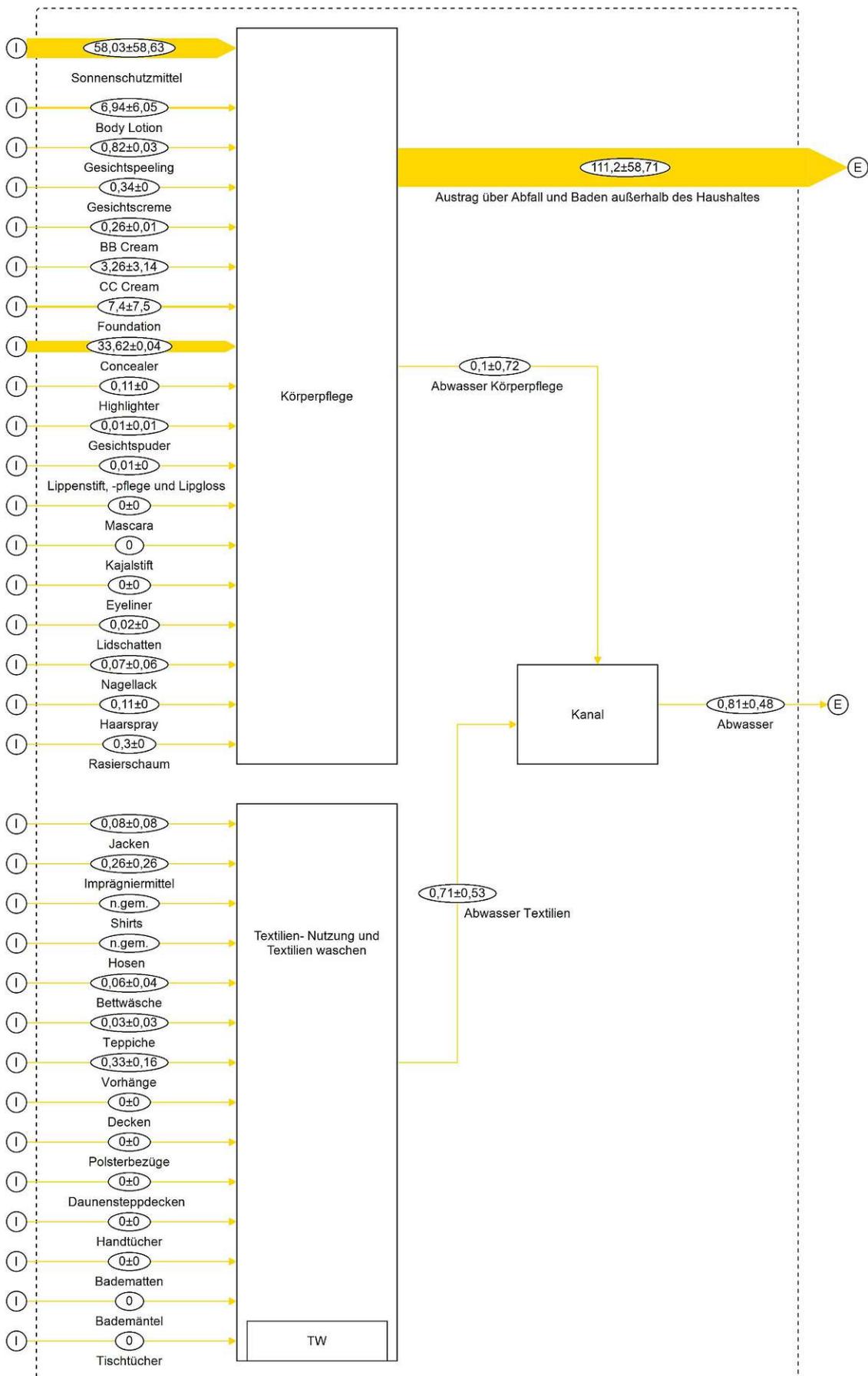


Abb. 3.5: Fehlerausgleichsrechnung der Perfluorhexansäure (PFHxA)

Auch bei der Perfluorhexansäure gehen einige Unsicherheiten in die Frachtenberechnung ein. Für die Ermittlung der Importfracht von Sonnenschutzmittel wurden von sieben Messwerten fünf genutzt, jeweils einer davon lag unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze. Insbesondere in der Dichte-Berechnung liegen Unsicherheiten, da die Gewichtsangaben der Produkte teilweise Artikelgewichte und teilweise Nettogewichte sind. Stellenweise ist nicht eindeutig, welche der beiden Gewichtsarten in der Produktbeschreibung angegeben ist. Auch ist die Vorgehensweise, das Fassungsvermögen einer leeren Flasche durch dessen Gewicht von der anhand der Produkte ermittelten durchschnittlichen Dichte abzuziehen, keine sehr genaue Variante um die tatsächliche durchschnittliche Dichte zu berechnen. Zusätzlich wurden bis auf eine Kontrollprobe nur Proben analysiert, die laut Inhaltsangabe der Produkte Polyfluoralkylphosphatester oder andere fluorierte Verbindungen enthalten.

Auch für das Gut „Concealer“ wurden nur als PFAS-haltig deklarierte Produkte, in diesem Fall zwei Proben, analysiert. Außerdem wurden die Importmengen lediglich mittels Verwendungshäufigkeiten nach Tab. 2.1, die einige Annahmen beinhalten, und weiteren Annahmen abgeschätzt. So wurde die Aufteilung zwischen flüssigem und pulverförmigem Concealer (70:30) frei gewählt, da dazu keine Daten vorlagen. Eine Aufteilung von 50:50 zu einem Importfluss von  $24,41 \pm 0,03 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  und somit einer Reduktion von ca. 27%. Zusätzlich wurde das Volumen pro Anwendung lediglich anhand der halben Anwendungsmenge von Foundation abgeschätzt.

In gleicher Weise wurde die Aufteilung zwischen flüssiger und pulverförmiger Foundation ( $\frac{2}{3}$  zu  $\frac{1}{3}$ ) vorgenommen, ohne auf Daten zurückgreifen zu können. Eine Aufteilung von 50:50 würde den Importfluss um ca. 24% reduzieren ( $5,79 \pm 5,73 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ ). Daneben wurde die Anwendungsmenge der flüssigen Foundation mit der unexakten Angabe „erbsengroß“ beschrieben [284]. Die Produktbeschreibungen von flüssiger Foundation geben nur Artikelgewichte an, weshalb, wie auch bei Sonnenschutzmittel, das Fassungsvermögen einer leeren Flasche durch dessen Gewicht von der anhand der Produkte ermittelten durchschnittlichen Dichte abgezogen wird. Diese Annäherung an die tatsächliche Dichte ist relativ ungenau. Im Gegenzug wurden, im Vergleich zu den anderen Gütern, zahlreiche Proben (32) genutzt. Allerdings befanden sich 13 Messwerte unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze und 29 Proben waren als PFAS-haltig oder fluorhaltig deklariert.

Für BB und CC Cream lag nur eine gemeinsame Statistik zur Verwendungshäufigkeit vor. Daher wurde eine Aufteilung von 50:50 angenommen. Da keine genaueren Zahlen zur Verfügung standen, ist nicht klar wie sehr diese Annahme mit der Realität übereinstimmt und bedingt eine gewisse Unsicherheit in den Ergebnissen der Importflüsse „BB Cream“ und „CC Cream“. Überdies wurde die, für die Berechnung der Verbrauchsmengen herangezogene, Befragung unter der weiblichen Bevölkerung Deutschlands ab 16 Jahren durchgeführt, aber die weibliche Bevölkerung ab 15 Jahren für die Berechnung verwendet. Die Anwendungsmengen basieren auf den Anwendungsempfehlungen für flüssige Foundation und beinhalten auch einige Unsicherheiten, wie oben beschrieben. Zusätzlich wurden insgesamt nur vier Proben, mit der Deklaration PFAS-haltig, analysiert. Einer der Messwerte war außerdem geringer als die Bestimmungsgrenze.

Ebenso wie bei „Concealer“ und „CC Cream“ wurde auch für den Importfluss „Body Lotion“ die Verwendungshäufigkeit nach Tab. 2.1 und somit einige Annahmen sowie ausschließlich Proben, die als PFAS-haltig deklariert waren, herangezogen. Zwei von sechs Messwerten lagen dabei unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Für alle Güter bestehen Unsicherheiten zufolge der Transferkoeffizienten, nachdem diese mit stark vereinfachenden Annahmen ermittelt wurden. Insbesondere die Koeffizienten für den Prozess „Körperpflege“ beruhen nicht auf Literaturangaben und mussten relativ grob abgeschätzt werden. Überdies beeinflussen die Vielzahl an Proben, die als PFAS- oder fluorhaltig deklariert waren, die Stoffflussanalyse stark. Jedoch sind nicht alle Produkte der entsprechenden Güter tatsächlich PFAS-haltig, weshalb der PFAS-Eintrag dadurch überschätzt wird.

Im Bezug auf den Eintrag der Perfluorhexansäure ist auch Vorläufersubstanz 6:2 FTOH zu betrachten [257]. Für diese Verbindung lagen relevante Konzentrationsmesswerte für folgende Güter vor: Jacken, Imprägniermittel, Teppiche, Vorhänge, Decken, Polsterbezüge, Handtücher, Badematten, Bademäntel, Tischtücher, Foundation, Lippenstift, -pflege und Lipgloss sowie Mascara. Für fast alle Textilien wurde 6:2 FTOH analysiert, während kaum Kosmetika bezüglich dieser Substanz untersucht wurden. Der Eintrag von PFHxA über 6:2 FTOH in Textilien scheint jedoch eher gering zu sein, da eine Biotransformation in einer Waschmaschine nicht stattfinden sollte [272].

### 3.4 Perfluorheptansäure (PFHpA)

Der Eintrag der Perfluorheptansäure wird vor allem durch Kosmetika, insbesondere Sonnenschutzmittel, Concealer, Foundation und Body Lotion bestimmt, siehe Abb. 3.6. Die Importe aus Sonnenschutzmittel und Concealer machen mit insgesamt  $26,39 \pm 11,4 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  mehr als 80% aller Importe aus. Im Vergleich dazu beträgt der maximale Import des Prozesses „Textilien-Nutzung und Textilien waschen“ nur  $0,41 \pm 0,2 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Des Weiteren wurden in den genutzten Studien keine Analyse von PFHpA in den Produkten „Imprägniermittel“, „Shirts“ sowie „Hosen“ durchgeführt.

Erneut weichen die emissionsseitigen Frachten stark von denen im Kanal ab. Der Gesamtinput des Prozesses „Kanal“ beträgt  $11,12 \pm 5,43 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  und ist weit größer als der Prozessoutput mit  $0,59 \pm 0,35 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Der Inputfluss aus dem Prozess „Textilien-Nutzung und Textilien waschen“ besitzt die gleiche Größenordnung wie die ermittelte Fracht im Kanal, jedoch ist der Eintrag aus dem Prozess „Körperpflege“ rund 25 mal höher. Abermals wurde eine Fehlerausgleichsrechnung durchgeführt, bei der der Fluss „Abwasser Körperpflege“ auf  $0,22 \pm 0,41 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  verringert wurde, was zu einem minimalen Fluss von  $-0,19 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  führt. Auch die Importe des Prozesses „Körperpflege“ und dessen Transferkoeffizienten wurden verändert, wie Abb. 3.7 zeigt. Beispielsweise reduziert sich der Import von „Sonnenschutzmittel“ auf  $6,81 \pm 8,51 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ , was wieder einen negativen Minimalfluss bedeutet. Deshalb wurden die nicht gemessenen Importflüsse Null gesetzt und die Fehlerausgleichsrechnung wiederholt. Das Ergebnis änderte sich dadurch allerdings nicht.

Sowohl die Perfluorheptansäure als auch die Perfluorhexansäure werden durch die Importflüsse „Sonnenschutzmittel“, „Body Lotion“, „Foundation“ und „Concealer“ bestimmt. Daher beeinflussen auch die gleichen Unsicherheiten, wie in Kap.3.3 beschrieben, die Stoffflussanalyse von PFHpA. Insbesondere die zum Teil geringen Probenanzahl, die Tatsache, dass viele untersuchte Kosmetika-Proben als PFAS- oder fluorhaltig deklariert waren und die für Tab. 2.1 angesetzten Annahmen bezüglich der Verwendungshäufigkeiten sei hier erwähnt. Des Weiteren haben die Aufteilungen bei Concealer und Foundation zwischen flüssigen und pulverförmigen Produkten einen nicht vernachlässigbaren Einfluss. Hinzu kommen die ungenauen Transferkoeffizienten, die nur teilweise auf Literaturangaben stützen. Speziell die Koeffizienten des Prozesses „Körperpflege“ beinhalten große Unsicherheiten, weil keine Messwerte oder Annahmen in der Literatur gefunden wurden und sie daher nur sehr grob abgeschätzt werden konnten. Beispielsweise gehen möglicherweise mehr als zwei Drittel der Sonnenschutzmittel vor dem Duschen oder Baden verloren und werden so nicht über das häusliche Abwasser emittiert.

Die Vorläufersubstanz 6:2 FTOH spielt, ebenso wie für PFHxA, für PFHpA eine Rolle [257]. Kap. 3.3 zählt die Güter auf für die relevante Konzentrationsmesswerte in den verwendeten Studien gefunden wurden. Die gemessene 6:2 FTOH-Konzentrationen der Kosmetika führen zu einem Import von  $4,91 \pm 14,02 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Inwieweit diese Verbindung zu PFHpA im Abwasser transformiert wird ist nicht klar, jedoch dürfte die Biotransformation beispielsweise in einer Waschmaschine nicht stattfinden [272].

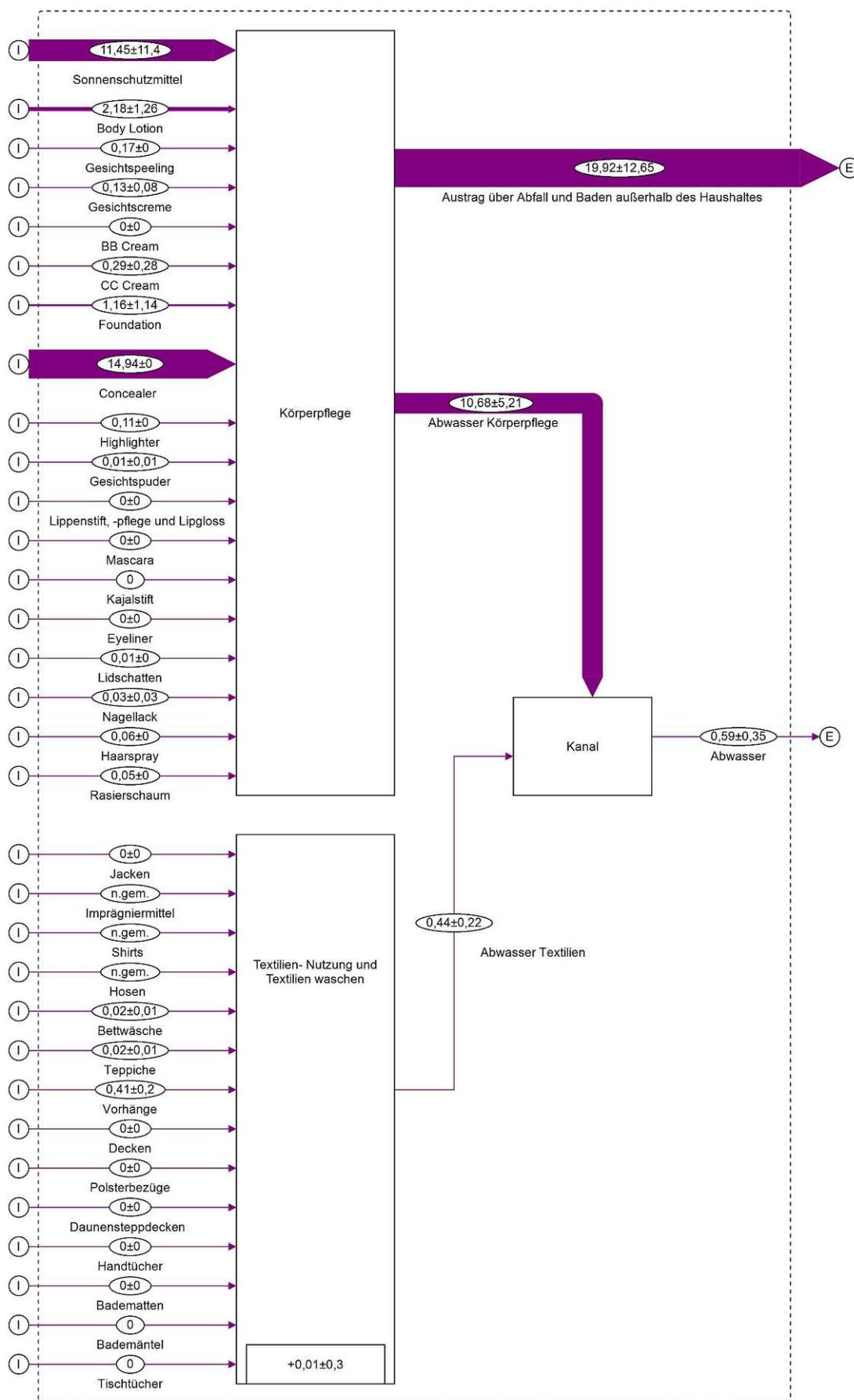


Abb. 3.6: Stoffflussanalyse Perfluorheptansäure (PFHpA)

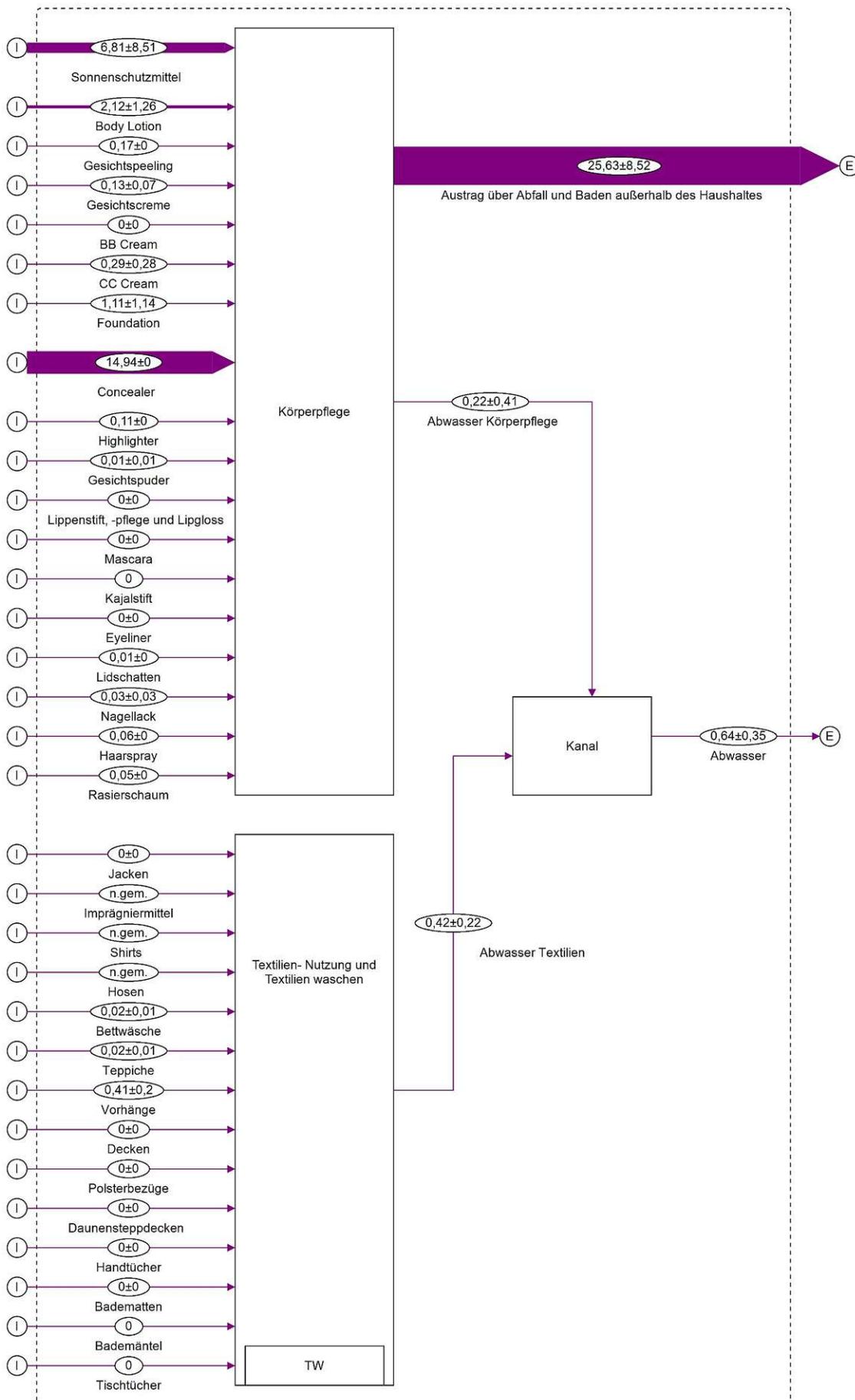


Abb. 3.7: Fehlerausgleichsrechnung der Perfluorheptansäure (PFHpA)

### 3.5 Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)

Ebenso wie die Perfluoroctansulfonsäure wird auch die Perfluorhexansulfonsäure durch Einträge des Prozesses „Textilien-Nutzung und Textilien waschen“ bestimmt. Jedoch wurden insgesamt 14 Güter nicht untersucht. Des Weiteren lagen für 11 Importflüsse nur Messwerte unter den Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenzen vor, die Null gesetzt wurden. Die einzigen Importflüsse über Null waren „Lippenstift, -pflege und Lipgloss“, „Mascara“, „Teppiche“ sowie „Vorhänge“ und führen zu einem Gesamtsystemeintrag von  $1,76 \pm 1,41 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Allerdings sind die Einträge aus Textilien mindestens eine Zehnerpotenz größer als die aus dem Prozess „Körperpflege“.

Beim Vergleich des Gesamtinputs des Prozesses „Kanal“ ( $1,06 \pm 0,87 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ ) mit dessen Output ( $0,60 \pm 0,36 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ ) zeigt sich eine deutliche Überschneidung. Daher überrascht es nicht, dass die Fehlerausgleichsrechnung in Abb. 3.9 die Stoffflüsse verhältnismäßig gering verändert. Lediglich der Outputfluss des Prozesses „Textilien-Nutzung und Textilien waschen“ wurde von  $1,05 \pm 0,86 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  auf  $0,66 \pm 0,33 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  verringert und der Exportfluss „Abwasser“ auf  $0,67 \pm 0,33 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  erhöht.

Zu beachten ist, dass keine Messwerte für die Güter „Shirts“ und „Hosen“ vorlagen und dies für PFOS ein wichtiger Eintragungspfad war. Möglicherweise sind diese Güter auch für andere Perfluoralkansulfonsäuren wie PFHxS relevant. Außerdem lagen für die zwei größten Importflüsse „Teppiche“ und „Vorhänge“ nur relativ alte Messwerte aus 2006 bis 2010 bzw. 2005 bis 2008 vor. Nur einer der vier Teppich-Proben und eine der drei Vorhang-Proben war vor der Analyse ungenutzt. Eine weitere Unsicherheit liegt darin, dass zur Frachtermittlung von Teppichen und Vorhängen jeweils der durchschnittlichen Preis und das durchschnittliche Gewicht mittels 40 Produkten berechnet wurden. Auch wenn 40 Produkte eine relativ große Anzahl darstellten, sind sie nicht notwendigerweise repräsentativ. Einerseits wurden nur die Produkte eines Anbieters betrachtet, andererseits sind keine Zahlen zur Verkaufshäufigkeit der einzelnen Produkte vorhanden.

Wie bereits in Kap.3.2 beschrieben, wurde der Großteil der Transferkoeffizienten des Prozesses „Textilien-Nutzung und Textilien waschen“ aufgrund einer Annahme in einer verwendeten Studie [464] auf 1 gesetzt. Lediglich der Koeffizient für Teppiche ist mit 0,5 geringer, da einige Teppiche gar nicht gewaschen werden können, weil sie z.B. zu groß für eine Waschmaschine sind. Der tatsächliche Anteil der nicht gewaschenen Teppiche ist unbekannt, was eine weitere Unsicherheit darstellt.

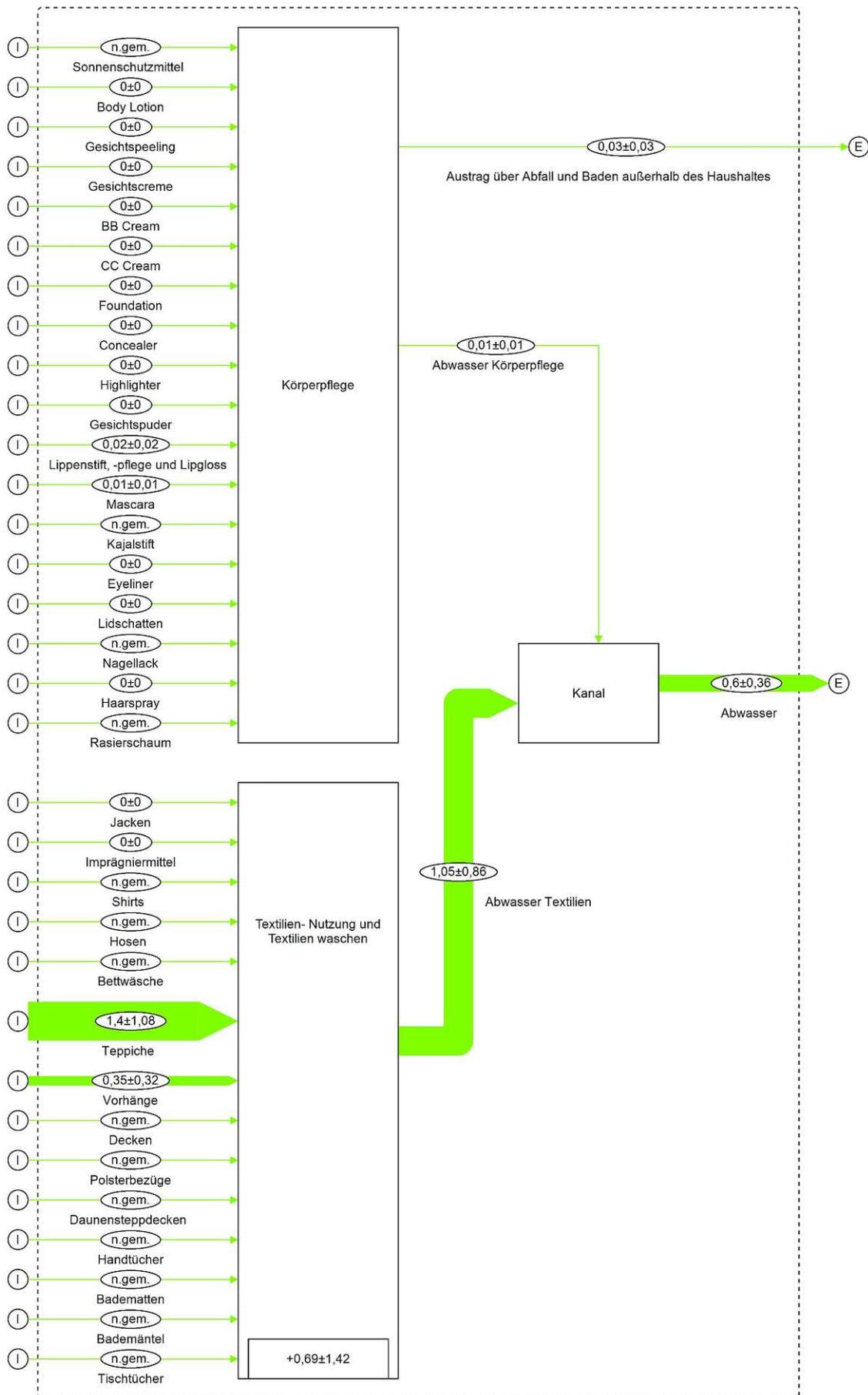


Abb. 3.8: Stoffflussanalyse Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)

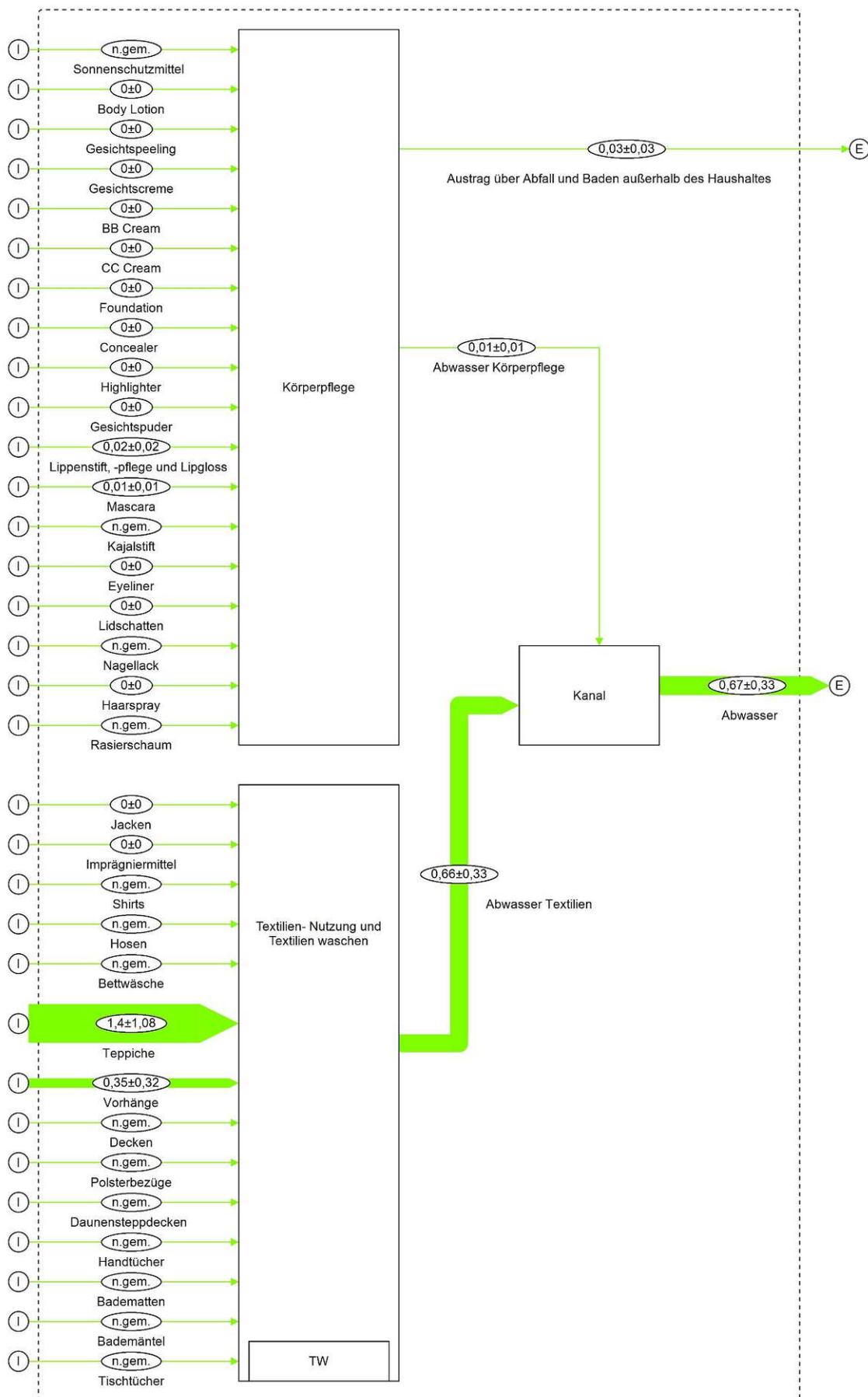


Abb. 3.9: Fehlerausgleichsrechnung der Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)

### 3.6 Perfluoronansäure (PFNA)

Ähnlich wie für PFHxA und PFHpA sind auch für PFNA die Güter „Sonnenschutzmittel“, „Body Lotion“ sowie „Concealer“ von großer Bedeutung. Sie stellen für die Perfluoronansäure die Haupteintragspfade dar und führen zu einem Import in das System von  $24,4 \pm 9,81 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Der Prozess „Textilien-Nutzung und Textilien waschen“ führt im Verhältnis dazu zu kaum einen Eintrag, siehe Abb. 3.10. Für drei Güter waren keine Messwerte vorhanden.

Insgesamt beträgt der Input des Prozesses „Kanal“  $9,04 \pm 3,87 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ , während der Output einen Wert von  $0,33 \pm 0,20 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  besitzt. Demnach gibt es keine Überschneidung von Input und Output. Bei der Verwendung der Minimal- und Maximalwerte aus Tab. 2.12 erhält man eine Output-Fracht von  $3,92 \pm 3,73 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  und folglich eine Überschneidung der Input- und Outputflüsse. Aus der im Anschluss durchgeführten Fehlerausgleichsrechnung resultiert ein negativer Importfluss für Mascara. Aus diesem Grund wurden, erneut alle nicht gemessenen Importflüsse Null gesetzt und nochmals eine Fehlerausgleichsrechnung durchgeführt. Diese führt zu einer Verringerung der Flüsse „Sonnenschutzmittel“, „Body Lotion“ und „Abwasser Körperpflege“, einer Erhöhung der Flüsse „Abwasser“ sowie „Austrag über Abfall und Baden außerhalb des Haushaltes“ und demnach zu einer Veränderung der Transferkoeffizienten des Prozesses „Körperpflege“.

Die Importflüsse der Perfluoronansäure sind, wie auch die der anderen betrachteten PFAS, mit Unsicherheiten behaftet. Wie bereits weiter oben geschildert wurden nur zwei Concealer-Proben mit einer PFAS Deklaration untersucht. Tatsächlich beinhalten jedoch nicht alle Concealer-Produkte PFAS. Hinzu kommt, dass die verwendeten Nutzungshäufigkeiten nach Tab. 2.1 einige Annahmen und Vereinfachungen enthalten. Das Verhältnis zwischen flüssigen und pulverförmigen Produkten beeinflusst den Importfluss ebenso. Wählt man statt einem Verhältnis von 70:30 eines von 50:50 erhält man einen Import von  $10,41 \pm 0,03 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Weiters wurde die Anwendungsmenge des flüssigen Concealers lediglich mit der Hälfte der Anwendungsmenge von Foundation abgeschätzt.

Die Verwendungshäufigkeit nach Tab. 2.1, genauso wie die damit verbundenen Annahmen und Vereinfachungen, gehen auch in die Ermittlung des Importes von Body Lotion ein. Hierfür wurden sechs Messwerte von Proben mit einer PFAS-Deklaration berücksichtigt, wobei zwei davon die Bestimmungsgrenze unterschreiten.

In gleicher Weise wie für die Perfluorhexansäure ist auch für die Perfluoronansäure Sonnenschutzmittel ein wichtiger Eintragspfad. Die entsprechende Fracht wurde anhand von fünf Proben, die laut Inhaltsangabe Polyfluoralkylphosphatester oder andere fluorierte Verbindungen aufweisen, ermittelt. Jeweils einer dieser Messwerte lag unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze. Ebenfalls beeinflusst die Dichte-Berechnung mittels Abzug des Fassungsvermögens einer leeren Flasche durch dessen Gewicht das Ergebnis.

Erneut führen die Transferkoeffizienten, speziell die des Prozesses „Körperpflege“, die ohne Literaturangaben abgeschätzt werden mussten, zu einer gewissen Ungenauigkeit der Outputflüsse. Des Weiteren werden die Importe überschätzt, wenn nur Proben mit einer Deklaration als PFAS- oder fluorhaltig berücksichtigt werden. Es besteht, ebenso wie bei PFOA, die Möglichkeit, dass die Vorläufersubstanz 8:2 FTOH einen Einfluss auf den Eintrag von PFNA hat, da sie ein Metabolit der Verbindung 8:2 FTOH ist [272]. Die in dieser Arbeit genutzten Studien wiesen diese Vorläufersubstanz vor allem in Jacken, Vorhängen, Foundation, Lippenstift, -pflege und Lipgloss sowie Mascara nach.

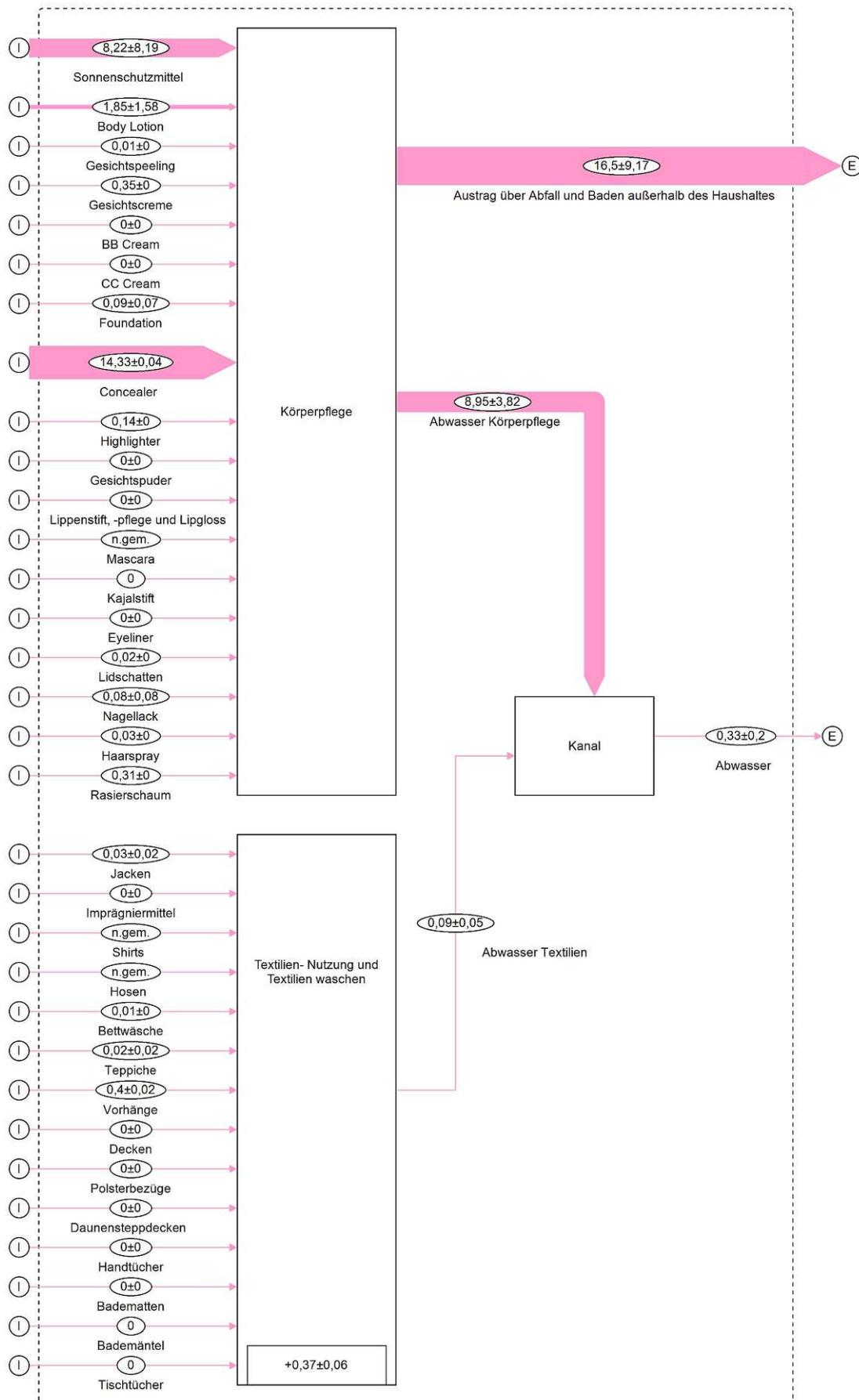


Abb. 3.10: Stoffflussanalyse Perfluornonansäure (PFNA)

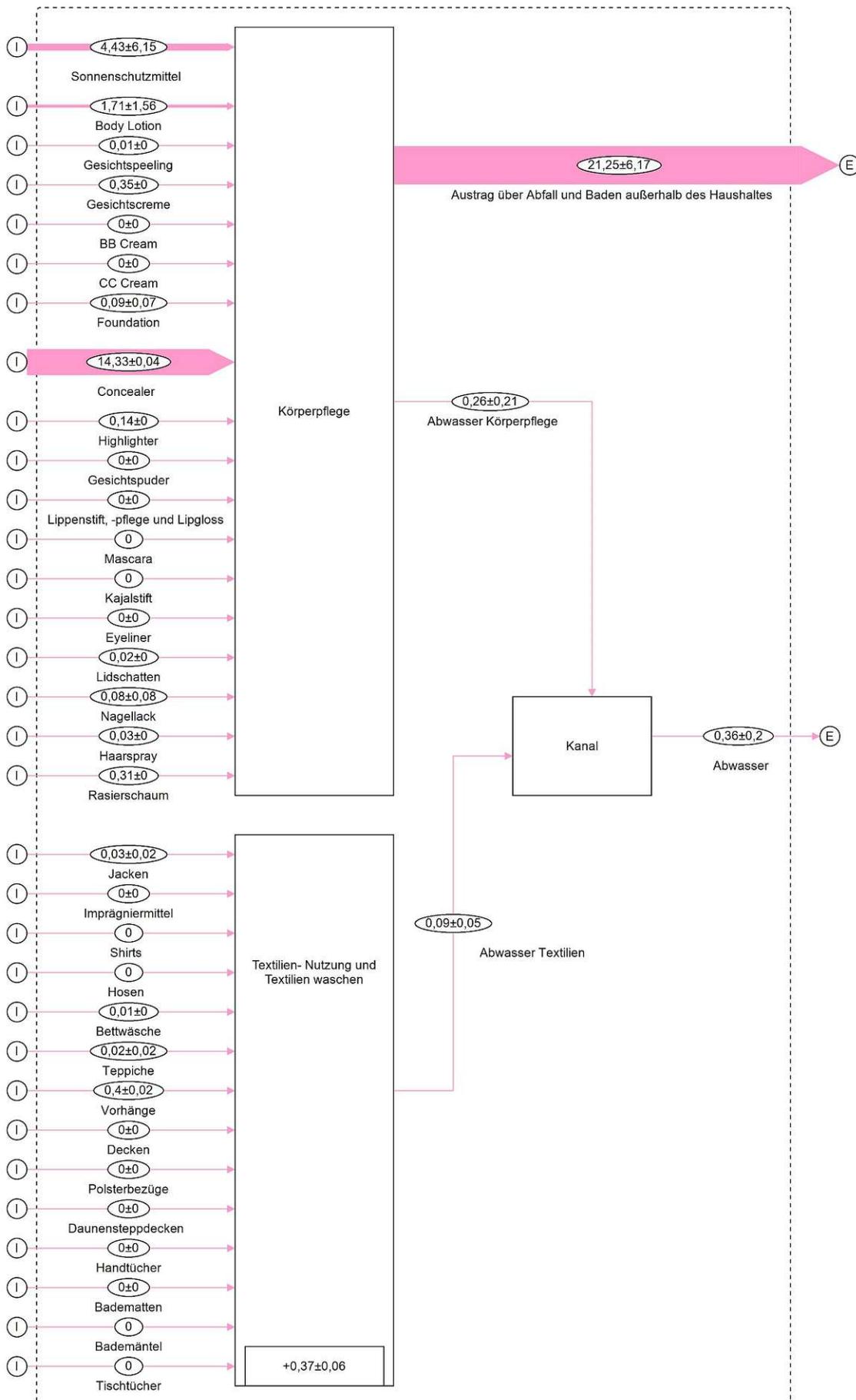


Abb. 3.11: Fehlerausgleichsrechnung der Perfluornonansäure (PFNA)

### 3.7 H4-Perfluor-n-Octansulfonsäure (6:2 FTS)

Der Systemeintrag von 6:2 FTS wird durch die Güter „Body Lotion“, „Gesichtspeeling“, „Gesichtscreme“, „Concealer“ sowie „Haarspray“ bestimmt. Sie führen zu einem Eintrag von  $14,48 \pm 1,01 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Drei Importflüsse des Prozesses „Körperpflege“ betragen Null und für zwei Importflüsse lagen keine Konzentrationsmesswerte vor. Der Prozess „Textilien-Nutzung und Textilien waschen“ wurde gar nicht untersucht. Ebenso lagen keine Messwerte für den Systemexport vor. Aufgrund der hohen Anzahl an fehlenden Messwerten konnte weder eine Bilanz noch eine Fehlerausgleichsrechnung durchgeführt werden.

Weiter oben wurde bereits beschrieben mit welchen Unsicherheiten die Ergebnisse der Güter „Body Lotion“ und „Concealer“ behaftet sind. Dazu zählen die Annahmen bezüglich der Verwendungshäufigkeiten in Tab. 2.1 und die Aufteilung zwischen pulverförmigem und flüssigem Concealer. Bei einer Aufteilung von 50:50 reduziert sich für 6:2 FTS der Concealerimport auf  $3,34 \pm 0,03 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ . Zu beachten ist, dass von den sechs genutzten Konzentrationswerte für Body Lotion lediglich einer über der Bestimmungsgrenze lag.

Ähnliche Unsicherheiten liegen bei dem Gut „Gesichtscreme“ vor. Auch hier wurden die Verwendungshäufigkeiten nach Tab. 2.1 verwendet. Außerdem unterschritten vier von 11 Messwerte die Bestimmungsgrenze und für die Anwendungsmenge wurden die Annahmen von Foundation übernommen, wobei die Angabe „erbsengroß“ relativ ungenau ist und 1 ml angesetzt wurde.

Für das Gut „Gesichtspeeling“ waren nur zwei Konzentrationswerte unterhalb der Bestimmungsgrenze verfügbar. Des Weiteren wurde für die Ermittlung der Gesamtverbrauchsmengen der weiblichen Bevölkerung nur die Bevölkerung ab 18 Jahren berücksichtigt, nachdem die Befragung erst ab 18 Jahren durchgeführt wurde. Dies könnte zu einer Unterschätzung des Eintrags führen. Wie bei den meisten anderen Kosmetika wurden auch hier wieder die Verwendungshäufigkeiten nach Tab. 2.1 und somit die darin angeführten Annahmen angewandt.

In der gleichen Studie in der Concealer, Gesichtscreme, Gesichtspeeling und Body Lotion analysiert wurde, wurde auch zwei Proben Haarspray untersucht. Einer dieser Messwerte lag unterhalb der Bestimmungsgrenze. Erneut wurde die Nutzungshäufigkeit und die dazugehörigen Annahmen aus Tab. 2.1 für die Berechnung herangezogen. Mittels Forumseinträgen und 18 bzw. 25 Produkten wurde die Anwendungsmenge grob abgeschätzt.

Wie alle PFAS, die vom Prozess „Körperpflege“ dominiert werden, liegen auch bei 6:2 FTS große Unsicherheiten bezüglich der Transferkoeffizienten vor. Zusätzlich ist nicht klar wie viel des eingetragenen 6:2 FTS zu PFBA, PFPeA, PFHxA sowie PFHpA abgebaut wird.

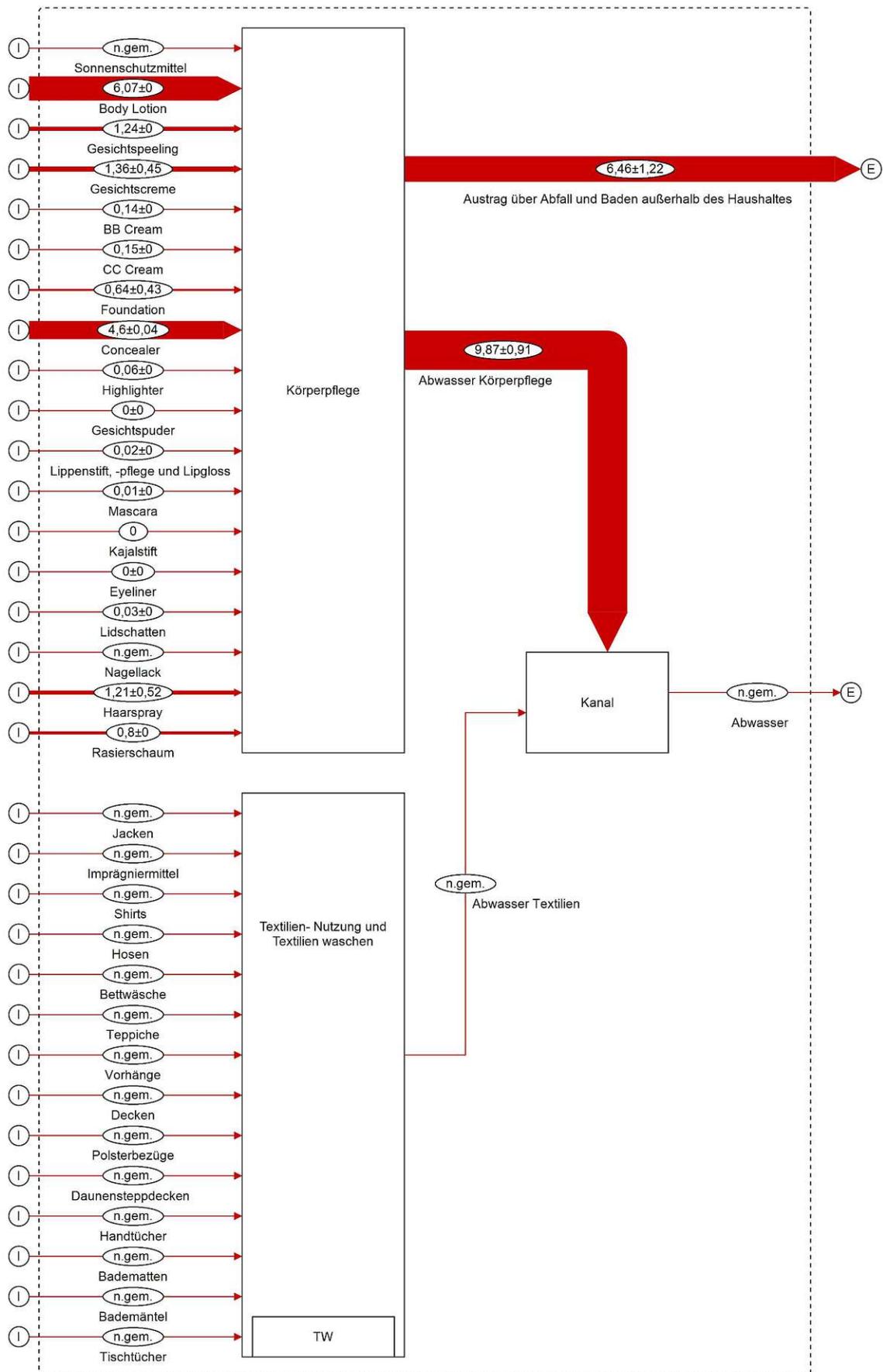


Abb. 3.12: Stoffflussanalyse H4-Perfluor-n-Octansulfonsäure (6:2 FTS)

## Kapitel 4

# Interpretation und Schlussfolgerungen

Vergleicht man die unterschiedlichen Quellen, sind vor allem die Importe „Sonnenschutzmittel“, „Body Lotion“, „Concealer“, „Teppiche“, „Vorhänge“, „Shirts“ und „Hosen“ wichtige Eintragspfade für per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen. Im Gegenzug waren besonders die Frachten der Güter „Kajalstift“, „Eyeliner“, „Decken“, „Polsterbezüge“, „Daunensteppdecken“, „Badematten“, „Bademäntel“, „Handtücher“ sowie „Tischtücher“ gering. Der maximale Import von „Handtücher“ betrug für Perfluorooctansäure  $0,22 \pm 0,22 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$  und der von „Tischtücher“  $0,02 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{E}\cdot\text{a}$ , während die anderen oben aufgelisteten Importflüsse immer bei Null bzw. unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen.

Die Perfluorooctansäure war die einzige Verbindung bei der sowohl Körperpflegeprodukte als auch Textilien bedeutende Quellen darstellen. Die Perfluorsulfonsäuren PFOS sowie PFHxS werden von Textil-Importen und alle weiteren Substanzen von Körperpflegeprodukten dominiert. Das Lager des Prozesses „Textilien-Nutzung und Textilien waschen“ gibt den Importanteil an, der nicht in das Abwasser emittiert wird, sondern im Haushalt verbleibt oder durch andere Pfade in die Umwelt gelangt. Allerdings wurde bei allen Textilien bis auf Teppiche ein Transferkoeffizient von 1 angesetzt, weshalb lediglich das Gut „Teppiche“ zur Lagerbildung führt.

Die teilweise große Differenz zwischen Input und Output des Kanals zeigt, dass eine emissionsseitige Abschätzung der PFAS-Frachten im Kanal mit der vorhandenen Datenlage derzeit noch nicht möglich ist. Lediglich bei den Stoffen PFOS und PFHxS gibt es überhaupt eine Überschneidung des Inputs und des Outputs. Ebenso war eine Fehlerausgleichsrechnung nur in fünf von sieben Fällen möglich. Zudem liegen viele Unsicherheiten in der Quantifizierung der Flüsse.

Die ermittelten Importflüsse sind ebenso wie die Outputflüsse der Prozesse „Körperpflege“ und „Textilien-Nutzung und Textilien waschen“ mit Unsicherheiten behaftet. Um diese Unsicherheiten zu reduzieren können verschiedene Maßnahmen gesetzt werden. So waren für 6:2 FTS keine Konzentrationswerte für Textilien und Abwasser vorhanden, was Messungen für diese Güter bedingt. Insbesondere sind bisher Textilien nicht ausreichend auf Perfluorsulfonsäuren untersucht worden. Überhaupt wurden die Güter „Shirts“ sowie „Hosen“ nur auf Perfluorooctansäure und Perfluorooctansulfonsäure untersucht, obwohl diese Güter täglich genutzt werden und in relativ großer Anzahl in den Haushalten vorhanden sind. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass weitere Bekleidungsarten eine Quelle von per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen sind.

Des Weiteren liegen für viele Güter nur ein bis vier Messwerte vor, was nicht ausreicht um das System realitätsnah zu beschreiben. Nachdem für einige Kosmetika nur Produkte mit PFAS Deklaration analysiert wurden und so der PFAS- Eintrag überschätzt wird, sollten nicht nur mehr, sondern vor allem Proben nach dem Zufallsprinzip untersucht werden. Dies betrifft auch wichtige Kosmetika-Importe wie Concealer.

Jedoch werden die Importfrachten nicht nur über Konzentrationswerte berechnet, ebenso wichtig sind die Güterimportflüsse. Hier werden genauere Ermittlungen für alle Güter benötigt. Für eine bessere Abschätzung der Fläche von Textilien werden detailliertere Verkaufsdaten, inklusive Informationen zu den Flächeninhalten, benötigt. Da Durchschnittswerte mittels beispielsweise 40

Produkten nicht zwangsläufig die Realität gut abbilden. So ist nicht klar wie hoch der Anteil der jeweiligen Größen an der Gesamtverkaufsmasse ist. Ebenso werden Sicherheitsdatenblätter der verschiedenen Kosmetika benötigt um die meist in Milliliter angegebenen Verbrauchsmengen auf Gramm umrechnen zu können. Sind keine Verkaufsmengen in (Milli-)Liter oder (Kilo-)Gramm vorhanden, würden Herstellerangaben zu den Anwendungsmengen bereits die Datenlage stark verbessern. Allerdings liegen auch einige Unsicherheiten in den verwendeten Verwendungsstatistiken, da hier einige Güter zusammengefasst werden.

Eine weitere Möglichkeit die Importmengen zu ermitteln wäre, eine Reihe von Beispielhaushalten zu nutzen und die Importe sowie Exporte eines Jahres zu messen. Diese Beispielhaushalte können auch für die Erhebung der Abwasserkonzentrationen herangezogen werden. So können mit Beprobungen von Duschen bzw. Badewannen und Waschbecken die Transferkoeffizienten des Prozesses „Körperpflege“ relativ genau berechnet werden. Dabei sind allerdings auch die Vorläufersubstanzen und deren Transformation zu berücksichtigen.

Für den Prozess „Textilen-Nutzung und Textilien waschen“ und dessen Transferkoeffizienten sind vor allem Waschexperimente eine wichtige Datenquelle, wobei hier besonderes auf die Transformation von Vorläufersubstanzen zu achten ist. Außerdem sind Langzeitexperimente erforderlich um zu ermitteln, wie lange es dauert alle PFAS-Verbindungen auszuwaschen. Diese Experimente sind idealerweise mit Waschmittel durchzuführen, da dies die alltägliche Situation besser widerspiegelt.

Zusätzlich benötigt man für eine genauere Bilanzierung Abwasserkonzentrationen von reinen Wohngebieten. In dieser Arbeit wurden Kläranlagenzulaufkonzentrationen genutzt, jedoch verfälschten Einträge aus Gewerbe und Industrie die Eintragswerte aus Haushalten. Insbesondere ist nicht klar wie hoch der Anteil von Haushalten am Gesamtabwasser in den betrachteten Studien ist. Daher kann nicht abgeschätzt werden, wie nahe die berechneten Systemexporte der Realität sind.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Datenlage bezüglich PFAS-Konzentrationen in Haushaltsgütern noch unzureichend ist. Vor allem zu den Beziehungen zwischen Input und Output der Prozesse, die sogenannten Transferkoeffizienten, liegen noch relativ wenige Informationen vor. Zu dem Prozess „Körperpflege“ weiß man noch besonders wenig, auch über den Einfluss der Vorläufersubstanzen auf die Stoffbilanz. Daher sind weitere Messungen erforderlich um die Einträge von per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen besser beschreiben zu können.

# Literatur

- [1] J. M. Ali, S. M. Roberts, D. S. Gordon und L. D. Stuchal. „Derivation of a chronic reference dose for perfluorohexane sulfonate (PFHxS) for reproductive toxicity in mice“. In: *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 108 (2019), S. 104452. ISSN: 0273-2300. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2019.104452>.
- [2] Alibaba.com. *100ml leere Sonnenschutz flasche Kosmetik verpackung*. URL: <https://german.alibaba.com/product-detail/100ml-empty-sunscreen-bottle-cosmetic-packaging-60782486767.html> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [3] Amazon. *2er Set Polar Fleecedecke OekoTex 130x160 cm ca. 400g schwer mit Anti-Pilling und Kettelrand dunkelgrau grau*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B07FNNN747> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [4] Amazon. *4D Mascara Made of Silk Fibre Black Lash Sensational Volume-enhancing and Thickening Waterproof Mascara Clump-free Long-Lasting Soft Mascara Brush Suitable for Sensitive Eyes*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Sensational-enhancing-Thickening-Waterproof-Long-Lasting/dp/B09C6CRQMP/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [5] Amazon. *4D Silk Fibre Eyelashes Mascara Long Extension Waterproof Heavy Full Figure Membrane Force Eyelashes to Cream Extra Long Eyelashes Thick Smudge-Resistant Eyelashes*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B09J2P2RP4/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [6] Amazon. *4D Silk Fibre Mascara Smudge-proof and Waterproof Mascara Black Thickening Extension Mascara No Clumping Fuller Eyelashes Durable All Day Long (1 Tube 4D Mascara)*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B08NFV6YMM/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [7] Amazon. *4D Waterproof Mascara Black Silk Fiber Mascara with Mini Thick Mascara Brush Anti-Fouling Mascara for False Eyelashes*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B09F366XXM/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [8] Amazon. *AESTHETICO suncare sensitive fluid SPF 50+ - Sonnencreme für das Gesicht mit sehr hohem UV-Schutz für alle Hautbilder zieht schnell ein ohne Rückstände parfümfrei 100 ml*. URL: <https://www.amazon.de/AESTHETICO-suncare-sensitive-fluid-photosensibilisierte/dp/B07NJ5YNQ8/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [9] Amazon. *Algamaris Sonnencreme für Gesicht LSF 30 bio-zertifiziert*. URL: <https://www.amazon.de/Algamaris-Sonnencreme-f%C3%BCr-Gesicht-bio-zertifiziert/dp/B00IKZRIOS/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [10] Amazon. *ALLISANDRO Flauschige Hundedecke [100x80cm Anthrazit] Katzen Decke mit super softe weiche zweiseitige Material Haustier-Decke, perfekt für Hundebett Sofa und Couch*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B07PTPGBT4/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [11] Amazon. *ALLISANDRO Flauschige Hundedecke [160x100cm Anthrazit] Katzen Decke mit super softe weiche zweiseitige Material Haustier-Decke, perfekt für Hundebett Sofa und Couch*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B07PQBLZCR/> (Zugriff am 04. 11. 2021).

- [12] Amazon. *Allisandro® Super Softe Warme und Weiche Decke für Haustier Hundedecke Katzendecke Fleece-Decke/Tier Schlafdeck Überwurf für Hundebett Sofa und Couch-Gr. 100X80cm , Grey*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B073P25VW4/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [13] Amazon. *Alphanova Kinder-Sonnenspray SPF 50 Bio 125 ml*. URL: <https://www.amazon.de/ALPHANOVA-SUN-KIDS-Spray-125g/dp/B00JZ02A50/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [14] Amazon. *Amazon Basics - Fleecedecke, 150 x 200 cm, Grau/Cremefarben*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B073QXLCKJ> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [15] Amazon. *Ambre Solaire Reise-Sonnenmilch LSF 30, 50ml*. URL: <https://www.amazon.de/Ambre-Solaire-Reise-Sonnenmilch-LSF-50ml/dp/B0728C9MZZ/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [16] Amazon. *ANTHELIOS Körper Sonnencreme 1er Pack (1x 250 ml)*. URL: <https://www.amazon.de/Roche-Posay-Anthelios-Milch-LSF/dp/B06XFPZF4Q/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [17] Amazon. *ARTDECO Kajal Liner - Classic Wooden Eyeliner for Exact and Fine Lines - 1 x 1 g*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B001TDQMZY/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [18] Amazon. *Artdeco perfect complexion foundation liquid make-up*. URL: <https://www.amazon.de/ARTDECO-Foundation-Perfect-Teint-Gentle/dp/B07NXSSQV5/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [19] Amazon. *Artdeco Rich Treatment Foundation Liquid Cream Makeup*. URL: <https://www.amazon.de/Artdeco-Treatment-Foundation-Delicious-cinnamon/dp/B003HL3IKS/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [20] Amazon. *ARTDECO Volume Supreme Mascara - Smudge Resistant Mascara with Flexible Rubber Brush - For Length and Volume - 1 x 15 ml*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/ARTDECO-Supreme-Mascara-Resistant-Flexible/dp/B00SIV10HQ/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [21] Amazon. *Avène Solar Spray SPF 30 200 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Avene-Solar-Spray-SPF-200/dp/B00ESFBF8E/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [22] Amazon. *Avène Sonnenmilch 100 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Avene-Sonnenmilch-100-Preis-17-95/dp/B00015DSVS/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [23] Amazon. *Avène Sonnenmilch SPF 50+ mineralisch*. URL: <https://www.amazon.de/Av%C3%A8ne-Mineralische-Sonnenmilch-SPF-Lotion/dp/B00E65XVLK/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [24] Amazon. *Avène Sonnenspray Kids 200 ml Preis/100 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Av%C3%A8ne-Besondere-Kinder-Spray-200/dp/B00015DZ9I/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [25] Amazon. *BABOR Make Up Hydra Liquid Foundation Makeup for Dry Skin with Hyaluronic Acid Medium Strong Opaque Long-Lasting 1 x 30 ml*. URL: <https://www.amazon.de/BABOR-Foundation-trockene-Hyalurons%C3%A4ure-Langanhaltend/dp/B091DR8R28/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [26] Amazon. *Babysanft Sonnenmilch LSF 30 200ml*. URL: <https://www.amazon.de/HiPP-Babysanft-Sonnenmilch-1er-Pack/dp/B008VNMD62> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [27] Amazon. *BADGal Bang! 24 Hour Eye Pencil Purple 0 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/BADGal-Bang-Hour-Pencil-Purple/dp/B07T498NG6/> (Zugriff am 12. 11. 2021).

- [28] Amazon. *Banana Boat Advanced Protection Kids Sonnenspray LSF 50 220 ml 1er Pack(1 x 1 Stück)*. URL: <https://www.amazon.de/Banana-Bruma-Solar-Ni%C3%B1os-Spf50/dp/B071ZfVQYB/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [29] Amazon. *BANANA BOAT Dry Balance Sport Spray Lotion Sonnenspray LSF 50 220 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Hawaiian-tropic-hawaiian-protection-continuous/dp/B07BHYJWW4/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [30] Amazon. *Bed Head by Tigi Full Of It Volume Hair Spray for Firm, Flexible Hold 371 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Tigi-Finishing-Fixiert-Volumen-flexibler/dp/B01G145BIE> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [31] Amazon. *Bed Head by Tigi Full Of It Volume Hair Spray for Firm, Flexible Hold 371 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Tigi-Finishing-Fixiert-Volumen-flexibler/dp/B01G145BIE> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [32] Amazon. *Believa Tattoo Sonnencreme - Der ultimative Sonnenschutz für Dein Tattoo - Lichtschutzfaktor 50+ (UVB +50/UVA +95) - 100ml*. URL: <https://www.amazon.de/Believa-Tattoo-Sonnencreme-Lichtschutzfaktor-100ml/dp/B06Y49XN6Q/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [33] Amazon. *Bell HYPOAllergenic Precise Liquid Eyeliner 02 5 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Bell-HYPOAllergenic-Precise-Liquid-Eyeliner/dp/B075G4159S/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [34] Amazon. *Belle Azul - Sun Facial Cream - Sonnenschutz Gesichtscreme 80ml - SPF 50 - Anti Aging - Feuchtigkeitsspendend - Mit Vitamin E und C - Mattes Finish - Für alle Hauttypen - Vegan - Made in Spain*. URL: <https://www.amazon.de/Belle-Azul-Sonnenschutzcreme-Sonnenschutzfaktor-Feuchtigkeitsspendende/dp/B071VSBLJV/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [35] Amazon. *benecos - natural beauty Cosmondial Natural Kohl Blue 1.13 Grams*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/benecos-natural-beauty-Cosmondial-Natural/dp/B003RSHIBQ/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [36] Amazon. *Benefit Beyond They're Real Mascara Black 8.5g for Radiant Eyes*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Benefit-Beyond-Theyre-Mascara-Radiant/dp/B00FX09DD2/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [37] Amazon. *BENEFIT They're Real! Magnet Extreme Lengthening Mascara 9.0 g Powerful Lifting & Lengthening Mascara*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/BENEFIT-Theyre-Extreme-Extension-Mascara/dp/B08WYKQKZ3/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [38] Amazon. *biederlack® samt-weiche Wohn-Decke 'Dark Plum' I Kuschedecke aus Baumwolle und dralon® in 150x200 cm I bunt Karierte Sofa-Decke in violett und blau I Made in Germany I Öko-TEX Made in Green*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B08355QC4S> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [39] Amazon. *Bioderma Photoderm AKN Mat Sonnenfluid SPF 30 40 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Photoderm-AKN-Mat-SPF30-Mattierungsfluid/dp/B00CLIV89Q/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [40] Amazon. *BIODERMA Photoderm Max Aquafluido Spf 50 plus Sonnencreme, 1er Pack 40ml*. URL: <https://www.amazon.de/BIODERMA-Photoderm-Aquafluido-plus-Sonnencreme/dp/B00V5CQYQG/> (Zugriff am 07. 11. 2021).

- [41] Amazon. *Biosolis Bio Sonnencreme Spray LSF 50+ 100 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Biosolis-Sonnen%C3%B6l-Spray-SPF50-100ml/dp/B01EYNFCMY/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [42] Amazon. *Biosolis Bio Sonnenmilch + Aloe Vera LSF 30, 100 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Biosolis-Sonnenmilch-LSF-30-100ml/dp/B00J24T1H8/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [43] Amazon. *Biosolis Bio Sonnenmilch Sport Extrem LSF 50+, 75 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Biosolis-Sonnenmilch-Sport-SPF50-75ml/dp/B07RZPYFBZ/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [44] Amazon. *Biotherm Fluid Solaire Wet or Dry Skin SPF 30 200ml*. URL: <https://www.amazon.de/Biotherm-Fluid-Solaire-Skin-200ml/dp/B017RMGMXC/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [45] Amazon. *Blumtal Flauschige Kuscheldecke – hochwertige Wohndecke, super weiche Fleece-decke als Sofaüberwurf, Tagesdecke oder Wohnzimmerdecke, 130 x 150 cm, Grau*. URL: <https://www.amazon.de/Blumtal-Flauschige-Kuscheldecke-Sofa%C3%BCberwurf-Wohnzimmerdecke/dp/B08PVVVQTZ/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [46] Amazon. *Blumtal Flauschige Kuscheldecke – hochwertige Wohndecke, super weiche Fleece-decke als Sofaüberwurf, Tagesdecke oder Wohnzimmerdecke, 130 x 150 cm, Off-White - weiß*. URL: <https://www.amazon.de/Blumtal-Flauschige-Kuscheldecke-Sofa%C3%BCberwurf-Wohnzimmerdecke/dp/B08PVVKF7S/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [47] Amazon. *Blumtal Flauschige Kuscheldecke – hochwertige Wohndecke, super weiche Fleece-decke als Sofaüberwurf, Tagesdecke oder Wohnzimmerdecke, 150 x 200 cm, Grau*. URL: <https://www.amazon.de/Blumtal-Flauschige-Kuscheldecke-Sofa%C3%BCberwurf-Wohnzimmerdecke/dp/B08PVW4K4Q/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [48] Amazon. *Blumtal Flauschige Kuscheldecke – hochwertige Wohndecke, super weiche Fleece-decke als Sofaüberwurf, Tagesdecke oder Wohnzimmerdecke, 150 x 200 cm, Off-White - weiß*. URL: <https://www.amazon.de/Blumtal-Flauschige-Kuscheldecke-Sofa%C3%BCberwurf-Wohnzimmerdecke/dp/B08PVWZM76/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [49] Amazon. *Blumtal Flauschige Kuscheldecke – hochwertige Wohndecke, super weiche Fleece-decke als Sofaüberwurf, Tagesdecke oder Wohnzimmerdecke, 220 x 240 cm, Off-White - weiß*. URL: <https://www.amazon.de/Blumtal-Flauschige-Kuscheldecke-Sofa%C3%BCberwurf-Wohnzimmerdecke/dp/B08PVVSLYM/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [50] Amazon. *Blumtal Flauschige Kuscheldecke – hochwertige Wohndecke, super weiche Fleece-decke als Sofaüberwurf, Tagesdecke oder Wohnzimmerdecke, 270 x 230 cm, Grau*. URL: <https://www.amazon.de/Blumtal-Flauschige-Kuscheldecke-Sofa%C3%BCberwurf-Wohnzimmerdecke/dp/B08PVW2LT5/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [51] Amazon. *Blumtal Flauschige Kuscheldecke – hochwertige Wohndecke, super weiche Fleece-decke als Sofaüberwurf, Tagesdecke oder Wohnzimmerdecke, 270 x 230 cm, Off-White - weiß*. URL: <https://www.amazon.de/Blumtal-Flauschige-Kuscheldecke-Sofa%C3%BCberwurf-Wohnzimmerdecke/dp/B08PVXX27N/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [52] Amazon. *Borussia Dortmund BVB 09 BVB-Fleecedecke (grau) GRAU*. URL: <https://www.amazon.de/Borussia-Dortmund-Fleecedecke-Polyester-Schwarz/dp/B0746R5XNZ/> (Zugriff am 05. 11. 2021).

- [53] Amazon. *CAROMIO Sherpa Decke Hochwertige Kuscheldecke Hellgrau 127x152cm, Fleece-Decke Wende-Decke aus hochwertige Mikrofaser für Sofadecke Sofaüberwurf Flauschige Decke*. URL: <https://www.amazon.de/CAROMIO-Hochwertige-Kuscheldecke-Fleece-Decke-Sofa%3%BCberwurf/dp/B0987BQK8R/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [54] Amazon. *Catrice Kohl Kajal No. 040 White Defining Long-Lasting Matte Nano Particles-Free No Perfume Alcohol-Free (1.1 g)*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/040-White-Long-Lasting-Particles-Free-Alcohol-Free/dp/B0050UU8Z8/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [55] Amazon. *Chanel le Crayon Kajal 61 Women's Black 1.5 g Pack of 1*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Chanel-Crayon-Kajal-Womens-Black/dp/B001VD6Z2C/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [56] Amazon. *Charlotte Tilbury Magic Foundation No.5 Medium / Moyen*. URL: <https://www.amazon.de/Charlotte-Tilbury-Magic-Foundation-Medium/dp/B016369Z96/> (Zugriff am 09. 11. 2021).
- [57] Amazon. *Chi Thermal Styling Helmet Head Extra Firm Hair Spray Helmet Head Extra Firm Hair Spray 284g*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B00F9PST0Y/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [58] Amazon. *China Glaze Unplugged Nail Polish 14ml*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/China-Glaze-Unplugged-Nail-Polish/dp/B001Q1WAUK/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [59] Amazon. *Clinique Beyond Perfecting Foundation and Concealer 07 Cream 30 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Clinique-Beyond-Perfecting-Foundation-Concealer/dp/B00T60LHBM/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [60] Amazon. *Clinique Eyeliner 1.2 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/0020714236922-Clinique-Eyeliner-1-2-g/dp/B000ALDM2C/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [61] Amazon. *CLINIQUE Eyeliner Pack of 1 x 100 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/20714754082-CLINIQUE-Eyeliner-Pack-100/dp/B013M9604A/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [62] Amazon. *Clinique Gesichtcreme - Face Mineral liquid SPF 50 1er Pack (1 x 498 Stück)*. URL: <https://www.amazon.de/Clinique-Gesichtcreme-Mineral-liquid-St%3%BCck/dp/B01F5BBNOU/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [63] Amazon. *Clinique Mask Pack of 1 (1 x 8 g)*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/0020714192334-Clinique-Mask-Pack/dp/B001VD3YV2/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [64] Amazon. *Clinique MATITE Occhi E Pretty Easy Liquid Eyelining Pen Eyeliner 02 Brown*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Clinique-MATITE-Eyelining-Eyeliner-02-Brown/dp/B013M95YYW/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [65] Amazon. *Crrkty Glow In The Dark Decke Kinder, Kuscheldecke Flauschig Kinderdecken Plüschdecke, Kleine Sterne und Mond Flanell Fleece-Decke Grau, All Seasons Kuscheldecke für Mädchen Jungen(152x120cm)*. URL: <https://www.amazon.de/Crrkty-Kuscheldecke-Kinderdecken-Pl%3%BCschdecke-Fleece-Decke/dp/B08SWC2TNN/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [66] Amazon. *Da'Dude Da'Hairspray, Haarspray Männer, Haarspray Matt für Starker Halt 400ml*. URL: <https://www.amazon.de/DaDude-Haarspray-Haarpflege-Produkte-Geschenkbbox/dp/B00U6MROMO> (Zugriff am 15. 11. 2021).

- [67] Amazon. *Derma Enzinger Heliocare Mineral Tolerance Fluid Mineralischer Sonnenschutz SPF 50 ohne Duftstoffe ohne Chemische Filter für atopische und sensible Haut geeignet 50 ml*. URL: <https://www.amazon.de/HELIOCARE-360%C2%BA-Mineral-Tolerance-Fluid/dp/B075NJZJ7X/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [68] Amazon. *Diego Dalla Palma Eye Pencil Waterproof 40*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Diego-Dalla-Palma-Pencil-Waterproof/dp/B00819POX0/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [69] Amazon. *Double Wear Stay-In-Place Make Up SPF10 30 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Est%C3%A9-Lauder-Fl%C3%BCssige-Foundation-Double/dp/B000WIDDL2/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [70] Amazon. *Dr. Rimpler Sonnencreme LSF 30 I für Gesicht und Hals I Leichte Sonnenmilch mit pflegendem Vitamin B und E hautverträglich 75ml*. URL: <https://www.amazon.de/Rimpler-Face-Sonnenschutzcreme-Gesicht-0-075/dp/B009QYIVYI/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [71] Amazon. *eco cosmetics Baby Sonnencreme LSF50+ wasserfest vegan ohne Mikroplastik, Naturkosmetik für Gesicht und Körper 1 x 50ml*. URL: <https://www.amazon.de/eco-cosmetics-Baby-Kids-Sonnencreme/dp/B004REMECW/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [72] Amazon. *eco cosmetics eco Sonnenlotion LSF 30+ für sensible Haut, wasserfest, vegan, ohne Mikroplastik, Naturkosmetik für Gesicht und Körper, 1 x 100 ml*. URL: <https://www.amazon.de/eco-cosmetics-Sonnenlotion-LSF-100/dp/B00IXKVDDB/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [73] Amazon. *Erborian BB Cr me au Ginseng Clair 45 ml*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Erborian-BB-Cr-Ginseng-Clair/dp/B006M7JYJ8/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [74] Amazon. *Essie Nail Polish for Colour-Intense Fingernails*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Essie-Nail-Polish-Colour-Intense-Fingernails/dp/B009AQWGXE/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [75] Amazon. *Estee Lauder Liquid Eyeliner Little Black Liner 9g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Estee-Lauder-Liquid-Eyeliner-Little/dp/B015RIV0BI/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [76] Amazon. *Eubiona Bio Sonnencreme LSF 30 (1 x 50 ml)*. URL: <https://www.amazon.de/Sonnencreme-Sheabutter-Granatapfel-besonders-wasserfest/dp/B007VCVRTS/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [77] Amazon. *Eucerin - Sun protection sun fluid matifiant visage spf 50 + 50 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Eucerin-protection-fluid-matifiant-visage/dp/B0026Y44Q0/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [78] Amazon. *Eucerin Sensitive Protect Sun Spray Transparent LSF 50 200 ml Lösung*. URL: <https://www.amazon.de/Eucerin-Sun-Spray-Transparent-LSF/dp/B0026XRFY8/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [79] Amazon. *Eucerin Sun fluid anti-age SPF 50 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Eucerin-Fluid-Gesicht-Anti-Age-Fluide/dp/B01C3W6HZY/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [80] Amazon. *Eye Care Mascara Long Lash Eyelash Extension 6g Deep Black Copper 6 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Mascara-Eyelash-Extension-Black-Copper/dp/B004L970A0/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [81] Amazon. *Eyecko Fat liquid eyeliner 0.1 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Eyeko-Fat-liquid-eyeliner-0-1/dp/B0163JJZRU/> (Zugriff am 12. 11. 2021).

- [82] Amazon. *Eyeko Skinny Liquid Eyeliner Black*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Eyeko-Skinny-Liquid-Eyeliner-Black/dp/B007UZ3V4A/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [83] Amazon. *Fibertec Textile Guard Pro Spray-On Imprägnierspray 500 ml*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B06XQ1JRCG/> (Zugriff am 14. 12. 2021).
- [84] Amazon. *Fortnite Lama Kuschedecke 160x200 cm · Coral Fleece-Decke Fortnite Figuren Lama Fanartikel für Kinder und Teenager · Tagesdecke · Überwurf*. URL: <https://www.amazon.de/Fortnite-Kuschedecke-Fleece-Decke-Fanartikel-Tagesdecke/dp/B09HH5HV2Y/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [85] Amazon. *Fotoprotector ISDIN Wet Skin Transparent Spray 50 | unsichtbarer und leichter Lichtschutz | 250 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Fotoprotector-Transparent-unsichtbarer-leichter-Lichtschutz/dp/B0849B3HP7/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [86] Amazon. *Frezyderm Sunscreen Fluid to Powder Vitamin D-Like SPF 50+ 50ml*. URL: <https://www.amazon.de/Frezyderm-Sunscreen-Powder-Vitamin-D-Like/dp/B07QGWBFF5/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [87] Amazon. *Garnier transparentes Sonnenschutzspray mit LSF 30 Für zuverlässigen Sonnenschutz und gleichmäßige Bräune Ambre Solaire 200 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Garnier-Solaire-Protect-transparentes-Sonnenschutz-Spray/dp/B0871CN69C/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [88] Amazon. *GDDREAM Flauschige Kuschedecke – hochwertige Wohndecke super weiche Fleecedecke Sofadecke Tagesdecke oder Wohnzimmerdecke*. URL: <https://www.amazon.de/GDDREAM-Flauschige-Kuschedecke-hochwertige-Wohnzimmerdecke/dp/B092DGD9FY/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [89] Amazon. *GDDREAM Flauschige Kuschedecke – hochwertige Wohndecke super weiche Fleecedecke Sofadecke Tagesdecke oder Wohnzimmerdecke*. URL: <https://www.amazon.de/GDDREAM-Flauschige-Kuschedecke-hochwertige-Wohnzimmerdecke/dp/B092DHKMQQ/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [90] Amazon. *GDDREAM Flauschige Kuschedecke – hochwertige Wohndecke super weiche Fleecedecke Sofadecke Tagesdecke oder Wohnzimmerdecke*. URL: <https://www.amazon.de/GDDREAM-Flauschige-Kuschedecke-hochwertige-Wohnzimmerdecke/dp/B092J6QCZ6/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [91] Amazon. *HAWAIIAN TROPIC Kxf6rper Sonnencreme 180 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Banana-Loci%C3%B3n-Solar-Spf50-180ml/dp/B0725WYC86/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [92] Amazon. *Hawaiian Tropic Sensitive Skin Sonnencreme Gesicht SPF 50 60ml 1er Pack(1 x 1 Stück)*. URL: <https://www.amazon.de/Hawaiian-Tropic-Sensitive-Spf50-Lotion/dp/B073S9RFDZ/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [93] Amazon. *Hawaiian Tropic Silk Hydration Air Soft Sun Spray Lotion Sonnenspray SSF 30 1 St 177 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Hawaiian-Tropic-Hydration-Airsoft-Sonnencreme/dp/B071RWFQDX/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [94] Amazon. *HAWAIIAN Tropic Tropic Protective Sun Lotion (SPF 30) 100 ml*. URL: <https://www.amazon.de/HAWAIIAN-Tropic-Protective-Sun-Lotion/dp/B08XQ9SRQ9/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [95] Amazon. *Heliocare 360 Pigment Solution Fluid Spf50 50ml Marke: Heliocare*. URL: <https://www.amazon.de/Heliocare-Pigment-Solution-Fluid-Spf50/dp/B089DCX619/> (Zugriff am 08. 11. 2021).

- [96] Amazon. *HOURLASS Caution Extreme Lash Mascara (0.33 oz 9.4 g)*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/HOURLASS-Caution-Extreme-Lash-Mascara/dp/B07FQTKNP7/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [97] Amazon. *Impala Eyeliner Powder for Smokey Eye 50g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Impala-Eyeliner-Powder-Smokey-Eye/dp/B016TN3R2Y/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [98] Amazon. *IN'OYA Sonnenmilch LSF 50 UVB & UVA – Sun'oya – hoher Sonnenschutz für Gesicht und Körper, 50 ml*. URL: <https://www.amazon.de/INOYA-Sonnenmilch-LSF-UVB-UVA/dp/B01IP8QB9C/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [99] Amazon. *Inglot O2M Breathable Nail Polish Air and Water Permeable Keeps The Nail Long Lasting in Optimum Condition 11 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Breathable-Permeable-Lasting-Optimum-Condition/dp/B00FTOQ27C/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [100] Amazon. *ISDIN Fotoprotector Fusion Fluid SPF50+ 50ml*. URL: <https://www.amazon.de/ISDIN-FUSION-FL%3%9CSSIGKEIT-SPF50-50/dp/B00J5G2Q1Q/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [101] Amazon. *ISDIN Fusion Water LSF 50 | Sonnencreme für das Gesicht zur täglichen Anwendung/ Ultraleichte Textur 50 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Fotoprotector-Isdin-Fusion-Water-Spf/dp/B00Z72U6JQ/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [102] Amazon. *ISDIN Fusion Water LSF 50 | Sonnencreme für das Gesicht zur täglichen Anwendung/ Ultraleichte Textur 50 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Fotoprotector-Isdin-Fusion-Water-Spf/dp/B00Z72U6JQ/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [103] Amazon. *IT Cosmetics - CC+ Cream with SPF 50+*. URL: <https://www.sephora.com/product/your-skin-but-better-cc-cream-spf-50-P411885> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [104] Amazon. *Kanebo Sensai Flawless Satin Foundation 203 Neutral Beige 30 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Sensai-Flawless-Satin-Foundation-Neutral/dp/B075JLZK4K/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [105] Amazon. *kids&me® kuschelige Babydecke aus Bio-Baumwolle - Kuscheldecke Made in Germany - weiche Wolledecke für Babys ÖKO-TEX - graue Baumwolldecke für Babys mit Wolken für Jungen und Mädchen 70 x 100 cm*. URL: <https://www.amazon.de/kids-kuschelige-Babydecke-Bio-Baumwolle-Baumwolldecke/dp/B09JNWN92Z/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [106] Amazon. *Korff Milano Sonnenmilch Sun Secret 100 ml, Preis/100 ml: 17.95 EUR*. URL: <https://www.amazon.de/Korff-Milano-Sonnenmilch-Secret-Preis/dp/BOOKDHP1H0/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [107] Amazon. *Kuscheldecke - Flauschige Sommerdecke - Flanell Fleecedecke - Warm Gemütlich Sofadecke/Wohndecke/Couchdecke/Hundedecke - Blanket für Haustier/Kinder - 130 x 150cm - Grau Weiße Gitter*. URL: <https://www.amazon.de/Kuscheldecke-Flauschige-Sommerdecke-Fleecedecke-Couchdecke/dp/B09F6NGYJS/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [108] Amazon. *L'Oréal Paris Color Riche Le Vernis Nail Polish with Oil in Nude / Nourishing Colour Varnish in Summer Light Pink with Shine Effect / # 116 Café de Nuit / 1 x 13.5 ml*. URL: <https://www.amazon.de/LOr%C3%A9al-Paris-Pflegender-sommerlichem-Glanz-Effekt/dp/B01939A4UE/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [109] Amazon. *L'Oréal Paris Color Riche Le Vernis Nail Polish with Oil No. 671 Eclat du Jour 14 g*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B06ZYH4PG8?linkCode=ogi&th=1&tag=bs-wwwfreundin0e-21> (Zugriff am 15. 11. 2021).

- [110] Amazon. *L'Oréal Paris Make Up Liquid Foundation with Hyaluronic and Aloe Vera Perfect Match Makeup No. 2.R/2.C Rose Vanilla 30 ml*. URL: <https://www.amazon.de/LOr%C3%A9al-Paris-Perfect-Match-Vanilla/dp/B013P9MZ14/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [111] Amazon. *L'Oréal Paris Miss Baby Roll Black mascara for a stunning mega volume No. 00 Black 1 x 9.1 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/LOr%C3%A9al-Paris-Manga-Mascara-3-pack/dp/B06XFWXLK9/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [112] Amazon. *L'Oréal Paris Waterproof Matte Finish Eyeliner 12h Hold Super Liner Mat-Matic #01 Ultra Black 1 x 0.3g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/LOr%C3%A9al-Waterproof-Finish-Eyeliner-Mat-Matic/dp/B00FB044X0/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [113] Amazon. *LAB. BIARRITZ Gesichts-Sonnencreme 1er Pack(1 x 50 ml) 3760211480042*. URL: <https://www.amazon.de/Alga-Maris-Visage-Solaire-Gesichts-Sonnencreme/dp/B00IKZRIWA/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [114] Amazon. *LADIVAL Mattierendes Fluid LSF 50+, Parfümfreies Sonnenfluid für das Gesicht mit Anti Glanz Effekt ohne Farb- und Konservierungsstoffe 50 ml 167108 Lichtschutzfaktor 50+*. URL: <https://www.amazon.de/Mattierendes-Parf%C3%BCmfrees-Konservierungsstoffe-167108-Lichtschutzfaktor/dp/B087CZLRD7/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [115] Amazon. *Lancome Crayon Kajal 01 Black 1.8 g - Men's Pack of 1*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Lancome-Crayon-Kajal-Black-1-8/dp/B002RCZGC6/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [116] Amazon. *Lancome Hypnose Drama Unisex Mascara 6.5 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Lancome-Hypnose-Drama-Mascara-Unisex/dp/B002JTF01A/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [117] Amazon. *LANCOME LANCOME GRANDIASE Mask #01 Black Mirifique 10 g Unisex Pack of 1 x 10 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/LANCOME-GRANDIASE-Black-Mirifique-Unisex/dp/B00MOQKKSJ/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [118] Amazon. *Lancôme Teint Idole Ultra Wear Foundation 01-Beige Albatre - 30 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Lancome-Teint-Foundation-01-beige-Albatre/dp/B01N7Z8MIH/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [119] Amazon. *Lancôme Teint Miracle Bare Skin Foundation SPF15 03 Beige Diaphane 30 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Lanc%C3%B4me-Teint-Miracle-Foundation-Diaphane/dp/B00IKFIEMS/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [120] Amazon. *Lasting Drama Pen 1-piece Black*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Lasting-Drama-Pen-1-piece-Black/dp/B00HFMMF00/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [121] Amazon. *LATTCURE 12 Colours Eyeliner Set Eyeliner Pen Waterproof Eyeliner Pen Colourful Eyeliner Eye Cosmetic Makeup as well as Eyebrow Pencil Lip Liner Pencil Long Lasting*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/LATTCURE-Eyeliner-Waterproof-Colourful-Cosmetic/dp/B08RDTG3BC/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [122] Amazon. *lavera Sensitiv Sonnencreme Anti-Age LSF 30 • Sonnenschutz • Lichtschutzfaktor 30 • Naturkosmetik • vegan • zertifiziert • 50 ml*. URL: <https://www.amazon.de/lavera-Sonnenschutz-Lichtschutzfaktor-Naturkosmetik-zertifiziert/dp/B084V89V6S/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [123] Amazon. *Lavera Soft Eyeliner Pack of 1 (1 x 1 g)*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/105211-Lavera-Soft-Eyeliner-Pack/dp/B00JRWXSH4/> (Zugriff am 12. 11. 2021).

- [124] Amazon. *LOGONA Naturkosmetik Eyeliner Pencil No. 01 Deep Black Deep Black with Vegetable Carbon Eyeliner Pen Kajal Pen Natural Make-up with Anti-Ageing Effect Vegan 1.14 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Naturkosmetik-Eyeliner-Vegetable-Natural-Anti-Ageing/dp/B005IXPLMG/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [125] Amazon. *LOMAO Kuscheldecke Fleecedecke Flanell Decke Pompoms Einfarbig Wohndecken Couchdecke Flauschig Überwurf Mikrofaser Tagesdecke Sofadecke Blanket Für Bett Sofa Schlafzimmer Büro (Gelb, 130 \* 160 cm)*. URL: <https://www.amazon.de/LOMAO-Kuscheldecke-Fleecedecke-Wohndecken-Schlafzimmer/dp/B093RYK1HB/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [126] Amazon. *Lumaland TV Kuscheldecke mit Ärmeln aus weichem Coral Fleece mit Handytasche 150 x 180 + 35 cm Fußtasche beige*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B089VW7TSB/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [127] Amazon. *MAC Studio Waterweight Foundation NC30 30ml*. URL: <https://www.amazon.de/MAC-Studio-Waterweight-Foundation-milliliters/dp/B073VG9CWW/> (Zugriff am 09. 11. 2021).
- [128] Amazon. *Makki Ultra Slim Liquid Eyeliner Matte Finish*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Makki-Ultra-Liquid-Eyeliner-Finish/dp/B005QNP2HC/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [129] Amazon. *Malibu Wasserabweisende Sonnenmilch mit Vitamin angereichert, LSF 20, 400 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Malibu-Protective-Sun-Lotion-SPF20/dp/B00EIK7H6I/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [130] Amazon. *Malu Wilz Velvet Touch Foundation 01 Vanilla Ice Cream*. URL: <https://www.amazon.de/Malu-Wilz-Velvet-Foundation-Vanilla/dp/B0030RA05C/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [131] Amazon. *Manhattan Last and Shine Nail Polish*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Manhattan-Last-Shine-Nail-Polish/dp/B084CMLPMH/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [132] Amazon. *Mavala - Khol Kajal pen dark grey 1.5 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Mavala-Khol-Kajal-dark-grey/dp/B003CIWQJ0/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [133] Amazon. *Max Factor Factor Pencil Kohl 080 Cobalt Blue*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Max-Factor-Kohl-Kajal-Black/dp/B005LSZF0Q/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [134] Amazon. *Max Factor Masterpiece High Precision Liquid Eyeliner Velvet Black 01 - Liquid Eyeliner Black - Precise Application for the Perfect Cat Eye - 1 x 1g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Factor-Masterpiece-Precision-Liquid-Eyeliner/dp/B013QOGGRM/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [135] Amazon. *Max Factor Miracle Glow Universal Highlight 15 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Factor-Miracle-Glow-Universal-Highlight/dp/B07F84STC3/> (Zugriff am 13. 11. 2021).
- [136] Amazon. *Maybelline Master Drama Khôl Liner in Ultra Black*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Maybelline-Master-Drama-Liner-Ultra/dp/B0067VKJJI/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [137] Amazon. *Maybelline New York Expression Kajal Black 33 / smudge-proof and water-repellent eyeliner black (precise eyeliner easy application) dermatologically tested 1 x 1.14 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Maybelline-smudge-proof-water-repellent-application-dermatologically/dp/B0013BE94S/> (Zugriff am 12. 11. 2021).

- [138] Amazon. *Maybelline New York Eyeliner Master Ink Matte Black/Contour Pen Black Optimal Colour Dosage with Matte Finish 1 x 3 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Maybelline-Eyeliner-Master-Contour-Optimal/dp/B010UMODBE/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [139] Amazon. *Maybelline New York Fit Me Make-up 30 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Maybelline-New-York-Make-Up-Classic/dp/B007B8UAG8/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [140] Amazon. *Maybelline New York Snapscara Mascara 1 pack (1 x 10 g)*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Maybelline-York-Snapscara-Mascara-pack/dp/B07KRR3KG8/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [141] Amazon. *Maybelline New York Super Stay Under-Eye Concealer 22 g 25 Medium*. URL: <https://www.amazon.de/Maybelline-New-York-Under-Eye-Concealer/dp/B07VJSY9XZ?th=1> (Zugriff am 13. 11. 2021).
- [142] Amazon. *Maydear Waterproof mascara durable smudgeproof voluminous and charming dark green*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Waterproof-Voluminous-Charming-Multiple-Available/dp/B089QKLY5P/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [143] Amazon. *Mixibaby Kuscheldecke Flauschige extra weich & warm Wohndecke Flanell Fleecedecke, Falten beständig/Anti-verfärben als Sofadecke oder Bettüberwurf, Größe:150 cm x 200 cm, Farbe:Hellbraun*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B08355QC4S> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [144] Amazon. *myHomery Uni Kuscheldecke - Decke fürs Sofa - Wolldecke warm & kuschelig - Sofadecke XL Braun | 150x200 cm*. URL: <https://www.amazon.de/myHomery-Uni-Kuscheldecke-aus-Baumwolle/dp/B079YK2CPR/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [145] Amazon. *Naïf Natürliche Sonnencreme LSF50 - für Baby & Kind - 100ml*. URL: <https://www.amazon.de/NA%C3%8FF-Sonnenschutz-SPF50-wei%C3%9F-P046/dp/B086X2H7H2/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [146] Amazon. *NEONAIL Pink XPRESS UV Nail Polish 3-in-1 Simple One Step Colour Protein 7.2 ml Flowered 8129-7*. URL: <https://www.amazon.de/NEONAIL-XPRESS-Nagellack-PROTEIN-FLOWERED/dp/B08YZ14JRM> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [147] Amazon. *NEW LAYER Sonnencreme | LSF 30 | Pro Vitamin D | Wasserfest | Ohne Mikroplastik | Reef-friendly - schonend zu Natur und Haut | Ohne Octocrylene | Gesicht und Körper | Erwachsene und Kinder (200ml)*. URL: <https://www.amazon.de/Sonnencreme-Mikroplastik-Reef-friendly-Octocrylenen-Wasserfest/dp/B07P6S29TB/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [148] Amazon. *Nikwax TX Direct, 1l, wash in*. URL: <https://www.amazon.de/gp/product/B000LN3NA0/> (Zugriff am 16. 11. 2021).
- [149] Amazon. *NIVEA 4005808418244 Spf30 Sonnenmilch, 1er Pack (1 x 0.4 kg)*. URL: <https://www.amazon.de/NIVEA-4005808418244-Spf30-Sonnenmilch-Pack/dp/B00WHRCF7U?th=1> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [150] Amazon. *NIVEA 4005808433599 Spf30 Sonnenmilch, 1er Pack (1 x 0.2 kg)*. URL: <https://www.amazon.de/NIVEA-4005808433599-Spf30-Sonnenmilch-Pack/dp/B00EZIP3J4U/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [151] Amazon. *Nivea Schützen und Bronze Sun Spray LSF 30 200 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Nivea-Sch%C3%BCtzen-Bronze-Sun-Spray/dp/B086CSNJ3W/> (Zugriff am 07. 11. 2021).

- [152] Amazon. *Nivea Sonnenspray sofortiger Schutz Feuchtigkeit spendend 200 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Nivea-Sun-Feuchtigkeits-SonnenSpray-200ml/dp/B001EJOFKW/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [153] Amazon. *NIVEA SUN Sonnencreme fürs Gesicht, Mattierender Sonnenschutz, Lichtschutzfaktor 50, Tube, 50 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Sonnencreme-Gesicht-Mattierender-Sonnenschutz-Lichtschutzfaktor/dp/B079J71QZW/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [154] Amazon. *NIVEA SUN Sonnenmilch mit verbesserter Formel, Lichtschutzfaktor 20, 250 ml Flasche, Schutz & Pflege*. URL: <https://www.amazon.de/Nivea-Schutz-Sonnenmilch-verbesserter-Lichtschutzfaktor/dp/B01B66RYV4/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [155] Amazon. *NIVEA SUN Sonnenspray mit verbesserter Formel für Kinder Lichtschutzfaktor 50+ 300 ml Sprühflasche Kids Schutz & Pflege*. URL: <https://www.amazon.de/Sonnenspray-verbesserter-Formel-Lichtschutzfaktor-Spr%C3%BChflasche/dp/B01B66RZ50/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [156] Amazon. *NIVEA SUN Sonnenspray mit verbesserter Formel Lichtschutzfaktor 50+ 200 ml Sprühflasche Schutz & Pflege*. URL: <https://www.amazon.de/Nivea-Schutz-Pflege-Sonnenspray-Pack/dp/B001B00JXM/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [157] Amazon. *No7 Lift & Luminate Triple Action Serum Foundation 30ml - Cool Beige*. URL: <https://www.amazon.de/Luminate-Triple-Action-Serum-Foundation/dp/B08NPZ7N84/> (Zugriff am 09. 11. 2021).
- [158] Amazon. *Nobleza Hundedecke Weiche Fleecedecke Waschbare Deck für Haustier Hunde Katzen Welpen Weiche Warme Matte Grau 120 \* 100cm*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B08SCLDJ9V/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [159] Amazon. *P20 ® | Sonnencreme Kinder | Sehr hoch wasserabweisender Sonnenschutz für Kinder spf 50 zum zuverlässigen Schutz vor UVA- und UVB-Strahlen | Daylong Sonnencreme Creme Format | 100 ml*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B083M2RBFS> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [160] Amazon. *Pinewood Fleecedecke Comfy Green One size 9108-114*. URL: <https://www.amazon.de/Pinewood-Fleecedecke-Comfy-Green-9108-114/dp/B00GD8N330/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [161] Amazon. *Piz Buin Feuchtigkeitsspendende Sonnenmilch LSF15, 200 ml*. URL: <https://www.amazon.de/moisturizing-spf15-medium-protection-200ml/dp/B07NKGLKBT/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [162] Amazon. *Piz Buin In Sun Lotion SPF 10 Low, 200ml*. URL: <https://www.amazon.de/Piz-Buin-Sun-Lotion-200ml/dp/B0078FM9JA/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [163] Amazon. *Piz Buin Moisturising Sonnencreme mit LSF 30, schnell einziehender Sonnenschutz, nicht fettend, 200ml*. URL: <https://www.amazon.de/Piz-Buin-Moisturising-Sun-Lotion/dp/B07NKDK37Q/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [164] Amazon. *Piz Buin Tan & Protect Sonnenschutz Spray mit Bräunungsbeschleuniger LSF 30 wasserfest und schnell einziehend 150ml*. URL: <https://www.amazon.de/Piz-Buin-Intensiving-Br%C3%A4unungsbeschleuniger/dp/B07FGLTVWB/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [165] Amazon. *Playshoes Baby und Kinder Fleece-Decke, vielseitig nutzbare Kuscheldecke für Jungen und Mädchen, mit Bär-Stickung, Beige, 75 x 100 cm*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B007788LFE> (Zugriff am 04. 11. 2021).

- [166] Amazon. *Rendiele Flanell-Decken Super Weiche Flanell Fleece-Decken Flauschig-Warme Uni-Jacquard-Muster Decken für Bett Sofa Grau 150x200cm*. URL: <https://www.amazon.de/Rendiele-Flanell-Decken-Fleece-Decken-Flauschig-Warme-Uni-Jacquard-Muster/dp/B08FBS593Z/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [167] Amazon. *Revolution Hide and Correct Orange 4g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Revolution-Hide-Correct-Orange-4g/dp/B07FFH3XD5/> (Zugriff am 13. 11. 2021).
- [168] Amazon. *Rimmel Soft Kohl Kajal Professional Eyeliner Pen Grey 1.2 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Rimmel-Soft-Kajal-Professional-Eyeliner/dp/B004LXONEQ/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [169] Amazon. *RITUALS The Ritual of Karma Sonnenlotion LSF 30 200 ml*. URL: <https://www.amazon.de/RITUALS-Ritual-Karma-Sonnenlotion-LSF/dp/B08TCLBJ77/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [170] Amazon. *RoC - Soleil-Protect Anti-Wrinkle Smoothing Fluid SPF 50 - Gesichtscreme - Anti-Falten - Sonnenschutz - 50 ml*. URL: <https://www.amazon.de/RoC-Soleil-Protect-Anti-Wrinkle-Gesichtscreme-Sonnenschutz/dp/B08GGCFHWB/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [171] Amazon. *Sante Naturkosmetik Eyeliner Pencil 01 Intense Black Kajal Eyeliner in schwarz Kajalstift Farbtintensive cremige Textur Vegan 1,14g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Naturkosmetik-Eyeliner-Pencil-Intense-Texture/dp/B086TNLKRZ/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [172] Amazon. *Shiseido Kajal InkArtist Shadow Liner Brown 06 Birodo Green 1 x 0.8 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Shiseido-Kajal-InkArtist-Shadow-Birodo/dp/B07GZ2V12L/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [173] Amazon. *Shiseido Synchro Skin Lasting Liquid Foundation N3 I40 30 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Shiseido-F1%C3%BCssige-Foundation-Synchro-Lasting/dp/B01CI8HDII/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [174] Amazon. *Soft-Fleece-Decke - Polarfleece-Decke mit Häkelstich - flauschige Kuscheldecke - 110x150 cm - 940 medium grey mel. - von 'zoeppritz since 1828', 103291-940-110x150*. URL: <https://www.amazon.de/Soft-Fleece-Decke-Polarfleece-Decke-H%C3%A4kelstich-flauschige-Kuscheldecke/dp/B0056ARQVU/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [175] Amazon. *Sol Feliz - Dermatologische Sonnencreme - Lichtschutzfaktor 30 (100ml)*. URL: <https://www.amazon.de/Sol-Feliz-Dermatologische-Sonnencreme-Lichtschutzfaktor/dp/B074W6Q45Z/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [176] Amazon. *Sonnenmilch, für Baby, hoher Schutz, Bio, LSF 50+, alle Hauttypen, 50 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Alphanova-Vegan-Bebe-allergeen-50-50/dp/B07NF12VDV/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [177] Amazon. *søstre & brødre Kuscheldecke mit hochwertigem Einfaßband | Edele und kuschelig weiche TV-Decke | Sofadecke zertifiziert nach Öko-Tex 100 | Die Decke ist Made IN Europe | 150x200 cm Beige*. URL: <https://www.amazon.de/s%C3%B8stre-br%C3%B8dre-Kuscheldecke-hochwertigem-zertifiziert/dp/B08K3L61RM/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [178] Amazon. *søstre & brødre Kuscheldecke mit hochwertigem Einfaßband | Edele und kuschelig weiche TV-Decke | Sofadecke zertifiziert nach Öko-Tex 100 | Die Decke ist Made IN Europe | 220x240 cm Beige*. URL: <https://www.amazon.de/s%C3%B8stre-br%C3%B8dre-Kuscheldecke-hochwertigem-zertifiziert/dp/B08K3LK1LM/> (Zugriff am 04. 11. 2021).

- [179] Amazon. *SUNDANCE Sonnenmilch LSF 30, 500 ml*. URL: <https://www.amazon.de/SUNDANCE-Sonnenmilch-LSF-30-500/dp/B07D9629HG/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [180] Amazon. *Svr Sonnenmilch Gesicht, 250 ml*. URL: <https://www.amazon.de/SVR-Sun-Secure-Lait-SPF/dp/B07Q731ZKR> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [181] Amazon. *Svr Sonnenmilch Gesicht, 250 ml*. URL: <https://www.amazon.de/SVR-Sun-Secure-Lait-SPF/dp/B07Q731ZKR/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [182] Amazon. *Tinted All-in-One Day Cream - CC Cream SPF20 Makeup Foundation for Any Skin Tone - M Select CC Cream SPF20 40 ml*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Tinted-All-One-Day-Cream/dp/B08L6R4GQ6/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [183] Amazon. *Trixie 37185 Fleecedecke Barney, 150 × 100 cm, taupe*. URL: <https://www.amazon.de/dp/B00IF3ZVA8> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [184] Amazon. *VICHY CAPITAL Soleil Sonnenspray+Hyaluron LSF 50 200ml*. URL: <https://www.amazon.de/VICHY-CAPITAL-Soleil-Sonnenspray-Hyaluron/dp/B0855N7QYN/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [185] Amazon. *Vichy Idéal Soleil - Transparentes Sonnenspray LSF 50 - 200 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Vichy-Capital-Soleil-Sonnenspray-transparent/dp/B00J46X8PK/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [186] Amazon. *Vitabay SUN DROPS 40 ml • LSF 50+ Sonnenschutz Fluid • Face Sunscreen • UVA- und UVB-Schutz • Anti-Aging Effekt • Wasserfest • Schützt und pflegt • Made in Germany*. URL: <https://www.amazon.de/SUN-DROPS-Protection-Sonnenschutz-wasserfest/dp/B075Z1DLC6/> (Zugriff am 08. 11. 2021).
- [187] Amazon. *WAVVE Fleecedecke Schwarz XXL 220x240, Mikrofaser Decke groß 240x220, Winter Kuscheldecke, Sofaüberwurf/Wohndecke/Couchdecke/Sofadecke 4 Jahreszeit, Bett und Sofa, Weiche Flauschige und Wärme*. URL: <https://www.amazon.de/WAVVE-Mikrofaser-Fleecedecke-Kuscheldecke-Sofa%C3%BCberwurf/dp/B08DKNFJGL/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [188] Amazon. *WAVVE Mikrofaser Groß Fleecedecke Schwarz 270x230 cm, Weiche Flauschige und Wärme Kuscheldecke/Sofaüberwurf Decke/Wohndecke/Couchdecke, Hochwertig Sofadecke, 4 Jahreszeit Decke für Bett und Sofa*. URL: <https://www.amazon.de/WAVVE-Mikrofaser-Fleecedecke-Kuscheldecke-Sofa%C3%BCberwurf/dp/B08DK2YGP8/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [189] Amazon. *WAVVE Mikrofaser klein Fleecedecke Schwarz, Weiche Flauschige und Wärme Kuscheldecke/Sofaüberwurf Decke/Wohndecke/Couchdecke, Hochwertig Sofadecke, 4 Jahreszeit Decke für Bett und Sofa*. URL: <https://www.amazon.de/WAVVE-Mikrofaser-Fleecedecke-Kuscheldecke-Sofa%C3%BCberwurf/dp/B08DK9X42Y/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [190] Amazon. *WAVVE Mikrofaser XL Fleecedecke Schwarz 150x200 cm, Weiche Flauschige und Wärme Kuscheldecke/Sofaüberwurf Decke/Wohndecke/Couchdecke, Hochwertig Sofadecke, 4 Jahreszeit Decke für Bett und Sofa*. URL: <https://www.amazon.de/WAVVE-Mikrofaser-Fleecedecke-Kuscheldecke-Sofa%C3%BCberwurf/dp/B08DKC844Z/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [191] Amazon. *WELEDA Baby and Kids Edelweiss Sensitiv Sonnencreme LSF 50 wasserfester Naturkosmetik Sonnenschutz für sensible Haut von Kindern und Babys hoher Lichtschutzfaktor gegen UV Strahlung (1 x 50 ml)*. URL: <https://www.amazon.de/Weleda-Edelweiss-Sensitiv-Sonnencreme-LSF/dp/B07B4733QM/> (Zugriff am 07. 11. 2021).

- [192] Amazon. *Wet N Wild Liquid Eyeliner - Proline™ Felt Tip Eyeliner in Pen Shape for Precise Application Black Pack of 1 0.5 g*. URL: <https://www.amazon.de/-/en/Wet-Wild-Liquid-Eyeliner-Application/dp/B01D8BURXW/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [193] Amazon. *Yves Rocher SOLAIRE PEAU PARFAITE Verwöhn-Sonnenmilch LSF 50, pflegender Sonnenschutz für Gesicht & Körper, 1 x Flacon 150 ml*. URL: <https://www.amazon.de/Yves-Rocher-Verw%C3%B6hn-Sonnenmilch-langanhaltend-Feuchtigkeit/dp/B01EJHS6IW/> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [194] Amazon. *ZOLLNER Fleece Kuscheldecke, 130x170 cm, grau*. URL: <https://www.amazon.de/ZOLLNER-Fleece-Kuscheldecke-130x170-grau/dp/B07XY8W8R3/> (Zugriff am 04. 11. 2021).
- [195] Atundo. *alverde NATURKOSMETIK Kinder Sonnenbalsam LSF 30 (150ml Tube)*. URL: <https://www.atundo.com/shop/?a=25046&lang=eng> (Zugriff am 07. 11. 2021).
- [196] Augsburgener Allgemeine. *Wie lange reichen die Reisegrößen von Duschgel und Co. aus?* URL: <https://www.augsburger-allgemeine.de/geld-leben/Wie-lange-reichen-Reisegroessen-von-Duschgel-und-Co-aus-id51675856.html> (Zugriff am 10. 11. 2021).
- [197] Beauty Coiffure. *Nagellack Revlon Farbe 771 Klar*. URL: <https://www.beautycoiffure.com/lang-de/revlon-nagellack-farben/20769-farbe-771-klar.html> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [198] Beauty net Korea. *[EYENLIP] Lucent BB Cream 50ml 2 Color (SPF50+/PA+++)* (Weight : 88g). URL: <https://m.beautynetkorea.com/product/eyenlip-lucent-bb-cream-2-color-50ml-spf50pa-weight-88g/10510/category/30/display/1/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [199] Beauty Plaza. *Neuro Style Protect HeatCTRL Iron Hairspray*. URL: <https://www.beautyplaza.com/de-at/p/neuro-style-protect-heatctrl-iron-hairspray-108126/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [200] Beautyjunkies - Forum. *Verwendet ihr Hairspray?* URL: <https://www.beautyjunkies.de/forum/threads/42322-Verwendet-ihr-Hairspray> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [201] J. Bečanová, L. Melymuk, Š. Vojta, K. Komprdová und J. Klánová. „Screening for perfluoroalkyl acids in consumer products, building materials and wastes“. In: *Chemosphere* 164 (2016), S. 322–329. ISSN: 0045-6535. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.08.112>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004565351631147X>.
- [202] T. H. Begley, K. White, P. Honigfort, M. L. Twaroski, R. Neches und R. A. Walker. „Perfluorochemicals: Potential sources of and migration from food packaging“. In: *Food Additives & Contaminants* 22.10 (2005), S. 1023–1031. DOI: 10.1080/02652030500183474.
- [203] Bellaffair. *Schwarzkopf OSIS+ Session Extreme Hold Hairspray - 300 ml*. URL: [https://www.bellaffair.at/schwarzkopf-osis-session-extreme-hold-hairspray?variant=404&gclid=CjwKCAiAp8iMBhAqEiwAJb94z5XR4iekTuletCd-dtzgHq460Iwb3MYjrfpS71\\_nh8Sx9h\\_c0IPKHRoCyT0QAvD\\_BwE](https://www.bellaffair.at/schwarzkopf-osis-session-extreme-hold-hairspray?variant=404&gclid=CjwKCAiAp8iMBhAqEiwAJb94z5XR4iekTuletCd-dtzgHq460Iwb3MYjrfpS71_nh8Sx9h_c0IPKHRoCyT0QAvD_BwE) (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [204] Betten Eberharter. *TISCHWÄSCHE - Mit dem Auge isst man*. URL: <https://betteneberharter.at/cms/wp-content/uploads/2021/03/200916-BE-Hotelkatalog2020-Tischwaesche.pdf> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [205] BIWAK Outdoor-Shop GmbH. *Cocoon*. URL: <https://www.biwak.com/Ausruestung/Schlafen/Decken/Cocoon-Fleece-Decke-Masse-200x160cm-Gewicht-0-89kg-FB06-389.html> (Zugriff am 04. 11. 2021).

- [206] Body Shop. *Almond Milk Body Yogurt*. URL: <https://www.thebodyshop.com/de-at/koerper/body-yogurt/almond-milk-body-yogurt/p/p002804> (Zugriff am 10.11.2021).
- [207] Body Shop. *Aloe Vera milde Nachtcreme*. URL: <https://www.thebodyshop.com/de-at/gesicht/nachtpflege/aloe-vera-milde-nachtcreme/p/p000455> (Zugriff am 09.11.2021).
- [208] Body Shop. *Aloe vera milde Tagescreme*. URL: <https://www.thebodyshop.com/de-at/gesicht/feuchtigkeitsscremes/aloe-vera-milde-tagescreme/p/p000225> (Zugriff am 09.11.2021).
- [209] Body Shop. *Oils of Life™ Revitalisierende Nachtcreme*. URL: <https://www.thebodyshop.com/de-at/gesicht/nachtpflege/oils-of-life-revitalisierende-nachtcreme/p/p073001> (Zugriff am 09.11.2021).
- [210] Body Shop. *Seaweed Anti-Glanz Tagescreme*. URL: <https://www.thebodyshop.com/de-at/gesicht/feuchtigkeitsscremes/seaweed-anti-glanz-tagescreme/p/p000181> (Zugriff am 09.11.2021).
- [211] Body Shop. *Vitamin C Feuchtigkeitsscreme*. URL: <https://www.thebodyshop.com/de-at/gesicht/feuchtigkeitsscremes/vitamin-c-feuchtigkeitsscreme/p/p000479> (Zugriff am 09.11.2021).
- [212] Body Shop. *Vitamin E Feuchtigkeitsscreme*. URL: <https://www.thebodyshop.com/de-at/gesicht/feuchtigkeitsscremes/vitamin-e-feuchtigkeitsscreme/p/p003585> (Zugriff am 09.11.2021).
- [213] Body Shop. *Vitamin E feuchtigkeitsspendende Gel-Creme*. URL: <https://www.thebodyshop.com/de-at/gesicht/feuchtigkeitsscremes/vitamin-e-feuchtigkeitsspendende-gel-creme/p/p003589> (Zugriff am 09.11.2021).
- [214] Body Shop. *Vitamin E Intensive Feuchtigkeitsscreme*. URL: <https://www.thebodyshop.com/de-at/gesicht/feuchtigkeitsscremes/vitamin-e-intensive-feuchtigkeitsscreme/p/p000207> (Zugriff am 09.11.2021).
- [215] Body Shop. *Vitamin E Nachtcreme*. URL: <https://www.thebodyshop.com/de-at/gesicht/nachtpflege/vitamin-e-nachtcreme/p/p003587> (Zugriff am 09.11.2021).
- [216] E. L. Bradley, W. A. Read und L. Castle. „Investigation into the migration potential of coating materials from cookware products“. In: *Food Additives & Contaminants* 24.3 (2007), S. 326–335. DOI: 10.1080/02652030601013711.
- [217] A. Brinch, A. Jensen und F. Christensen. *Risk assessment of fluorinated substances in cosmetic products. Survey of chemical substances in consumer products No. 169*. Okt. 2018. ISBN: 978-87-93710-94-8.
- [218] *Bundesgesetz über den Schutz des Menschen und der Umwelt vor Chemikalien (Chemikaliengesetz 1996 – ChemG 1996)*. Wien: österreichischer Nationalrat, Dez. 2020.
- [219] Bundesministerium für Klimaschutz Umwelt, Energie Mobilität Innovation und Technologie. *Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS)*. URL: [https://www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/chemiepolitik/umweltschadstoffe/pfas.html](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/chemiepolitik/umweltschadstoffe/pfas.html) (Zugriff am 26.11.2021).
- [220] Bundesministerium für Klimaschutz Umwelt, Energie Mobilität Innovation und Technologie. *POP-Übereinkommen*. URL: [https://www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/chemiepolitik/international/pop.html](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/chemiepolitik/international/pop.html) (Zugriff am 25.11.2021).

- [221] Bundesministerium für Klimaschutz Umwelt, Energie Mobilität Innovation und Technologie. *REACH-Verordnung*. URL: [https://www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/chemiepolitik/recht/eu\\_vo/reach.html](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/chemiepolitik/recht/eu_vo/reach.html) (Zugriff am 26. 11. 2021).
- [222] M. Clara, G. Gruber, F. Humer, T. Hofer, F. Kretschmer, T. Ertl, C. Scheffknecht und G. Windhofer. *Spurenstoffemissionen aus Siedlungsgebieten und von Verkehrsflächen*. Forschungsber. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft, 2014. 351 S.
- [223] M. Clara, W. Hanefeld und C. Scheffknecht. *Untersuchung ausgewählter prioritärer und sonstiger Stoffe in kommunalen Kläranlagen und Fließgewässern in Vorarlberg*. Forschungsber. Amt der Vorarlberger Landesregierung und Umweltbundesamt GmbH, 2017. 125 S.
- [224] Cosmopolitan. *Make-up Primer: Was ist ein Primer und wofür wende ich ihn an?* URL: <https://www.cosmopolitan.de/was-ist-ein-make-up-primer-86612.html> (Zugriff am 10. 12. 2021).
- [225] *delegierten Verordnung (EU) 2020/784 der Kommission vom 8. April 2020 zur Änderung des Anhangs I der Verordnung (EU) 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Aufnahme von Perfluorooctansäure (PFOA), ihrer Salze und von PFOA-Vorläuferverbindungen*. Straßburg/Brüssel: europäisches Parlament und europäischer Rat, Apr. 2020.
- [226] Deutsche Forschungsgemeinschaft. *Flüssigchromatographie mit Tandem-Massenspektrometrie-Kopplung (LC-MS/MS) für die Metabolomanalyse*. URL: <https://gepris.dfg.de/gepris/projekt/404764398?context=projekt&task=showDetail&id=404764398> (Zugriff am 16. 12. 2021).
- [227] Die Naturdrogerie. *Der transparente Anti-Glanz Puder für Mischhaut und fettige Haut. Für Frauen und Männer*. URL: <https://www.naturdrogerie.shop/marie-w/poudre-monade-matt-makellos> (Zugriff am 14. 11. 2021).
- [228] Douglas. *AirPaste*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/m000028901?variant=m1033646> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [229] Douglas. *Airshine Glanzspray*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/m000164087> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [230] Douglas. *Black Seed Oil Flexible Hold Hair Spray*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/m000028248> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [231] Douglas. *Cult Favorite Firm + Flexible Hairspray*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/10114014958> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [232] Douglas. *Design F/X*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/m000027576> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [233] Douglas. *Done Finishing Aerosol Spray*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/m000164079> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [234] Douglas. *Hair Lacquer*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/m000029008> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [235] Douglas. *High Hold Finishing Spray*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/m000547927> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [236] Douglas. *Infra Texture Dual Action Hair Spray*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/m000027151> (Zugriff am 15. 11. 2021).

- [237] Douglas. *Optimum Finish Flexible Hold Hair Spray*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/m000027895?variant=m1030952> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [238] Douglas. *Push Up Instant Thickeness Dry Finishing Spray*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/m000248085> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [239] Douglas. *Russian Amber Imperial Insta-Thick*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/m000548134> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [240] Douglas. *Simple Xpress One Step Color UV Nagellack*. URL: <https://www.douglas.ch/de/p/5010035088?variant=150353> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [241] Douglas. *Skyscaper*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/5009144042> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [242] Douglas. *Style on Steroids - Performance Enhancing Texture Spray*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/3001054711> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [243] Douglas. *Texture VOLUME UP Volume Booster Spray*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/5002123082> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [244] Douglas. *Trend StylingQuick Dry 18*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/3001041067> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [245] Douglas. *Triple Take 32*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/m000451204> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [246] Douglas. *Ultimate Control*. URL: <https://www.douglas.at/de/p/m000028596> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [247] Ebay. *Arbonne Intelligence CC Cream 10 in 1 Complexion Control Color Fair 1 oz 30 g*. URL: [https://www.ebay.co.uk/itm/Arbonne-Intelligence-CC-Cream-10-in-1-Complexion-Control-Color-Fair-1-oz-30-g-/224113181351?nma=true&si=BTaqViiK5iLKK8gdXehPb47Zyb8%253D&orig\\_cvip=true&nordt=true&rt=nc&\\_trksid=p2047675.12557](https://www.ebay.co.uk/itm/Arbonne-Intelligence-CC-Cream-10-in-1-Complexion-Control-Color-Fair-1-oz-30-g-/224113181351?nma=true&si=BTaqViiK5iLKK8gdXehPb47Zyb8%253D&orig_cvip=true&nordt=true&rt=nc&_trksid=p2047675.12557) (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [248] European Food Safety Authority. *EFSA*. URL: <https://www.efsa.europa.eu/de> (Zugriff am 26. 11. 2021).
- [249] European Food Safety Authority. *LOD*. URL: <https://www.efsa.europa.eu/de/search?s=LOD> (Zugriff am 11. 12. 2021).
- [250] European Food Safety Authority. *LOQ*. URL: <https://www.efsa.europa.eu/de/glossary/loq> (Zugriff am 11. 12. 2021).
- [251] Flipkart. *GLOW TO GO Pro HD Conceal Corrector Concealer 8 gr (ORANGE+BEIGE) Concealer (ORANGE BEIGE 16 g) 8 ML EACH Concealer (ORANGE BEIGE 16 ml)*. URL: <https://www.flipkart.com/glow-go-pro-hd-conceal-corrector-concealer-8-gr-orange-beige-orange-beige-16-g-ml-each/p/itm8a627539fea9f> (Zugriff am 13. 11. 2021).
- [252] Y. Fujii, K. H. Harada und A. Koizumi. „Occurrence of perfluorinated carboxylic acids (PFCAs) in personal care products and compounding agents“. In: *Chemosphere* 93.3 (2013), S. 538–544. ISSN: 0045-6535. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.06.049>.
- [253] GLAMunity - Forum. *Wie schnell braucht ihr Produkte auf? Wann ist etwas bei euch "leer"?* URL: <https://forum.glamour.de/t/wie-schnell-braucht-ihr-produkte-auf-wann-ist-etwas-bei-euch-leer/63694> (Zugriff am 13. 11. 2021).

- [254] Hagel-Shop. *Reflectives Mineral Foundation rötlich hell 6 g*. URL: <https://www.hagel-shop.at/reflectives-mineral-foundation-roetlich-hell-6-g.html> (Zugriff am 09.11.2021).
- [255] T. Held. *Länderfinanzierungsprogramm „Wasser, Boden und Abfall“ – Boden- und Grundwasserkontaminationen mit PFC bei altlastverdächtigen Flächen und nach Löschmitteleinsätzen – Arbeitshilfe zur flächendeckenden Erfassung, standortbezogenen historischen Erkundung und zur Orientierenden Untersuchung (Projektstufe 1) (Projekt-Nr. B 4.14) – Anhang A - Grundlagen*. Forschungsber. Geschäftsstelle des Länderfinanzierungsprogramms Wasser, Boden und Abfall Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, 2015. 83 S.
- [256] T. Held und M. Reinhard. *Sanierungsmanagement für lokale und flächenhafte PFAS-Kontaminationen - Abschlussbericht*. Forschungsber. Umweltbundesamt, 2019. 78 S.
- [257] T. Held und M. Reinhard. *Sanierungsmanagement für lokale und flächenhafte PFAS-Kontaminationen - Anhang A: Relevante Stoffeigenschaften*. Forschungsber. Umweltbundesamt, 2020. 111 S.
- [258] M. Humer und C. Scheffknecht. *Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) in Vorarlberg*. Forschungsber. Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2021. 49 S.
- [259] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. *Perfluoromonan-1-säure*. URL: <https://gestis.dguv.de/data?name=103538> (Zugriff am 03.12.2021).
- [260] Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG). *Fertilität*. URL: <https://www.gesundheitsinformation.de/glossar/fertilitaet.html> (Zugriff am 03.12.2021).
- [261] S. Keawmanee, S. Boontanon und N. Boontanon. „Method development and initial results of testing for Perfluorooctane sulfonate (PFOS) and Perfluorooctanoic acid (PFOA) in waterproof sunscreens“. In: *Environmental Engineering Research* 20.2 (2015), S. 127–132. DOI: 10.4491/eer.2014.S1.006.
- [262] kika Möbel-Handelsgesellschaft m.b.H. *Babydecke Daunenleicht 100x135 cm*. URL: <https://www.kika.at/babydecke-daunenleicht-100x135-cm-24335285.html> (Zugriff am 07.12.2021).
- [263] kika Möbel-Handelsgesellschaft m.b.H. *Ganzjahresdecke Green Nature Soft*. URL: <https://www.kika.at/ganzjahresdecke-green-nature-soft-21998276.html> (Zugriff am 15.11.2021).
- [264] kika Möbel-Handelsgesellschaft m.b.H. *Ganzjahresdecke Sissy*. URL: <https://www.kika.at/ganzjahresdecke-sissy-23427356.html> (Zugriff am 15.11.2021).
- [265] kika Möbel-Handelsgesellschaft m.b.H. *Ganzjahresdecke Stella II*. URL: <https://www.kika.at/ganzjahresdecke-stella-ii-19766081.html> (Zugriff am 15.11.2021).
- [266] kika Möbel-Handelsgesellschaft m.b.H. *Ganzjahresdecke Waldviertler Weide-Gänse*. URL: <https://www.kika.at/ganzjahresdecke-waldviertler-weide-gaense-17221376.html> (Zugriff am 15.11.2021).
- [267] kika Möbel-Handelsgesellschaft m.b.H. *Ganzjahresdecke Waldviertler Weide-Gänse*. URL: <https://www.kika.at/winterdecke-waldviertler-weide-gaense-17225360.html> (Zugriff am 15.11.2021).
- [268] kika Möbel-Handelsgesellschaft m.b.H. *Sommerdecke Waldviertler Weide-Gänse*. URL: <https://www.kika.at/sommerdecke-waldviertler-weide-gaense-18585581.html> (Zugriff am 15.11.2021).

- [269] kika Möbel-Handelsgesellschaft m.b.H. *Winterdecke Waldviertler Weide-Gänse*. URL: <https://www.kika.at/winterdecke-waldviertler-weide-gaense-17225360.html> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [270] Kitolac® Nagellack. *Kitolac – der medizinische Nagellack für brüchige Nägel*. URL: <https://www.kitolac.at/kitolac-nagellack/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [271] S. Klenow, G. Heinemeyer, G. Brambilla, E. Dellatte, D. Herzke und P. de Voogt. „Dietary exposure to selected perfluoroalkyl acids (PFAAs) in four European regions“. In: *Food Additives & Contaminants: Part A* 30.12 (2013), S. 2141–2151. DOI: 10.1080/19440049.2013.849006.
- [272] T. P. Knepper, T. Frömel, C. Gremmel, I. an Driezum, H. Weil, R. Vestergren und I. Cousins. *Understanding the exposure pathways of per- and polyfluoralkyl substances (PFASs) via use of PFASs-Containing products – risk estimation for man and environment*. Forschungsber. Federal Environment Agency (Umweltbundesamt, Germany), 2014. 139 S.
- [273] Kosmetikvertrieb H. Renner GmbH. *PROBEN-SET LIDSCHATTEN*. URL: <https://www.reflectives.de/produkteshop/lidschatten/proben-set-lidschatten/> (Zugriff am 12. 11. 2021).
- [274] LinenMe. *Leinen Tischdecke Natur Terra (136 x 140 cm)*. URL: <https://www.linenme.de/tischwasche/leinen-tischdecke/leinen-tischdecke-natur-terra> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [275] LinenMe. *Leinen Tischdecke Natur Terra (136 x 183 cm)*. URL: <https://www.linenme.de/tischwasche/leinen-tischdecke/leinen-tischdecke-natur-terra/0647406> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [276] LinenMe. *Leinen Tischdecke Natur Terra (136 x 250 cm)*. URL: <https://www.linenme.de/tischwasche/leinen-tischdecke/leinen-tischdecke-natur-terra/0647401> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [277] LinenMe. *Leinen Tischdecke Natur Terra (136 x 275 cm)*. URL: <https://www.linenme.de/tischwasche/leinen-tischdecke/leinen-tischdecke-natur-terra/0647418> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [278] LinenMe. *Leinen Tischdecke Natur Terra (136 x 305 cm)*. URL: <https://www.linenme.de/tischwasche/leinen-tischdecke/leinen-tischdecke-natur-terra/0647404> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [279] LinenMe. *Leinen Tischdecke Natur Terra (136 x 320 cm)*. URL: <https://www.linenme.de/tischwasche/leinen-tischdecke/leinen-tischdecke-natur-terra/0647402> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [280] LinenMe. *Leinen Tischdecke Natur Terra (136 x 366 cm)*. URL: <https://www.linenme.de/tischwasche/leinen-tischdecke/leinen-tischdecke-natur-terra/0647419> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [281] LUSINI Österreich GmbH & Co KG. *Tischdecke Nova eckig*. URL: <https://www.lusini.com/de-at/pdp/121214#sku=10073022> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [282] A. L. Luz, J. K. Anderson, P. Goodrum und J. Durda. „Perfluorohexanoic acid toxicity, part I: Development of a chronic human health toxicity value for use in risk assessment“. In: *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 103 (2019), S. 41–55. ISSN: 0273-2300. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2019.01.019>.
- [283] Manufactum. *Bettwäsche Pur*. URL: <https://www.manufactum.at/bettwaesche-pur-a16570//> (Zugriff am 03. 11. 2021).

- [284] Marionnaud. *TUTORIAL: DER RICHTIGE UMGANG MIT EINEM MAKE-UP-EI*. URL: <https://www.marionnaud.at/m-life/tutorials/tutorial-der-richtige-umgang-mit-dem-make-up-ei/> (Zugriff am 14. 11. 2021).
- [285] Matratzen Concord GesmbH. *Daunendecke 60/40 Concord Premium*. URL: <https://www.matratzen-concord.at/-daunendecke-60-40-concord-premium-a040202007.html> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [286] Matratzen Concord GesmbH. *Daunendecke 90/10 Concord Premium (140 x 200 cm)*. URL: <https://www.matratzen-concord.at/-daunendecke-90-10-concord-premium-a040202008.html> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [287] Matratzen Concord GesmbH. *Daunendecke 90/10 Concord Premium (140 x 220 cm)*. URL: <https://www.matratzen-concord.at/-daunendecke-90-10-concord-premium-a040202008.html> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [288] Matratzen Concord GesmbH. *Daunenkasstendecke 90/10 Künsemüller Canada (140 x 200 cm)*. URL: <https://www.matratzen-concord.at/-daunenkasstendecke-90-10-kuensemueeller-canada-a040202009.html> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [289] Matratzen Concord GesmbH. *Daunenkasstendecke 90/10 Künsemüller Canada (140 x 220 cm)*. URL: <https://www.matratzen-concord.at/-daunenkasstendecke-90-10-kuensemueeller-canada-a040202009.html> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [290] Matratzen Concord GesmbH. *Daunenkasstendecke 90/10 Künsemüller Canada (200 x 220 cm)*. URL: <https://www.matratzen-concord.at/-daunenkasstendecke-90-10-kuensemueeller-canada-a040202009.html> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [291] Matratzen Concord GesmbH. *Daunenkasstendecke 90/10 Künsemüller Canada warm (140 x 200 cm)*. URL: <https://www.matratzen-concord.at/-daunenkasstendecke-90-10-kuensemueeller-canada-warm-a040202010.html> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [292] Matratzen Concord GesmbH. *Daunenkasstendecke 90/10 Künsemüller Canada warm (140 x 220 cm)*. URL: <https://www.matratzen-concord.at/-daunenkasstendecke-90-10-kuensemueeller-canada-warm-a040202010.html> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [293] Matratzen Concord GesmbH. *Daunenkasstendecke 90/10 Künsemüller Canada warm (200 x 200 cm)*. URL: <https://www.matratzen-concord.at/-daunenkasstendecke-90-10-kuensemueeller-canada-warm-a040202010.html> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [294] Matratzen Concord GesmbH. *Sommerdaunendecke 8x10 Künsemüller Canada (140 x 200 cm)*. URL: <https://www.matratzen-concord.at/-sommerdaunendecke-8x10-kuensemueeller-canada-a040202011.html> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [295] Matratzen Concord GesmbH. *Sommerdaunendecke 8x10 Künsemüller Canada (200 x 200 cm)*. URL: <https://www.matratzen-concord.at/-sommerdaunendecke-8x10-kuensemueeller-canada-a040202011.html> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [296] MediaMagazin-Redaktion. *Geschirrspüler: Das passende Spülprogramm finden - So werden alle Küchen-Utensilien richtig sauber*. 2019. URL: <https://mediamag.mediamarkt.at/detail/so-wirds-im-geschirrspueler-richtig-sauber-tipps-fuers-optimale-spuelprogramm.html> (Zugriff am 03. 12. 2021).
- [297] National Center for Biotechnology Information. *PubChem Compound Summary for CID 67818, Perfluoroheptanoic acid*. URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Perfluoroheptanoic-acid> (Zugriff am 20. 11. 2021).

- [298] *Nationaler Durchführungsplan 2012 samt Nationalem Aktionsplan für das Stockholmer Übereinkommen über Persistente Organische Schadstoffe sowie die EU-Verordnung über Persistente Organische Schadstoffe - Österreich*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft, Okt. 2012.
- [299] Naturkosmetik - Studio Karin Stemmer. *Concealer No. 2*. URL: <https://naturkosmetik-stemmer.de/produkt/concealer-no-2> (Zugriff am 13. 11. 2021).
- [300] NET-A-PORTER. *OUAI HAIRCARE*. URL: <https://www.net-a-porter.com/de-at/shop/product/ouai-haircare/beauty/styling/volumizing-hair-spray-137-g-%E2%80%93-haarspray/17957409495252126> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [301] R. Neunteufel, L. Richard und R. Perfler. *Wasserverbrauch und Wasserbedarf - Auswertung empirischer Daten zum Wasserverbrauch*. Forschungsber. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012. 252 S.
- [302] OBI. *Andiamo Teppich Glitter 140 cm x 200 cm Weiß-Anthrazit*. URL: <https://www.obi.at/moderne-teppiche/andiamo-teppich-glitter-140-cm-x-200-cm-weiss-anthrazit/p/8237018#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [303] OBI. *Andiamo Teppich Shaggy Braun 100 cm x 150 cm*. URL: <https://www.obi.at/moderne-teppiche/andiamo-teppich-shaggy-braun-100-cm-x-150-cm/p/8861411#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [304] OBI. *Andiamo Teppich Shaggy Braun 160 cm x 230 cm*. URL: <https://www.obi.at/moderne-teppiche/andiamo-teppich-shaggy-braun-160-cm-x-230-cm/p/8861486#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [305] OBI. *Andiamo Teppich Shaggy Weiß-Creme 67 cm x 140 cm*. URL: <https://www.obi.at/moderne-teppiche/andiamo-teppich-shaggy-weiss-creme-67-cm-x-140-cm/p/8861288#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [306] OBI. *Andiamo Teppich Sisal Beige 100 cm x 150 cm*. URL: <https://www.obi.at/sisalteppiche/andiamo-teppich-sisal-beige-100-cm-x-150-cm/p/8881310#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [307] OBI. *Andiamo Teppich Sisal Beige 200 cm x 200 cm*. URL: <https://www.obi.at/sisalteppiche/andiamo-teppich-sisal-beige-200-cm-x-200-cm/p/8881328#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [308] OBI. *Bistrogardine Bert Weiß 50 cm x 140 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/bistrogardine-bert-weiss-50-cm-x-140-cm/p/2880219#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [309] OBI. *Bistrogardine Blumen Weiß 50 cm x 160 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/bistrogardine-blumen-weiss-50-cm-x-160-cm/p/2390995#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [310] OBI. *Bistrogardine Grün 50 cm x 140 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/bistrogardine-gruen-50-cm-x-140-cm/p/2939908#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [311] OBI. *Bistrogardine mit Stabdurchzug Weiß 60 cm x 160 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/bistrogardine-mit-stabdurchzug-weiss-60-cm-x-160-cm/p/2880300#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [312] OBI. *Bistrogardine Schwalbenschwanz Weiß 80 cm x 100 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/bistrogardine-schwalbenschwanz-weiss-80-cm-x-100-cm/p/2871853#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).

- [313] OBI. *Bistrogardine Silbergrau 45 cm x 140 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/bistrogardine-silbergrau-45-cm-x-140-cm/p/8636151#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [314] OBI. *Bistrogardine Weiß 30 cm x 110 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/bistrogardine-weiss-30-cm-x-110-cm/p/2880284#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [315] OBI. *Bistrogardine Weiß 50 cm x 110 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/bistrogardine-weiss-50-cm-x-110-cm/p/2880276#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [316] OBI. *Bodenteppich Amena 2fach sortiert 90 cm x 90 cm x 90 cm*. URL: <https://www.obi.at/kurzflorteppiche/bodenteppich-amena-2fach-sortiert-90-cm-x-90-cm-x-90-cm/p/8595134#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [317] OBI. *Fertigstore mit Faltenbleiband Weiß 145 cm x 300 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/fertigstore-mit-faltenbleiband-weiss-145-cm-x-300-cm/p/2351864#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [318] OBI. *Fertigstore mit Faltenbleiband Weiß 245 cm x 300 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/fertigstore-mit-faltenbleiband-weiss-245-cm-x-300-cm/p/2351765#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [319] OBI. *Fläche Carina Rosé 245 cm x 60 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/flaechе-carina-rose-245-cm-x-60-cm/p/9749474#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [320] OBI. *Fleckerlteppich Arlberg Braun 70 cm x 140 cm*. URL: <https://www.obi.at/wollteppiche/fleckerlteppich-arlberg-braun-70-cm-x-140-cm/p/3300688#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [321] OBI. *Fleckerlteppich Arlberg Grün 120 cm x 170 cm*. URL: <https://www.obi.at/wollteppiche/fleckerlteppich-arlberg-gruen-120-cm-x-170-cm/p/3300829#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [322] OBI. *Fleckerlteppich Arlberg Grün 170 cm x 240 cm*. URL: <https://www.obi.at/wollteppiche/fleckerlteppich-arlberg-gruen-170-cm-x-240-cm/p/3300845#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [323] OBI. *Fleckerlteppich Arlberg Grün 80 cm x 150 cm*. URL: <https://www.obi.at/wollteppiche/fleckerlteppich-arlberg-gruen-80-cm-x-150-cm/p/3300811#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [324] OBI. *Hochflor Teppich San Remo Grau 70 cm x 140 cm*. URL: <https://www.obi.at/hochflorteppiche/hochflor-teppich-san-remo-grau-70-cm-x-140-cm/p/6126247#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [325] OBI. *Hochflor Teppich San Remo Silber 70 cm x 140 cm*. URL: <https://www.obi.at/hochflorteppiche/hochflor-teppich-san-remo-silber-70-cm-x-140-cm/p/2950897#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [326] OBI. *Hochflor Teppich San Remo Taupe 140 cm x 200 cm*. URL: <https://www.obi.at/hochflorteppiche/hochflor-teppich-san-remo-taupe-140-cm-x-200-cm/p/2950889#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [327] OBI. *Hochflor-Teppich Dark Wonder Dunkelgrün 80 x 140 cm*. URL: <https://www.obi.at/kurzflorteppiche/hochflor-teppich-dark-wonder-dunkelgruen-80-x-140-cm/p/1305481#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [328] OBI. *Jute-Baumwoll Teppich Ancient Secrets Natur 120 x 180 cm*. URL: <https://www.obi.at/kurzflorteppiche/jute-baumwoll-teppich-ancient-secrets-natur-120-x-180-cm/p/1305457#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).

- [329] OBI. *Jute-Baumwoll Teppich Ancient Secrets Terracotta 60 x 120 cm*. URL: <https://www.obi.at/kurzflorteppiche/jute-baumwoll-teppich-ancient-secrets-terracotta-60-x-120-cm/p/1305465#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [330] OBI. *Küchenläufer Kitchen Wood Grey 50 cm x 150 cm*. URL: <https://www.obi.at/teppichlaeufer/kuechenlaeufer-kitchen-wood-grey-50-cm-x-150-cm/p/8446254#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [331] OBI. *Langstore mit Faltenband Weiß 160 cm x 300 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/langstore-mit-faltenband-weiss-160-cm-x-300-cm/p/2879203#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [332] OBI. *Microfaser-Teppich Midnight Mystery Beige 120 x 180 cm*. URL: <https://www.obi.at/kurzflorteppiche/microfaser-teppich-midnight-mystery-beige-120-x-180-cm/p/1305499#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [333] OBI. *Microfaser-Teppich Modern Antique Beige 120 x 180 cm*. URL: <https://www.obi.at/kurzflorteppiche/microfaser-teppich-modern-antique-beige-120-x-180-cm/p/1305515#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [334] OBI. *Moondream Lärmschutzvorhang Pfeffer 260 cm x 145 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/moondream-laermschutzvorhang-pfeffer-260-cm-x-145-cm/p/3092251#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [335] OBI. *Moondream Verdunkelungsvorhang Grün 260 cm x 145 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/moondream-verdunkelungsvorhang-gruen-260-cm-x-145-cm/p/1915297#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [336] OBI. *Moondream Verdunkelungsvorhang Dunkelgrau 250 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/moondream-verdunkelungsvorhang-dunkelgrau-250-cm-x-135-cm/p/7936560#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [337] OBI. *Moondream Wärmeschutzvorhang mit Faltenband Mittelgrau 260 cm x 145 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/moondream-waermeschutzvorhang-mit-faltenband-mittelgrau-260-cm-x-145-cm/p/7936776#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [338] OBI. *Moondream Wärmeschutzvorhang mit Faltenband Sand 260 cm x 145 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/moondream-waermeschutzvorhang-mit-faltenband-sand-260-cm-x-145-cm/p/7936750#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [339] OBI. *Mydeco Ösenschal Mood Ecru 300 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/mydeco-oesenschal-mood-ecru-300-cm-x-135-cm/p/8045015#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [340] OBI. *Mydeco Ösenschal Soft Weiß 300 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/mydeco-oesenschal-soft-weiss-300-cm-x-135-cm/p/8045056#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [341] OBI. *Mydeco Schlaufenschal Pure Schwarz 300 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/mydeco-schlaufenschal-pure-schwarz-300-cm-x-135-cm/p/8044901#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [342] OBI. *Mydeco Schlaufenschal Soft Weiß 245 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/mydeco-schlaufenschal-soft-weiss-245-cm-x-135-cm/p/4855631#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [343] OBI. *Neusser Collection Ösenschal Grafik Türkis 245 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/neusser-collection-oesenschal-grafik-tuerkis-245-cm-x-135-cm/p/1513589#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).

- [344] OBI. *OBI Baumwoll Teppich gemustert Terracotta-Schwarz 60 x 90 cm*. URL: <https://www.obi.at/wollteppiche/obi-baumwoll-teppich-gemustert-terracotta-schwarz-60-x-90-cm/p/1383215#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [345] OBI. *OBI Baumwoll Teppich Uni Altrosa 50 x 80 cm*. URL: <https://www.obi.at/wollteppiche/obi-baumwoll-teppich-uni-altrosa-50-x-80-cm/p/1383256#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [346] OBI. *OBI Vorhang mit Tunnelzug Petrol 2er-Set 135 cm x 250 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/obi-vorhang-mit-tunnelzug-petrol-2er-set-135-cm-x-250-cm/p/1364751#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [347] OBI. *Obsession Hochflor-Teppich Curacao Petrol 120 cm x 170 cm*. URL: <https://www.obi.at/hochflorteppiche/obsession-hochflor-teppich-curacao-petrol-120-cm-x-170-cm/p/3318441#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [348] OBI. *Obsession Hochflor-Teppich Curacao Petrol 160 cm x 230 cm*. URL: <https://www.obi.at/hochflorteppiche/obsession-hochflor-teppich-curacao-petrol-160-cm-x-230-cm/p/3318458#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [349] OBI. *Obsession Hochflor-Teppich Curacao Petrol 80 cm x 150 cm*. URL: <https://www.obi.at/hochflorteppiche/obsession-hochflor-teppich-curacao-petrol-80-cm-x-150-cm/p/3318466#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [350] OBI. *Ösenschal Carrara Weiß-Silber 245 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/oesenschal-carrara-weiss-silber-245-cm-x-135-cm/p/7927619#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [351] OBI. *Ösenschal Ferrara Silber 245 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/oesenschal-ferrara-silber-245-cm-x-135-cm/p/7927635#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [352] OBI. *Ösenschal Matera Grau 245 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/oesenschal-matera-grau-245-cm-x-135-cm/p/7927593#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [353] OBI. *Ösenschal Matera Weiß 245 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/oesenschal-matera-weiss-245-cm-x-135-cm/p/7927528#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [354] OBI. *Ösenschal Modena Rosa 245 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/oesenschal-modena-rosa-245-cm-x-135-cm/p/7927064#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [355] OBI. *Ösenschal Pesaro Beige 245 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/oesenschal-pesaro-beige-245-cm-x-135-cm/p/9747627#/> (Zugriff am 06. 12. 2021).
- [356] OBI. *Ösenschal Rauten-Streifen Grau 245 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/oesenschal-rauten-streifen-grau-245-cm-x-135-cm/p/9747643#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [357] OBI. *Ösenschal Savona Leinen 245 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/oesenschal-savona-leinen-245-cm-x-135-cm/p/7924558#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [358] OBI. *Schiebevorhang Adriana Uni Weiß 245 cm x 60 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/schiebevorhang-adriana-uni-weiss-245-cm-x-60-cm/p/8169138#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [359] OBI. *Schlaufenschal 2er-Set 140 cm x 245 cm Weiß*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/schlaufenschal-2er-set-140-cm-x-245-cm-weiss/p/1801703#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).

- [360] OBI. *Schlaufenschal 2er-Set Grau 245 cm x 140 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/schlaufenschal-2er-set-grau-245-cm-x-140-cm/p/1799675#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [361] OBI. *Schlaufenschal Blätter Weiß 245 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/schlaufenschal-blaetter-weiss-245-cm-x-135-cm/p/2939536#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [362] OBI. *Schlaufenschal Ravenna Rosa 245 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/schlaufenschal-ravenna-rosa-245-cm-x-135-cm/p/7921521#/> (Zugriff am 06. 12. 2021).
- [363] OBI. *Schlaufenschal Siena Weiß 255 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/schlaufenschal-siena-weiss-255-cm-x-135-cm/p/7922396#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [364] OBI. *Schlaufenschal Sina Weiß 125 cm x 300 cm*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/schlaufenschal-sina-weiss-125-cm-x-300-cm/p/8636094#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [365] OBI. *Teppich Aveiro 660 Pink 80 cm x 150 cm*. URL: <https://www.obi.at/hochflorteppiche/teppich-aveiro-660-pink-80-cm-x-150-cm/p/5863220#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [366] OBI. *Teppich Aveiro 660 Taupe 160 cm x 230 cm*. URL: <https://www.obi.at/hochflorteppiche/teppich-aveiro-660-taupe-160-cm-x-230-cm/p/5862701#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [367] OBI. *Teppich Coco 640 Kaffee-Mais 160 cm x 230 cm*. URL: <https://www.obi.at/sisalteppiche/teppich-coco-640-kaffee-mais-160-cm-x-230-cm/p/7110257#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [368] OBI. *Teppich Heaven 800 Ivory 120 cm x 170 cm*. URL: <https://www.obi.at/hochflorteppiche/teppich-heaven-800-ivory-120-cm-x-170-cm/p/8284952#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [369] OBI. *Teppich Heaven 800 Powderpink 160 cm x 230 cm*. URL: <https://www.obi.at/hochflorteppiche/teppich-heaven-800-powderpink-160-cm-x-230-cm/p/8284994#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [370] OBI. *Teppich Heaven 800 Powderpink 80 cm x 150 cm*. URL: <https://www.obi.at/hochflorteppiche/teppich-heaven-800-powderpink-80-cm-x-150-cm/p/8284978#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [371] OBI. *Teppich Kentucky Grün 60 x 120 cm*. URL: <https://www.obi.at/wollteppiche/teppich-kentucky-gruen-60-x-120-cm/p/1980929#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [372] OBI. *Teppich Läufer Cappuccino 67 cm x 180 cm*. URL: <https://www.obi.at/teppichlaeufer/teppich-laeufer-cappuccino-67-cm-x-180-cm/p/6126775#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [373] OBI. *Teppich Luxor Living Ventus 10823 Light Brown 67 cm x 140 cm*. URL: <https://www.obi.at/kurzflorteppiche/teppich-luxor-living-ventus-10823-light-brown-67-cm-x-140-cm/p/1726116#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [374] OBI. *Teppich North Forth Beige 65 cm x 135 cm*. URL: <https://www.obi.at/hochflorteppiche/teppich-north-forth-beige-65-cm-x-135-cm/p/1981489#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).

- [375] OBI. *Teppich North Forth Taupe 130 cm x 190 cm*. URL: <https://www.obi.at/hochflorteppiche/teppich-north-forth-taupe-130-cm-x-190-cm/p/1981554#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [376] OBI. *Teppich North Forth Taupe 160 cm x 230 cm*. URL: <https://www.obi.at/hochflorteppiche/teppich-north-forth-taupe-160-cm-x-230-cm/p/6126593#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [377] OBI. *Teppich Supreme 423 Rainbow 160 cm x 230 cm*. URL: <https://www.obi.at/moderne-teppiche/teppich-supreme-423-rainbow-160-cm-x-230-cm/p/7112311#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [378] OBI. *Teppich Velluto 400 Ivory 80 x 150 cm*. URL: <https://www.obi.at/kurzflorteppiche/teppich-velluto-400-ivory-80-x-150-cm/p/8970170#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [379] OBI. *Teppich Ventus 10821 Bone 140 cm x 200 cm*. URL: <https://www.obi.at/kurzflorteppiche/teppich-ventus-10821-bone-140-cm-x-200-cm/p/6126221#/> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [380] OBI. *Vorhang Minimalist Zen Grau 2,45 m x 1,40 m 2 Stück*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/vorhang-minimalist-zen-grau-2-45-m-x-1-40-m-2-stueck/p/8776346#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [381] OBI. *Wenko Thermo-Vorhang Silber Matt*. URL: <https://www.obi.at/fenstervorhaenge/wenko-thermo-vorhang-silber-matt/p/9383209#/> (Zugriff am 02. 11. 2021).
- [382] *ÖNORM S 2096-1:2005 01 01: Stoffflussanalyse – Teil 1: Anwendung in der Abfallwirtschaft – Begriffe*. Wien: Austrian Standards, Jan. 2005.
- [383] *ÖNORM S 2096-2:2005 01 01: Stoffflussanalyse – Teil 2: Anwendung in der Abfallwirtschaft – Methodik*. Wien: Austrian Standards, Jan. 2005.
- [384] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES). *PFAS; Stand 17.05.2021*. 2021. URL: <https://www.ages.at/themen/rueckstaende-kontaminanten/pfas/> (Zugriff am 27. 11. 2021).
- [385] PromoFarma. *Revlon Nagellack Nagellack 771 Klar 15.82gr*. URL: <https://www.promofarma.com/de/revlon-nagellack-nagellack-771-klar-15-82gr/p-136676> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [386] Pupa Milano. *STICK CONCEALER*. URL: [https://www.pupamilano.com/make-up/face/concealers/stick-concealer/OS0001000.html?dwvar\\_OS0001000\\_Colore=100](https://www.pupamilano.com/make-up/face/concealers/stick-concealer/OS0001000.html?dwvar_OS0001000_Colore=100) (Zugriff am 13. 11. 2021).
- [387] L. Radulovic und Z. Wojcinski. „PTFE (Polytetrafluoroethylene; Teflon®)“. In: *Encyclopedia of Toxicology (Third Edition)*. Hrsg. von P. Wexler. Third Edition. Oxford: Academic Press, 2014, S. 1133–1136. ISBN: 978-0-12-386455-0. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00970-2>.
- [388] A. Ramírez Carnero, A. Lestido-Cardama, P. Vazquez Loureiro, L. Barbosa-Pereira, A. Rodríguez Bernaldo de Quirós und R. Sendón. „Presence of Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Food Contact Materials (FCM) and Its Migration to Food“. In: *Foods* 10.7 (2021). ISSN: 2304-8158. DOI: 10.3390/foods10071443.
- [389] Reiter Betten & Vorhänge GmbH. *Cassetten Daunendecke Art.-Nr.: O6002001*. URL: <https://www.bettenreiter.at/sortiment/schlafen/zudecken/cassetten-daunendecke/> (Zugriff am 15. 11. 2021).

- [390] Reiter Betten & Vorhänge GmbH. *Daunendecke Art.-Nr.: P6101201*. URL: <https://www.bettenreiter.at/sortiment/schlafen/zudecken/daunendecke/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [391] Reiter Betten & Vorhänge GmbH. *Daunendecke Bayern Art.-Nr.: Q6101301*. URL: <https://www.bettenreiter.at/sortiment/schlafen/zudecken/daunendecke-bayern-2/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [392] Reiter Betten & Vorhänge GmbH. *Daunendecke Dachstein Art.-Nr.: P6102601*. URL: <https://www.bettenreiter.at/sortiment/schlafen/zudecken/daunendecke-dachstein/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [393] Reiter Betten & Vorhänge GmbH. *Daunendecke Exklusive Art.-Nr.: D6001701*. URL: <https://www.bettenreiter.at/sortiment/schlafen/zudecken/daunendecke-exklusive/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [394] Reiter Betten & Vorhänge GmbH. *Daunendecke Polar Art.-Nr.: O6001901*. URL: <https://www.bettenreiter.at/sortiment/schlafen/zudecken/daunendecke-polar/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [395] Reiter Betten & Vorhänge GmbH. *Körperform Daunendecke Art.-Nr.: M6001701*. URL: <https://www.bettenreiter.at/sortiment/schlafen/zudecken/koerperform-daunendecke/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [396] Reiter Betten & Vorhänge GmbH. *Weidegansdaunendecke Art.-Nr.: P6102101*. URL: <https://www.bettenreiter.at/sortiment/schlafen/zudecken/weidegansdaunendecke/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [397] Reiter Betten & Vorhänge GmbH. *Wildentendaunendecke Cassette Art.-Nr.: O6001401*. URL: <https://www.bettenreiter.at/sortiment/schlafen/zudecken/wildentendaunendecke-cassette/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [398] Reiter Betten & Vorhänge GmbH. *Wildentendaunendecke Cassette Art.-Nr.: O6001501*. URL: <https://www.bettenreiter.at/sortiment/schlafen/zudecken/wildentendaunendecke-cassette/> (Zugriff am 07. 12. 2021).
- [399] Reiter Betten & Vorhänge GmbH. *Wildentendaunendecke Cassette Art.-Nr.: O6001601*. URL: <https://www.bettenreiter.at/sortiment/schlafen/zudecken/wildentendaunendecke-cassette/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [400] Reiter Betten & Vorhänge GmbH. *Wildentendaunendecke Cassette Art.-Nr.: O6001701*. URL: <https://www.bettenreiter.at/sortiment/schlafen/zudecken/wildentendaunendecke-cassette-2/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [401] *Richtlinie (EU) 2020/2184 des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung)*. Straßburg/Brüssel: europäisches Parlament und europäischer Rat, Dez. 2020.
- [402] RWTH Aachen. *Erklärungen zum Volumen*. URL: [https://algo.rwth-aachen.de/infoki/Mathe5k/erklaerung\\_volumen.pdf](https://algo.rwth-aachen.de/infoki/Mathe5k/erklaerung_volumen.pdf) (Zugriff am 14. 11. 2021).
- [403] M. K. Sabitzer. „Umweltverbleib und -auswirkungen von per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) – potenzielle Expositionspfade und Senken in der Abfallwirtschaft“. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur Wien, 2020.
- [404] M. Sajid und M. Ilyas. „PTFE-coated non-stick cookware and toxicity concerns: a perspective“. In: *Environmental Science and Pollution Research* 24.30 (2017), S. 23436–23440. DOI: 10.1007/s11356-017-0095-y.

- [405] L. Schultes, R. Vestergren, K. Volkova, E. Westberg, T. Jacobson und J. Benskin. „Per- and polyfluoroalkyl substances and fluorine mass balance in cosmetic products from the Swedish market: Implications for environmental emissions and human exposure“. In: *Environmental Science: Processes and Impacts* 20.12 (2018), S. 1680–1690. DOI: 10.1039/c8em00368h.
- [406] Schupp GmbH & Co. KG. *Sicherheitsdatenblatt (gemäß Verordnung EG 1907/2006) - Bodylotion Urea Version 1*. 12. Apr. 2013.
- [407] Secretariat of the Stockholm Convention. *History of the negotiations of the Stockholm Convention*. URL: <http://www.pops.int/TheConvention/Overview/History/Overview/tabid/3549/Default.aspx> (Zugriff am 24. 11. 2021).
- [408] Sephora. *NARS - Radiant Creamy Concealer*. URL: <https://www.sephora.com/product/radiant-creamy-concealer-P377873> (Zugriff am 13. 11. 2021).
- [409] Shop Apotheke. *CATTIER Weiße Heilerde Peeling Einmalanwendung*. URL: <https://www.shop-apotheke.at/beauty/D8620156/cattier-weisse-heilerde-peeling-einmalanwendung.htm> (Zugriff am 14. 11. 2021).
- [410] State of Wisconsin- Department of Health Services. *Summary and Scientific Support Documents for Cycle 11 Recommended Groundwater Standards*. Forschungsber. State of Wisconsin- Department of Health Services, 2020. 391 S.
- [411] Statista GmbH. *Absatz von Sonnenschutz nach Sortiment im Jahr 2008*. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/13371/umfrage/uv-schutz-sonnenschutz-absatzmenge-2008-nach-sortiment/> (Zugriff am 01. 11. 2021).
- [412] Statista GmbH. *After how many wash cycles, do you re-impregnate your non-insulated/insulated jacket?* URL: <https://www.statista.com/statistics/560671/outdoor-jacket-re-impregnation-wash-cycle-amount-europe/> (Zugriff am 23. 11. 2021).
- [413] Statista GmbH. *Bevölkerung in Deutschland nach Häufigkeit der Verwendung von Haarspray oder Haarlack von 2016 bis 2020*. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/181226/umfrage/haeufigkeit-verwendung-von-haarspray-oder-haarlack/> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [414] Statista GmbH. *Children's Apparel T-Shirts*. URL: <https://www.statista.com/outlook/cmo/apparel/childrens-apparel/t-shirts/germany?currency=EUR> (Zugriff am 12. 12. 2021).
- [415] Statista GmbH. *Children's Apparel Trousers*. URL: <https://www.statista.com/outlook/cmo/apparel/childrens-apparel/trousers/germany?currency=EUR> (Zugriff am 12. 12. 2021).
- [416] Statista GmbH. *Damenbekleidung Mäntel & Jacken*. URL: <https://de.statista.com/outlook/cmo/bekleidung/damenbekleidung/maentel-jacken/oesterreich#volumen> (Zugriff am 27. 10. 2021).
- [417] Statista GmbH. *Durchschnittlicher Verbraucherpreis für Decken in ausgewählten europäischen Ländern im Jahr 2014*. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/465785/umfrage/durchschnittlicher-preis-fuer-decken-in-ausgewaehlten-europaeischen-laendern/> (Zugriff am 01. 11. 2021).
- [418] Statista GmbH. *Durchschnittlicher Verbraucherpreis für Handtücher in ausgewählten europäischen Ländern im Jahr 2015*. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/465786/umfrage/durchschnittlicher-preis-fuer-handtuecher-in-ausgewaehlten-europaeischen-laendern/> (Zugriff am 01. 11. 2021).

- [419] Statista GmbH. *Herrenbekleidung Mäntel & Jacken*. URL: <https://de.statista.com/outlook/cmo/bekleidung/herrenbekleidung/maentel-jacken/oesterreich#volumen> (Zugriff am 27.10.2021).
- [420] Statista GmbH. *How often do you wash your non-insulated/insulated jacket at home?* URL: <https://www.statista.com/statistics/560621/amount-consumers-wash-outdoor-jackets-in-europe/> (Zugriff am 24.11.2021).
- [421] Statista GmbH. *Inlandsverfügbarkeit von Haustextilien in Deutschland in den Jahren 2008 bis 2012*. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/6531/umfrage/inlandsverfuegbarkeit-von-haustextilien-in-deutschland/> (Zugriff am 05.11.2021).
- [422] Statista GmbH. *Kinderbekleidung Mäntel & Jacken*. URL: <https://de.statista.com/outlook/cmo/bekleidung/kinderbekleidung/maentel-jacken/oesterreich#volumen> (Zugriff am 27.10.2021).
- [423] Statista GmbH. *Konsumausgaben der privaten Haushalte in Österreich für Teppiche von 2015 bis 2019*. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1143037/umfrage/ausgaben-privater-haushalte-fuer-teppiche-in-oesterreich/> (Zugriff am 01.11.2021).
- [424] Statista GmbH. *Konsumausgaben der privaten Haushalte in Österreich für Vorhänge von 2015 bis 2019*. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1143041/umfrage/ausgaben-privater-haushalte-fuer-vorhaenge-in-oesterreich/> (Zugriff am 01.11.2021).
- [425] Statista GmbH. *Kosmetik*. URL: <https://de.statista.com/download/MTYzNTcwMjM3MiMjNjQ0MzIjIzE> (Zugriff am 31.10.2021).
- [426] Statista GmbH. *Marktindikatoren*. URL: <https://de.statista.com/outlook/cmo/bekleidung/kinderbekleidung/maentel-jacken/oesterreich#marktindikatoren> (Zugriff am 27.10.2021).
- [427] Statista GmbH. *Marktindikatoren*. URL: <https://de.statista.com/outlook/cmo/beauty-personal-care/dekorative-kosmetik/teint/deutschland#marktindikatoren> (Zugriff am 01.11.2021).
- [428] Statista GmbH. *Marktindikatoren*. URL: <https://de.statista.com/outlook/cmo/bekleidung/kinderbekleidung/maentel-jacken/japan#marktindikatoren> (Zugriff am 01.11.2021).
- [429] Statista GmbH. *Men's Apparel T-Shirts*. URL: <https://www.statista.com/outlook/cmo/apparel/mens-apparel/t-shirts/germany?currency=EUR> (Zugriff am 12.12.2021).
- [430] Statista GmbH. *Men's Apparel Trousers*. URL: <https://www.statista.com/outlook/cmo/apparel/mens-apparel/trousers/germany?currency=EUR> (Zugriff am 12.12.2021).
- [431] Statista GmbH. *Sales volume of down and feather quilts in Japan from 2012 to 2020*. URL: <https://www.statista.com/statistics/792503/japan-down-feather-quilt-sales-quantity/> (Zugriff am 15.11.2021).
- [432] Statista GmbH. *Umfrage zur Verwendungshäufigkeit von Gesichtspeeling bei Männern nach Alter in Deutschland im Jahr 2015*. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/455896/umfrage/verwendungshaeufigkeit-von-gesichtspeeling-bei-maennern-nach-alter-in-deutschland/> (Zugriff am 14.11.2021).

- [433] Statista GmbH. *Umfrage zur Verwendungshäufigkeit von Rasierschaum, - gel,- seife bei Männern nach Alter in Deutschland im Jahr 2015*. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/456039/umfrage/verwendungshaeufigkeit-von-rasierschaum-gel-seife-bei-maennern-nach-alter-in-deutschland/> (Zugriff am 15. 12. 2021).
- [434] Statista GmbH. *Umsatz der Branche Decken in Japan von 2012 bis 2018 und Prognose bis zum Jahr 2024*. URL: <https://de.statista.com/prognosen/465079/decken-umsatz-in-japan> (Zugriff am 01. 11. 2021).
- [435] Statista GmbH. *Umsatz der Branche Handtücher in Japan von 2012 bis 2018 und Prognose bis zum Jahr 2024*. URL: <https://de.statista.com/prognosen/465073/handtuecher-umsatz-in-japan> (Zugriff am 01. 11. 2021).
- [436] Statista GmbH. *Wie häufig verwenden Sie Highlighter oder Contouring?* URL: <https://de.statista.com/prognosen/1035622/umfrage-in-deutschland-zur-nutzungshaeufigkeit-von-highlighter-contouring> (Zugriff am 13. 11. 2021).
- [437] Statista GmbH. *Wie oft nutzen Sie Körperpflegeprodukte?* URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/695723/umfrage/verwendungshaeufigkeit-von-koerperpflegeprodukten-frauen-in-deutschland/> (Zugriff am 15. 12. 2021).
- [438] Statista GmbH. *Wie oft nutzen Sie persönlich Gesichtspflegeprodukte?* URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/695244/umfrage/gesichtspflegeprodukten-verwendungshaeufigkeit-frauen-deutschland/> (Zugriff am 14. 11. 2021).
- [439] Statista GmbH. *Women's Apparel T-Shirts*. URL: <https://www.statista.com/outlook/cmo/apparel/womens-apparel/t-shirts/germany?currency=EUR> (Zugriff am 12. 12. 2021).
- [440] Statista GmbH. *Women's Apparel Trousers*. URL: <https://www.statista.com/outlook/cmo/apparel/womens-apparel/trousers/germany?currency=EUR#revenue> (Zugriff am 12. 12. 2021).
- [441] Statista GmbH). <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/465783/umfrage/durchschnittliche-preise-fuer-bettwaesche-in-ausgewaehlten-europaeischen-laendern/>. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/173702/umfrage/umsatz-mit-bettwaesche-seit-2006/> (Zugriff am 01. 11. 2021).
- [442] Statista GmbH). *Umsatz mit Bettwäsche in Deutschland in den Jahren 2006 bis 2014*. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/173702/umfrage/umsatz-mit-bettwaesche-seit-2006/> (Zugriff am 03. 11. 2021).
- [443] Statistisches Bundesamt. *Bevölkerung: Deutschland, Stichtag, Geschlecht, Altersgruppen, Staatsangehörigkeit*. URL: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=abrufabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1636901786282&auswahloperation=abrufabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=12411-0009&auswahltext=&werteabruf=Werteabruf#abreadcrumb> (Zugriff am 14. 11. 2021).
- [444] P. Supreeyasunthorn, S. K. Boontanon und N. Boontanon. „Perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctanoic acid (PFOA) contamination from textiles“. In: *Journal of Environmental Science and Health, Part A* 51.6 (2016), S. 472–477. DOI: 10.1080/10934529.2015.1128713.

- [445] K. Sznajder-Katarzyńska, M. Surma und I. Cieślik. „A Review of Perfluoroalkyl Acids (PFAAs) in terms of Sources, Applications, Human Exposure, Dietary Intake, Toxicity, Legal Regulation, and Methods of Determination“. In: *Journal of Chemistry* 2019 (2019), S. 20. DOI: 10.1155/2019/2717528.
- [446] Tirolerin. *LIP SECRETS (18.08.2017)*. URL: <https://www.tirolerin.at/beauty/lip-secrets-119171/> (Zugriff am 10. 11. 2021).
- [447] S. Toshovski, M. Kaiser, S. Fuchs, F. Sacher, A. Thoma, V. Kümmel und B. Lambert. *Prioritäre Stoffe in kommunalen Kläranlagen - Ein deutschlandweit harmonisiertes Monitoring*. Forschungsber. Umweltbundesamt, 2020. 265 S.
- [448] U. Tückmantel. *Rasier Dich richtig!: Alles, was Dein Vater Dir über den Umgang mit Pinsel & Klinge nicht beigebracht hat, weil er es selbst nicht wusste*. Books on Demand, 2019. ISBN: 9783749459520. URL: <https://books.google.at/books?id=o8WXdWAAQBAJ>.
- [449] Umweltbundesamt (UBA). *Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC); Stand 07.08.2018*. 2018. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-reach/stoffgruppen/per-polyfluorierte-chemikalien-pfc#was-sind-pfc> (Zugriff am 13. 07. 2021).
- [450] Umweltbundesamt GmbH. *EU-Wasserrahmenrichtlinie*. URL: <https://www.umweltbundesamt.at/umwelthemen/wasser/wrr1> (Zugriff am 26. 11. 2021).
- [451] Umweltbundesamt GmbH. *Perfluorierte Alkylsubstanzen - PFAS*. URL: <https://www.umweltbundesamt.at/umwelthemen/stoffradar/pfas> (Zugriff am 26. 11. 2021).
- [452] Umweltbundesamt GmbH. *Perfluorierte Alkylsubstanzen - PFAS*. URL: <https://www.umweltbundesamt.at/umwelthemen/stoffradar/pfas> (Zugriff am 13. 07. 2021).
- [453] Umweltprobenbank des Bundes (UPB). *1H,1H,2H,2H-Perfluor-n-octansulfonsäure (6:2 FtS)*. URL: <https://www.umweltprobenbank.de/de/documents/profiles/analytes/28369> (Zugriff am 22. 11. 2021).
- [454] Umweltprobenbank des Bundes (UPB). *Perfluorheptansäure*. URL: <https://www.umweltprobenbank.de/de/documents/profiles/analytes/25483> (Zugriff am 19. 11. 2021).
- [455] Umweltprobenbank des Bundes (UPB). *Perfluorhexansäure*. URL: <https://www.umweltprobenbank.de/de/documents/profiles/analytes/14123> (Zugriff am 18. 11. 2021).
- [456] Umweltprobenbank des Bundes (UPB). *Perfluorhexansulfonsäure*. URL: <https://www.umweltprobenbank.de/de/documents/profiles/analytes/14130> (Zugriff am 21. 11. 2021).
- [457] Umweltprobenbank des Bundes (UPB). *Perfluoronansäure*. URL: <https://www.umweltprobenbank.de/de/documents/profiles/analytes/14125> (Zugriff am 26. 11. 2021).
- [458] Umweltprobenbank des Bundes (UPB). *Perfluoroctansäure*. URL: <https://www.umweltprobenbank.de/de/documents/profiles/analytes/14124> (Zugriff am 13. 07. 2021).
- [459] Umweltprobenbank des Bundes (UPB). *Perfluoroctansulfonsäure*. URL: <https://www.umweltprobenbank.de/de/documents/profiles/analytes/14132> (Zugriff am 16. 11. 2021).
- [460] Universität Münster. *Das chemische Gleichgewicht - Lehramt 1a SS 2010*. URL: [https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/anorganische\\_und\\_analytische\\_chemie/lehre/lehramt/b2fchemie/modul\\_ac-i/11a\\_4\\_gleichgewicht\\_s\\_ure-base.pdf](https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/anorganische_und_analytische_chemie/lehre/lehramt/b2fchemie/modul_ac-i/11a_4_gleichgewicht_s_ure-base.pdf) (Zugriff am 20. 11. 2021).
- [461] *Verordnung (EU) 2019/1021 des europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über persistente organische Schadstoffe*. Straßburg/Brüssel: europäisches Parlament und europäischer Rat, Juni 2019.

- [462] *Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des Zielzustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer – QZV Chemie OG)*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft, Mai 2019.
- [463] *Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch - Trinkwasserverordnung*. Wien: Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, Dez. 2017.
- [464] R. Vestergren, D. Herzke, T. Wang und I. Cousins. „Are imported consumer products an important diffuse source of PFASs to the Norwegian environment?“ In: *Environmental Pollution* 198 (2015), S. 223–230. DOI: 10.1016/j.envpol.2014.12.034.
- [465] *Wasserrechtsgesetz 1959*. Wien: österreichischer Nationalrat, Nov. 2018.
- [466] Wellness Magazin. *Der perfekte Kussmund: Alles, was Sie über Lippenstift und -pflege wissen müssen (18. Januar 2020)*. URL: <https://wellness-magazin.at/style/der-perfekte-kussmund-alles-was-sie-ueber-lippenstift-und-pflege-wissen-muessen/> (Zugriff am 10. 11. 2021).
- [467] H. D. Whitehead, M. Venier, Y. Wu, E. Eastman, S. Urbanik, M. L. Diamond, A. Shalin, H. Schwartz-Narbonne, T. A. Bruton, A. Blum, Z. Wang, M. Green, M. Tighe, J. T. Wilkinson, S. McGuinness und G. F. Peaslee. „Fluorinated Compounds in North American Cosmetics“. In: *Environmental Science & Technology Letters* 8.7 (2021), S. 538–544. DOI: 10.1021/acs.estlett.1c00240.
- [468] W. Willand, Y. Baron, M. Blepp, R. Weber und C. Herold. *Beste verfügbare Techniken für die PFOS-Substitution in der Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen sowie Analyse der alternativen Substanzen zu PFOS beim Einsatz in Anlagen zur Verchromung und Kunststoffbeize - Abschlussbericht*. Forschungsber. Umweltbundesamt, 2020. 236 S.
- [469] XXXLutz. *Artikelnr. 3021064605 KISSENHÜLLE 45/45 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/joop-kissenhuelle-45-45-cm-003021064605> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [470] XXXLutz. *Artikelnr. 3252046202 KISSENHÜLLE 48/48 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-48-48-cm-003252046202> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [471] XXXLutz. *Artikelnr. 3279008302 DAUNENDECKE 140/220 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/billerbeck-dauenendecke-140-220-cm-003279008302> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [472] XXXLutz. *Artikelnr. 3279008303 DAUNENDECKE 200/200 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/billerbeck-dauenendecke-200-200-cm-003279008303> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [473] XXXLutz. *Artikelnr. 3279008801 DAUNENDECKE 135-140/200 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/billerbeck-dauenendecke-135-140-200-cm-003279008801> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [474] XXXLutz. *Artikelnr. 3279011001 DAUNENDECKE 140/200 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/billerbeck-dauenendecke-140-200-cm-003279011001> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [475] XXXLutz. *Artikelnr. 3279017801 DAUNENDECKE 135-140/200 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/billerbeck-dauenendecke-135-140-200-cm-003279017801> (Zugriff am 15. 11. 2021).

- [476] XXXLutz. *Artikelnr. 3279036801 DAUNENDECKE 140/200 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/billerbeck-daunendecke-140-200-cm-003279036801> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [477] XXXLutz. *Artikelnr. 3279046702 GANZJAHRESDECKE ARIZONA MONO 140/200 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/billerbeck-ganzjahresdecke-arizona-mono-140-200-cm-003279046702> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [478] XXXLutz. *Artikelnr. 32790468022 WINTERSDECKE ARIZONA KASSETTE 140/200 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/billerbeck-winterdecke-arizona-kassette-140-200-cm-0032790468022> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [479] XXXLutz. *Artikelnr. 3279047002 GANZJAHRESDECKE MONO 140/200 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/billerbeck-ganzjahresdecke-mono-140-200-cm-003279047002> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [480] XXXLutz. *Artikelnr. 3342006114 BADTEPPICH 55/65 cm Multicolor*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kleine-wolke-badteppich-55-65-cm-multicolor-003342006114> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [481] XXXLutz. *Artikelnr. 3342006314 BADTEPPICH 70/120 cm Multicolor*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kleine-wolke-badteppich-70-120-cm-multicolor-003342006314> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [482] XXXLutz. *Artikelnr. 3342027303 BADETEPPICH 60/90 cm Grün*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kleine-wolke-badteppich-60-90-cm-gruen-003342027303> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [483] XXXLutz. *Artikelnr. 3342060502 BADETEPPICH 55/65 cm Orange*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kleine-wolke-badteppich-55-65-cm-orange-003342060502> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [484] XXXLutz. *Artikelnr. 3342061101 WC-VORLEGER 55/55 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kleine-wolke-badematte-55-55-cm-multicolor-003342061101> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [485] XXXLutz. *Artikelnr. 3342089303 BADTEPPICH 50/60 cm Rot*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kleine-wolke-badteppich-50-60-cm-rot-003342089303> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [486] XXXLutz. *Artikelnr. 3342089404 BADTEPPICH 60/90 cm Türkis*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kleine-wolke-badteppich-60-90-cm-tuerkis-003342089404> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [487] XXXLutz. *Artikelnr. 3342175901 BADTEPPICH 50/60 cm Rot*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kleine-wolke-badteppich-50-60-cm-rot-003342175901> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [488] XXXLutz. *Artikelnr. 3342188204 BADETEPPICH NELKE, 2-TLG. Rosa 85/55/2 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kleine-wolke-badteppich-nelke-2-tlg-rosa-85-55-2-cm-003342188204> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [489] XXXLutz. *Artikelnr. 3354008801 KISSENHÜLLE 50/50 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kissenhuelle-50-50-cm-003354008801> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [490] XXXLutz. *Artikelnr. 3354090601 KISSENHÜLLE 30/50 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kissenhuelle-30-50-cm-003354090601> (Zugriff am 15. 11. 2021).

- [491] XXXLutz. *Artikelnr. 3354091001 KISSENHÜLLE 40/40 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kissenhuelle-40-40-cm-003354091001> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [492] XXXLutz. *Artikelnr. 3354091101 KISSENHÜLLE 40/60 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kissenhuelle-40-60-cm-003354091101> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [493] XXXLutz. *Artikelnr. 3355007204 HANDTUCH 50/100 cm Weiß*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/vossen-handtuch-50-100-cm-wei-003355007204> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [494] XXXLutz. *Artikelnr. 3355025315 HANDTUCH 50/100 cm Beige*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/vossen-handtuch-50-100-cm-beige-003355025315> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [495] XXXLutz. *Artikelnr. 3355032247 BADEMATTE 55/65 cm Grau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/vossen-badematte-55-65-cm-grau-003355032247> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [496] XXXLutz. *Artikelnr. 3355032802 BADEMATTE 67/120 cm Creme*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/vossen-badematte-67-120-cm-creme-003355032802> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [497] XXXLutz. *Artikelnr. 3355042008 BADETUCH 100/150 cm Petrol*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/vossen-badetuch-100-150-cm-petrol-003355042008> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [498] XXXLutz. *Artikelnr. 3355042708 DUSCHTUCH 67/140 cm Blau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/vossen-duschtuch-67-140-cm-blau-003355042708> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [499] XXXLutz. *Artikelnr. 3355044209 HANDTUCH 50/100 cm Grau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esprit-handtuch-50-100-cm-grau-003355044209> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [500] XXXLutz. *Artikelnr. 3355044301 GÄSTETUCH 30/50 cm Weiß*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/vossen-gaestetuch-30-50-cm-wei-003355044301> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [501] XXXLutz. *Artikelnr. 3355045606 BADETUCH 100/150 cm Grau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/vossen-badetuch-100-150-cm-grau-003355045606> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [502] XXXLutz. *Artikelnr. 3355045702 GÄSTETUCH 40/60 cm Grün*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/vossen-gaestetuch-40-60-cm-gruen-003355045702> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [503] XXXLutz. *Artikelnr. 3355046210 BADETUCH 100/150 cm Rosa*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/vossen-badetuch-100-150-cm-rosa-003355046210> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [504] XXXLutz. *Artikelnr. 3355046235 BADETUCH 100/150 cm Orange*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/vossen-badetuch-100-150-cm-orange-003355046235> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [505] XXXLutz. *Artikelnr. 3355047136 BADTEPPICH 67/120 cm Grün*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/vossen-badteppich-67-120-cm-gruen-003355047136> (Zugriff am 15. 11. 2021).

- [506] XXXLutz. *Artikelnr. 3355054201 GÄSTETUCH 40/60 cm Weiß*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/vossen-gaestetuch-40-60-cm-wei-003355054201> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [507] XXXLutz. *Artikelnr. 3355063112 SAUNATUCH 90/200 cm Grau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/saunatuch-90-200-cm-grau-003355063112> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [508] XXXLutz. *Artikelnr. 3367025001 GÄSTETUCH 30/50 cm Silberfarben*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/joop-gaestetuch-30-50-cm-silberfarben-003367025001> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [509] XXXLutz. *Artikelnr. 3367083605 DUSCHTUCH 80/150 cm Grau, Schwarz, Silberfarben*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/joop-duschtuch-80-150-cm-grau-schwarz-silberfarben-003367083605> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [510] XXXLutz. *Artikelnr. 3367112902 SAUNATUCH NOBLESSE 80/200 cm Weiß*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/cawoe-saunatuch-noblesse-80-200-cm-wei-003367112902> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [511] XXXLutz. *Artikelnr. 3367211318 GÄSTETUCH 30/50 cm Anthrazit, Grau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/joop-gaestetuch-30-50-cm-anthrazit-grau-003367211318> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [512] XXXLutz. *Artikelnr. 3367211321 GÄSTETUCH 30/50 cm Blau, Dunkelblau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/joop-gaestetuch-30-50-cm-blau-dunkelblau-003367211321> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [513] XXXLutz. *Artikelnr. 3367211419 HANDTUCH 50/100 cm Grau, Schwarz*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/joop-handtuch-50-100-cm-grau-schwarz-003367211419> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [514] XXXLutz. *Artikelnr. 3367211519 DUSCHTUCH 80/150 cm Grau, Schwarz*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/joop-duschtuch-80-150-cm-grau-schwarz-003367211519> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [515] XXXLutz. *Artikelnr. 3444012702 POLSTERBEZUG 40/40 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/polsterbezug-40-40-cm-003444012702> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [516] XXXLutz. *Artikelnr. 3444013901 KISSENHÜLLE 70/90 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kissenhuelle-70-90-cm-003444013901> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [517] XXXLutz. *Artikelnr. 3621019701 KISSENHÜLLE 45/45 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/x-mas-kissenhuelle-45-45-cm-003621019701> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [518] XXXLutz. *Artikelnr. 3621019801 KISSENHÜLLE 45/45 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/x-mas-kissenhuelle-45-45-cm-003621019801> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [519] XXXLutz. *Artikelnr. 3748004002 BADEMATTE 60 cm Grau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-badematte-60-cm-grau-003748004002> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [520] XXXLutz. *Artikelnr. 3748004103 TISCHDECKE 150/250 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/tischdecke-150-250-cm-003748004103> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [521] XXXLutz. *Artikelnr. 3748004104 TISCHDECKE 150/250 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/tischdecke-150-250-cm-003748004104> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [522] XXXLutz. *Artikelnr. 3748004602 TISCHDECKE 130/170 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/x-mas-tischdecke-130-170-cm-003748004602> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [523] XXXLutz. *Artikelnr. 3748004603 TISCHDECKE 130/220 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/x-mas-tischdecke-130-220-cm-003748004603> (Zugriff am 05. 11. 2021).

- [524] XXXLutz. *Artikelnr. 3748004604 TISCHDECKE 160/260 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/x-mas-tischdecke-160-260-cm-003748004604> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [525] XXXLutz. *Artikelnr. 3748025011 BADEMATTE 70/120 cm Beige*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-badematte-70-120-cm-beige-003748025011> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [526] XXXLutz. *Artikelnr. 3748025017 BADEMATTE 70/120 cm Taupe*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-badematte-70-120-cm-taupe-003748025017> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [527] XXXLutz. *Artikelnr. 3831032704 KISSENHÜLLE 50/50 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-kissenhuelle-50-50-cm-003831032704> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [528] XXXLutz. *Artikelnr. 3831034201 KISSENHÜLLE 40/40 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/david-fussenegger-kissenhuelle-40-40-cm-003831034201> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [529] XXXLutz. *Artikelnr. 3917045207 KISSENHÜLLE 60/60 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-60-60-cm-003917045207> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [530] XXXLutz. *Artikelnr. 3917046207 KISSENHÜLLE 40/60 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-40-60-cm-003917046207> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [531] XXXLutz. *Artikelnr. 3917048507 KISSENHÜLLE 50/50 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-50-50-cm-003917048507> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [532] XXXLutz. *Artikelnr. 3917060602 KISSENHÜLLE 50/50 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-kissenhuelle-50-50-cm-003917060602> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [533] XXXLutz. *Artikelnr. 3917060604 KISSENHÜLLE 50/50 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-kissenhuelle-50-50-cm-003917060604> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [534] XXXLutz. *Artikelnr. 3917060608 KISSENHÜLLE 50/50 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-kissenhuelle-50-50-cm-003917060608> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [535] XXXLutz. *Artikelnr. 3917060701 KISSENHÜLLE 40/60 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-kissenhuelle-40-60-cm-003917060701> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [536] XXXLutz. *Artikelnr. 3917060702 KISSENHÜLLE 40/60 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-kissenhuelle-40-60-cm-003917060702> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [537] XXXLutz. *Artikelnr. 4118006610 KISSENHÜLLE 40/40 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-40-40-cm-004118006610> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [538] XXXLutz. *Artikelnr. 4118006717 KISSENHÜLLE 50/50 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-50-50-cm-004118006717> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [539] XXXLutz. *Artikelnr. 4118052303 KISSENHÜLLE 50/50 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-50-50-cm-004118052303> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [540] XXXLutz. *Artikelnr. 4118052310 KISSENHÜLLE 50/50 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-50-50-cm-004118052310> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [541] XXXLutz. *Artikelnr. 4219001814 KISSENHÜLLE 50/50 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/joop-kissenhuelle-50-50-cm-004219001814> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [542] XXXLutz. *Artikelnr. 4378019501 KISSENHÜLLE 40/80 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-kissenhuelle-40-80-cm-004378019501> (Zugriff am 15. 11. 2021).

- [543] XXXLutz. *Artikelnr. 4417004001 GÄSTETUCH 30/50 cm Weiß*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-gaestetuch-30-50-cm-wei-004417004001> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [544] XXXLutz. *Artikelnr. 4417004115 HANDTUCH 50/100 cm Dunkelgrün*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-handtuch-50-100-cm-dunkelgruen-004417004115> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [545] XXXLutz. *Artikelnr. 4417004204 DUSCHTUCH 70/140 cm Dunkelgelb*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-duschtuch-70-140-cm-dunkelgelb-004417004204> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [546] XXXLutz. *Artikelnr. 4417004215 DUSCHTUCH 70/140 cm Dunkelgrün*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-duschtuch-70-140-cm-dunkelgruen-004417004215> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [547] XXXLutz. *Artikelnr. 4417004609 BADEMATTE 50/80 cm Mintgrün*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-badematte-50-80-cm-mintgruen-004417004609> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [548] XXXLutz. *Artikelnr. 4417005709 BADEMATTE 50/60 cm Kirschbaumfarben, Bordeaux*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-badematte-50-60-cm-kirschbaumfarben-bordeaux-004417005709> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [549] XXXLutz. *Artikelnr. 4417005801 BADEMATTE 60/100 cm Weiß*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-badematte-60-100-cm-wei-004417005801> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [550] XXXLutz. *Artikelnr. 4417005802 BADEMATTE 60/100 cm Anthrazit*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-badematte-60-100-cm-anthrazit-004417005802> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [551] XXXLutz. *Artikelnr. 4417005901 BADEMATTE 70/120 cm Weiß*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-badematte-70-120-cm-wei-004417005901> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [552] XXXLutz. *Artikelnr. 4602001801 TISCHDECKE 130/160 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-tischdecke-130-160-cm-004602001801> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [553] XXXLutz. *Artikelnr. 4602001802 TISCHDECKE 130/160 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-tischdecke-130-160-cm-004602001802> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [554] XXXLutz. *Artikelnr. 4891018102 KISSENHÜLLE 40/80 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-40-80-cm-004891018102> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [555] XXXLutz. *Artikelnr. 4891018109 KISSENHÜLLE 40/80 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-40-80-cm-004891018109> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [556] XXXLutz. *Artikelnr. 4893002801 GÄSTETUCH 30/50 cm Orange*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-gaestetuch-30-50-cm-orange-004893002801> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [557] XXXLutz. *Artikelnr. 4893003120 HANDTUCH 50/100 cm Terra cotta*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-handtuch-50-100-cm-terra-cotta-004893003120> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [558] XXXLutz. *Artikelnr. 4893003318 DUSCHTUCH 70/140 cm Braun, Taupe*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-duschtuch-70-140-cm-braun-taupe-004893003318> (Zugriff am 05. 11. 2021).

- [559] XXXLutz. *Artikelnr. 4893005705 BADEMATTE 50/70 cm Türkis*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-badematte-50-70-cm-tuerkis-004893005705> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [560] XXXLutz. *Artikelnr. 4893005708 BADEMATTE 50/70 cm Terra cotta*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-badematte-50-70-cm-terra-cotta-004893005708> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [561] XXXLutz. *Artikelnr. 4893009903 HANDTUCH 50/90 cm Orange*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/ben-n-jen-handtuch-50-90-cm-orange-004893009903> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [562] XXXLutz. *Artikelnr. 4893010003 DUSCHTUCH 70/130 cm Orange*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/ben-n-jen-duschtuch-70-130-cm-orange-004893010003> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [563] XXXLutz. *Artikelnr. 5041002702 BADTEPPICH 60/90 cm Anthrazit, Grau, Hellgrau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/joop-badteppich-60-90-cm-anthrazit-grau-hellgrau-005041002702> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [564] XXXLutz. *Artikelnr. 5041008402 BADTEPPICH 45/65 cm Silberfarben, Hellgrau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/joop-badteppich-45-65-cm-silberfarben-hellgrau-005041008402> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [565] XXXLutz. *Artikelnr. 5299005401 KISSENHÜLLE Centuries FB 990 40/80 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kissenhuelle-centuries-fb-990-40-80-cm-005299005401> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [566] XXXLutz. *Artikelnr. 5299006502 KISSENHÜLLE Stay FB 090 40/80 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/kissenhuelle-stay-fb-090-40-80-cm-005299006502> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [567] XXXLutz. *Artikelnr. 5836014704 KISSENHÜLLE 40/80 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-kissenhuelle-40-80-cm-005836014704> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [568] XXXLutz. *Artikelnr. 6134002502 BADEMATTE 60/100 cm Anthrazit Silberfarben*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/ambiente-badematte-60-100-cm-anthrazit-silberfarben-006134002502> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [569] XXXLutz. *Artikelnr. 6134002701 BADTEPPICH 60/60 cm Silberfarben, Beige, Bronzefarben*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/ambiente-badteppich-60-60-cm-silberfarben-beige-bronzefarben-006134002701> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [570] XXXLutz. *Artikelnr. 6134002703 BADTEPPICH 70/120 cm Silberfarben, Beige, Bronzefarben*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/ambiente-badteppich-70-120-cm-silberfarben-beige-bronzefarben-006134002703> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [571] XXXLutz. *Artikelnr. 6134002801 BADTEPPICH 60/60 cm Lila, Weiß, Hellgrau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/ambiente-badteppich-60-60-cm-lila-weiss-hellgrau-006134002801> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [572] XXXLutz. *Artikelnr. 6134002802 BADTEPPICH 60/100 cm Lila, Weiß, Hellgrau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/ambiente-badteppich-60-100-cm-lila-weiss-hellgrau-006134002802> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [573] XXXLutz. *Artikelnr. 6521000301 DUSCHTUCH 60/120 cm Weiß*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/boxxx-duschtuch-60-120-cm-wei-006521000301> (Zugriff am 05. 11. 2021).

- [574] XXXLutz. *Artikelnr. 6545001702 TISCHDECKE 130/220 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-tischdecke-130-220-cm-006545001702> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [575] XXXLutz. *Artikelnr. 6792006809 DUSCHTUCH 70/140 cm Lila*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-duschtuch-70-140-cm-lila-006792006809> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [576] XXXLutz. *Artikelnr. 6792007302 HANDTUCH 50/100 cm Silberfarben*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-handtuch-50-100-cm-silberfarben-006792007302> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [577] XXXLutz. *Artikelnr. 6792007402 DUSCHTUCH 70/140 cm Silberfarben*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-duschtuch-70-140-cm-silberfarben-006792007402> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [578] XXXLutz. *Artikelnr. 6792007606 HANDTUCH 50/100 cm Grau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-handtuch-50-100-cm-grau-006792007606> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [579] XXXLutz. *Artikelnr. 6792007701 DUSCHTUCH 70/140 cm Weiß*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-duschtuch-70-140-cm-wei-006792007701> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [580] XXXLutz. *Artikelnr. 6792007706 DUSCHTUCH 70/140 cm Grau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-duschtuch-70-140-cm-grau-006792007706> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [581] XXXLutz. *Artikelnr. 6792007806 GÄSTETUCH 30/30 cm Grau*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/bio-vio-gaestetuch-30-30-cm-grau-006792007806> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [582] XXXLutz. *Artikelnr. 7960001401 STRANDTUCH 80/180 cm Rot*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-strandtuch-80-180-cm-rot-007960001401> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [583] XXXLutz. *Artikelnr. 8004001301 GÄSTETUCH 30/50 cm Weiß*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/boxxx-gaestetuch-30-50-cm-wei-008004001301> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [584] XXXLutz. *Artikelnr. 8004001604 DUSCHTUCH 70/140 cm Hellgrün*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/boxxx-duschtuch-70-140-cm-hellgruen-008004001604> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [585] XXXLutz. *Artikelnr. 8105020004 FROTTIERSET 50/90 cm Altrosa*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-frottier-set-50-90-cm-altrosa-008105020004> (Zugriff am 05. 11. 2021).
- [586] XXXLutz. *Artikelnr. 8528014501 KISSENHÜLLE 48/48 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-kissenhuelle-48-48-cm-008528014501> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [587] XXXLutz. *Artikelnr. 8634000405 BADTEPPICH 55/80 cm Lila*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/boxxx-badteppich-55-80-cm-lila-008634000405> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [588] XXXLutz. *Artikelnr. 8634003501 BADTEPPICH 50/80 cm Anthrazit, Taupe, Beige*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-badteppich-50-80-cm-anthrazit-taupe-beige-008634003501> (Zugriff am 15. 11. 2021).

- [589] XXXLutz. *Artikelnr. 8666012303 KISSENHÜLLE 40/40 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-kissenhuelle-40-40-cm-008666012303> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [590] XXXLutz. *Artikelnr. 8666023003 KISSENHÜLLE 45/45 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/landscape-kissenhuelle-45-45-cm-008666023003> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [591] XXXLutz. *Artikelnr. 8666023102 KISSENHÜLLE 45/45 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/landscape-kissenhuelle-45-45-cm-008666023102> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [592] XXXLutz. *Artikelnr. 8742006701 KISSENHÜLLE 45/45 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-45-45-cm-008742006701> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [593] XXXLutz. *Artikelnr. 8742006801 KISSENHÜLLE 45/45 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-45-45-cm-008742006801> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [594] XXXLutz. *Artikelnr. 8982016703 KISSENHÜLLE 48/48 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-48-48-cm-008982016703> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [595] XXXLutz. *Artikelnr. 8982018001 BADEMATTE 60/60 cm Silberfarben*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-badematte-60-60-cm-silberfarben-008982018001> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [596] XXXLutz. *Artikelnr. 8982018003 BADEMATTE 70/120 cm Silberfarben*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-badematte-70-120-cm-silberfarben-008982018003> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [597] XXXLutz. *Artikelnr. 8982018202 BADEMATTE 60/100 cm Mauve*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-badematte-60-100-cm-mauve-008982018202> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [598] XXXLutz. *Artikelnr. 8982019708 BADEMATTE 50/80 cm Beere*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/boxxx-badematte-50-80-cm-beere-008982019708> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [599] XXXLutz. *Artikelnr. 8982020904 KISSENHÜLLE 48/48 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-48-48-cm-008982020904> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [600] XXXLutz. *Artikelnr. 8982022002 BADEMATTENSET 50x80/50x50 cm Naturfarben*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/boxxx-bademattenset-50x80-50x50-cm-naturfarben-008982022002> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [601] XXXLutz. *Artikelnr. 8982022503 BADEMATTE 90 cm Weiß*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/esposa-badematte-90-cm-wei-008982022503> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [602] XXXLutz. *Artikelnr. 8982023202 KISSENHÜLLE 48/48 cm*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/novel-kissenhuelle-48-48-cm-008982023202> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [603] XXXLutz. *Artikelnr. 8982023402 BADEMATTE 60/60 cm Silberfarben*. URL: <https://www.xxxlutz.at/p/ambiente-badematte-60-60-cm-silberfarben-008982023402> (Zugriff am 15. 11. 2021).
- [604] yaoota! *Fashion Whitening BB Cream For Men Pro Makeup Skin Care Liquid Foundation Concealer Hot*. URL: <https://yaoota.com/en-ke/product/fashion-whitening-bb-cream-for-men-pro-makeup-skin-care-li-2-price-from-jumia-kenya> (Zugriff am 12. 11. 2021).