

Studie

Analyse und Verbleib von Feuchttücher-Abfall in der Kanalisation

Auftraggeber:

Gemeinschaft Steirischer Abwasserentsorger

Wartingergasse 43

8010 Graz

Erstellt von:

Mag. Dr. Martin Wellacher

Melanie Leitner

Leoben, 15. Februar 2018

MIT UNTERSTÜTZUNG VOM
BUNDESMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT
UND TOURISMUS



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 AUFGABENSTELLUNG	4
2 EINLEITUNG	5
2.1 Allgemeines	5
3 MATERIAL UND METHODEN	6
3.1 Nachweis der Problematik von Feuchttüchern.....	7
3.2 Konsistenz	8
3.3 Gesicherte Daten	9
3.4 End-of-Life-Kosten Abwasserableitung bis Rechenanlage	9
3.5 Maßnahmen zur Problembehebung.....	10
4 ERGEBNISSE	11
4.1 Nachweis der Problematik von Feuchttüchern.....	11
4.2 Konsistenz	12
4.3 Gesicherte Daten	14
4.4 End-of-Life-Kosten Abwasserableitung bis Rechenanlage	15
4.5 Maßnahmen zur Problembehebung.....	17
5 DISKUSSION	19
5.1 Nachweis der Problematik von Feuchttüchern.....	19
5.2 Konsistenz	19
5.3 Gesicherte Daten	20
5.4 End-of-Life-Kosten Abwasserableitung bis Rechenanlage	21
5.5 Maßnahmen zur Problembehebung.....	21
6 ZUSAMMENFASSUNG	24
7 LITERATUR	I

1 Aufgabenstellung

Die im Zuge dieser Studie zu beantwortenden Fragen betreffen Feuchttücher (FT), die über Toiletten in die Kanalisation gelangen und in weiterer Folge Probleme verursachen, beispielsweise in Pumpstationen vor Kläranlagen. Die bearbeiteten Fragen lauten:

1. Kann ein eindeutiger Beweis zur Problematik von Feuchttüchern in Abwasseranlagen erbracht werden?
2. Kann die problematische Konsistenz von Feuchttüchern beschrieben werden?
3. Welche gesicherten Daten zur Problematik können im Rahmen dieser Studie erarbeitet werden?
4. Auf welche Höhe werden die End-of-Life-Kosten für den Bereich Abwasserableitung bis inklusive Rechenanlage geschätzt?
5. Welche Maßnahmen können zur Problembehebung empfohlen werden?

2 Einleitung

Die Problematik von FT ist weltweit bekannt und beschrieben (z.B. Berger et al. 2017). Die Zahl belastbarer Veröffentlichungen dazu ist jedoch begrenzt (z.B. Water UK 2017). FT führen zu Verstopfungen von Abwasserhebe­pumpen in Pumpwerken und Kläranlagen, zu vermehrten Wartungstätigkeiten in Klär­becken und zu Verstopfungen in Faulturmeinrichtungen (Abbildung 1).



Abbildung 1: Problematik von FT in einer Rechenanlage (rechts oben), bei der Verstopfung von Pumpen (links) und anderen Einrichtungen von Kläranlagen (rechts unten).

2.1 Allgemeines

FT finden zunehmend Verwendung als Ersatz für Toilettenpapier, in der Intimpflege aber auch bei der Tierpflege und als allgemeine und spezielle Reinigungstücher.

3 Material und Methoden

Den Untersuchungen gingen zahlreiche Gespräche und Besichtigungen mit an der FT-Problematik Beteiligten voraus, nämlich

- dem Auftraggeber, der Gemeinschaft Steirischer Abwasserentsorger,
- verschiedenen Abwasserverbänden, im Speziellen dem Mürzverband, dem Abwasserverband Grazer Feld, der Holding Graz und der Kläranlage Mautern,
- Unternehmen, die potentielle Emittenten von FT in die Abwasserableitung sein könnten, d.h. Landwirte, Altersheim, Krankenhaus,
- Faserproduzenten, im Speziellen der Lenzing AG, die in den Herstellungsprozess und die Interessenvertretung der Hersteller von FT involviert sind, und
- Privatpersonen, die über ihre persönlichen Gewohnheiten zum Gebrauch von FT befragt wurden.

In den Ablauf von Produktion bis Verbleib von FT sind zahlreiche Beteiligte und Anlagen involviert. Den Versuch, hier einen Überblick darzustellen und die Bereiche dieser Studie hervorzuheben, wurde in Abbildung 2 unternommen.

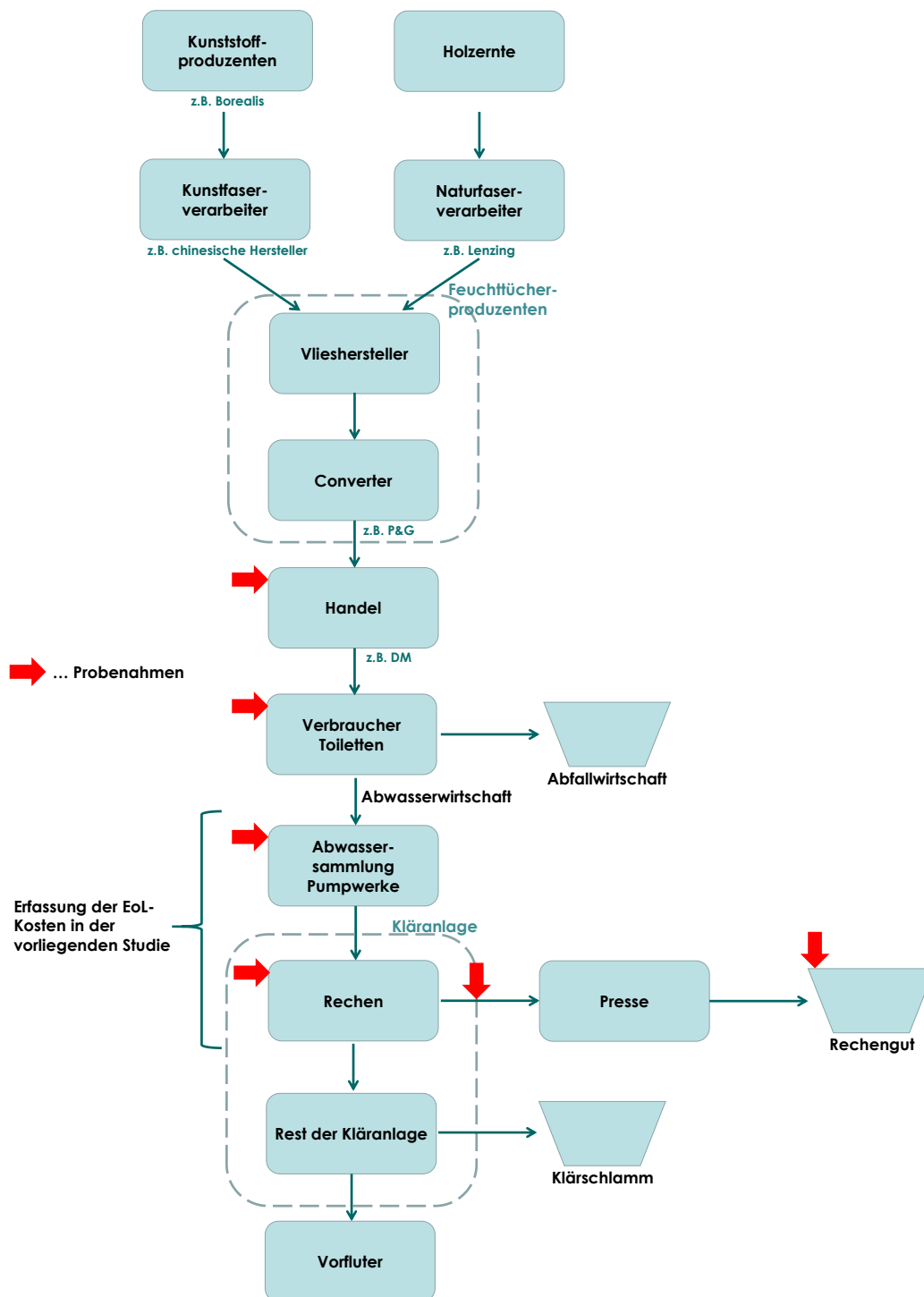


Abbildung 2: Ablauf von Produktion und Verbleib von FT vom Rohstoff über den Flieshersteller bis zum Vorfluter und Kennzeichnung der Probenahmestellen und Kostenerfassung der vorliegenden Studie.

3.1 Nachweis der Problematik von Feuchttüchern

Zum Nachweis der Problematik von FT wurde zuerst in Müzzuschlag die Schwimmschicht einer Pumpstation untersucht, in Kapfenberg das Rechengut der Kläranlage nach FT sortiert und in St. Marein/M eine verstopfte Pumpe im Abwasserkanal geöffnet und begutachtet.

In einem zweiten Schritt wurde versucht, mittels originalen FT eine Pumpe, Marke Flygt mit 3,7 kW, zum Verstopfen zu bringen. Um herauszufinden, wie viele FT dazu benötigt werden, wurde zuerst in Allerheiligen/M. der Abwasserkanal geöffnet und die FT direkt bei der Pumpe in den Kanal appliziert. Dazu wurden zwei Arten von FT verwendet. Einerseits Baby-FT der Marke „babylove“, da diese den höchsten Anteil an Kunstfaser aufwiesen, und andererseits Tier-FT der Marke „Kerbel“, die aus Mischfasern bestanden.

In einem dritten Schritt wurde eine kleine Versuchsanlage aufgebaut, die eine Pumpstation simulieren sollte. In einen Wassertank wurde die beschriebene Pumpe montiert, es wurden FT zugegeben und bestimmt ab wie vielen FT die Pumpe verstopft (Abbildung 3).



Abbildung 3: Versuchsanlage zur Pumpenverstopfung durch FT

3.2 Konsistenz

In mehreren Handelsketten und aus unterschiedlichen Kategorien (Baby-FT, Toiletten-FT, Reinigungs-FT etc.) wurden FT gekauft, um einen Überblick über die verschiedenen Arten von Feuchttüchern zu schaffen (Abbildung 4).

Neben der Ermittlung der allgemeinen Daten, wie Gewicht und Abmessungen, wurde auch die Reißfestigkeit längs und quer der FT manuell und mit verschiedenen Gewichten in einer Laboranlage bestimmt. Des Weiteren wurden von den originalen FT die Trockensubstanz und der Wassergehalt bestimmt. Mittels eines Schütteltests wurde die Auflösbarkeit in Wasser innerhalb von 30 min ermittelt. Die Zusammensetzung des Kohlenstoffs ausgewählter FT wurde mit der $C_{\text{biogen/fossil}}$ -Methode im Labor festgestellt, die der Fasern ausgewählter FT mittels spektroskopischer Methoden.



Abbildung 4: Übersicht über einige der getesteten FT-Marken

3.3 Gesicherte Daten

Die Probenahme und Sortierung des Rechenguts wurden jeweils zu drei verschiedenen Tageszeiten an zehn Tagen in den drei Kläranlagen Gössendorf, Kapfenberg und Mautern durchgeführt. Die Anlagen wurden auf Grund ihrer Größe in Einwohnerwerten (EW), der Siedlungsstruktur ihres Einzugsgebietes und der Zugänglichkeit zu ungepresstem Rechengut gewählt. Gössendorf steht mir 500 000 EW für eine große Anlage mit urbanem Einzugsgebiet. Kapfenberg ist mit 49 000 EW eine mittelgroße Anlage und bezieht das Abwasser aus einer kleinstädtischen Siedlungsstruktur. Die Kläranlage Mautern ist mit 4 000 EW eine kleine Anlage und bezieht ihr Abwasser aus einer ländlichen Siedlungsstruktur.

Aus insgesamt 51 Rechengutproben wurden die **ganzen, unbeschadeten FT** manuell sortiert und in die drei Kategorien, leicht, mittelschwer und schwer zerreibar unterteilt. Des Weiteren wurde die Trockensubstanz der FT und des Rechenguts bestimmt, um auf den Anteil der FT am Rechengut schließen zu können.

Die Anzahl der FT bzw. Kunstfaser-FT wurde für die gesamte Steiermark hochgerechnet. Dazu wurde zunächst die sortierte Anzahl pro EW berechnet. Dann wurden den drei beprobten Kläranlagen alle 511 steirischen Kläranlagen >100 EW in drei Gruppen entsprechend der EW-Größenordnung zugeordnet. Die bestimmten FT/(EW*a) der drei Kläranlagen wurden dann über die Summe der EW der jeweiligen Gruppe hochgerechnet und die drei Gruppenwerte addiert, woraus sich der gewichtete Wert für die Steiermark ergab.

Bei den aus dem Rechengut sortierten FT wurde vor Ort ein manueller Reißtest vollzogen, um die FT den drei Kategorien leicht, mittelschwer und schwer zerreibar zuteilen zu können.

3.4 End-of-Life-Kosten Abwasserableitung bis Rechenanlage

Für die Abschätzung der End-of-Life-Kosten (EoL-Kosten) wurden drei Betreiber von Kläranlagen befragt. Der Fokus wurde dabei auf den Mehraufwand bei der Pumpenreinigung, der

Erhöhung des Rechengutanfalls bei einer Umstellung auf einen Rechen mit geringerem Stababstand, z.B. von 6 auf 2 mm um eine FT-Problematik auf den weiteren Anlagenteilen zu vermeiden, sowie des Anteils der Kunstfaser-FT im Rechengut gelegt. Wartungskosten der anderen Anlagenteile von Kläranlagen wurden nicht näher betrachtet (Abbildung 2).

Für die Berechnung der Kosten durch die Umstellung auf einen engeren Rechenabstand wurde angenommen, dass sich das Rechengut durch die Umstellung um rund 75 % erhöht, wie das in der Anlage Grazer Feld von 2009 auf 2010 tatsächlich der Fall war. In Kapfenberg wurde der Rechen 2016 umgestellt, in Gössendorf (6 mm Rechenabstand) und Mautern (4 mm Rechenabstand) noch nicht.

Zur Bestimmung der Entsorgungskosten des Kunstfaser-FT-Anteils im Rechengut wurde dieser anhand der Sortierergebnisse auf den Rechengutanfall von 2016 auf die Steiermark wie im Absatz zuvor beschrieben hochgerechnet. Als Entsorgungspreis für Rechengut wurde das Mittel von Kapfenberg und Grazer Feld mit 125 €/t angesetzt.

Die gesamten Mehrkosten ergeben sich aus der Summe der drei Einzelbetrachtungen.

3.5 Maßnahmen zur Problembekämpfung

Neben einer Literatur- und Internet-Recherche wurden Kurzbefragungen in einem Krankenhaus, einem Pflegeheim und in 20 Haushalten durchgeführt.

4 Ergebnisse

4.1 Nachweis der Problematik von Feuchttüchern

Im Zuge der Begehung der Pumpstationen wurde die FT-Problematik sichtbar. Bei der Pumpstation in Müzzzuschlag war eine von FT und sonstigen Störstoffen gebildete Schwimmschicht deutlich zu erkennen (Abbildung 5). In der Pumpstation in Kapfenberg bestand der Zopf einer verstopften Pumpe praktisch ausschließlich aus FT, gegebenenfalls waren Textilien dabei (Fetzen) (Abbildung 6). Die untersuchten Zöpfe waren schwierig und nur mit großem Kraftaufwand zu entfernen. Ein händisches Zerreißen ist unmöglich. Es existiert eine umfangreiche Fotodokumentation dieser Probleme.



Abbildung 5: Blick von oben auf die Schwimmschicht einer Pumpstation in Müzzzuschlag



Abbildung 6: Eine zerlegte Pumpe mit Verzapfung aus FT aus einer Pumpstation in Kapfenberg

Das Applizieren von originalen FT in einen Pumpenschacht in St. Marein/M führte zu keiner Verstopfung einer Pumpe. Die Pumpe zeigte beim Ansaugen von FT zwar kurzfristig erhöhte Stromaufnahme, verstopfte jedoch nicht. So konnte nicht festgestellt werden, ob alleine durch FT eine Verstopfung provoziert werden kann und wie viele FT dazu benötigt werden. Auch blieb unklar, welche Rolle das Kanalsystem spielt und ob die Zopfbildung schon vor der Pumpe beginnt (z.B. durch Hängenbleiben an Umlenkstellen).

Beim Verstopfungsversuch im Wassertank führten die regelmäßigen Pumpspausen zur Simulation des Realbetriebs dazu, dass sich FT in Pumpe und Leitung absetzen konnten, was dann schließlich die Zopfbildung und anschließende Verstopfung hervorrief. Kunstfaser-FT neigen demnach zur Zopfbildung und können Pumpen verstopfen. Es wurden im Durchschnitt 125 Kunstfaser-FT benötigt, bis eine Verstopfung eintrat. Bei Mischfaser-FT kam es zu keiner Zopfbildung bzw. Verstopfung, da diese bei jedem Pumpdurchgang in kleinere Stücke zerrissen wurden.

4.2 Konsistenz

Von den 19 eingekauften FT wurden Preise, Hinweise zur Abbaubarkeit und die Art der Entsorgung aufgelistet (Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht der 19 untersuchten FT (grün: leicht zerreibare FT, hellrot: mittelschwer zerreibare FT, rot: schwer zerreibare FT, k.A.: keine Angabe auf der Verpackung).

Marke	Typ	Handelsunternehmen	Hinweis zur Abbaubarkeit	Hinweis zur Entsorgung	Preise (10/2017)
Huggies	Baby-FT	Müller	k.A.	Mistkübel	
Hakle	Toiletten-FT	Bipa	wasserlöslich	Toilette	1,35 € / 42 Stk
Quality First	Toiletten-FT	Bipa	k.A.	Toilette	1,55 € / 60 Stk
Tempo	Toiletten-FT	Bipa	wasserlöslich	Toilette	1,45 € / 42 Stk
Zewa	Toiletten-FT	Bipa	biologisch	Toilette	1,55 € / 55 Stk
Denk Mit	Toilettenreinigungs-FT	DM	k.A.	Toilette	0,95 € / 15 Stk
Sagrotan	Toilettenreinigungs-FT	DM	k.A.	Toilette	3,95 € / 60 Stk
Dettol	Desinfektions-FT	DM	k.A.	Toilette	2,85 € / 60 Stk
Kerbl	Tier-FT	Lagerhaus	k.A.	k.A.	19,99 € / 1000 Stk
Beauty Baby	Baby-FT	Müller	k.A.	Mistkübel	
wetties	Tier-FT	Fressnapf	k.A.	Mistkübel	
babylove	Baby-FT	DM	k.A.	Mistkübel	0,95 € / 30 Stk
Babywell	Baby-FT	Bipa	k.A.	Mistkübel	0,95 € / 30 Stk
Pampers	Baby-FT	DM	k.A.	Mistkübel	0,95 € / 12 Stk
Cif	Desinfektions-FT	DM	k.A.	Mistkübel	3,45 € / 60 Stk
Meister Proper	Desinfektions-FT	DM	k.A.	Mistkübel	2,69 € / 60 Stk
Jessa	Intimpflege-FT	DM	k.A.	Toilette	1,45 € / 20 Stk
bebe	Reinigungs-FT	Müller	k.A.	Mistkübel	2,99 € / 56 Stk
WC-Ente	Toilettenreinigungs-FT	DM	k.A.	Mistkübel	3,45 € / 25 Stk

Der Wassergehalt (d.h. die bei 105 °C verdunstbare Masse) bzw. die Trockenmasse der originalen FT betrug zwischen 52 und 70 % WG/FM bzw. 30 bis 48 % TM/FM (Tabelle 2).

Tabelle 2: Bestimmung des Wassergehalts und der Trockenmasse von 12 originalen FT

Marke	Typ	Feuchtmasse [g]	Trockenmasse [g]	Wassergehalt [%]	Trockenmasse [%]
babylove	Baby-FT	5,1	1,8	63,6	36,4
Babywell	Baby-FT	5,9	1,8	68,6	31,4
Huggies	Baby-FT	4,3	1,3	70,3	29,7
Pampers	Baby-FT	3,2	1,2	54,9	45,1
Beauty Baby	Baby-FT	4,3	1,3	69,0	31,0
bebe	Reinigungs-FT	4,4	1,3	70,8	29,2
Kerbl	Tier-FT	2,1	1,0	52,2	47,8
wetties	Tier-FT	4,8	1,3	72,4	27,6
Hakle	Toiletten-FT	4,4	1,3	64,0	36,0
Quality First	Toiletten-FT	4,7	1,4	69,6	30,4
Tempo	Toiletten-FT	4,7	1,4	70,1	29,9
Zewa	Toiletten-FT	4,3	1,3	69,3	30,7

Der Aschegehalt von zwei leicht und zwei schwer zerreibaren FT lag immer <1 %.

Die Reißkraft unterschied sich bei jedem FT längs und quer zur Faserrichtung. Längs der Faserrichtung war sie höher und betrug zwischen 198 N/10 cm für die Marke „babylove“ und 18 N/10 cm für die Marke „Hakle“ (Abbildung 7).

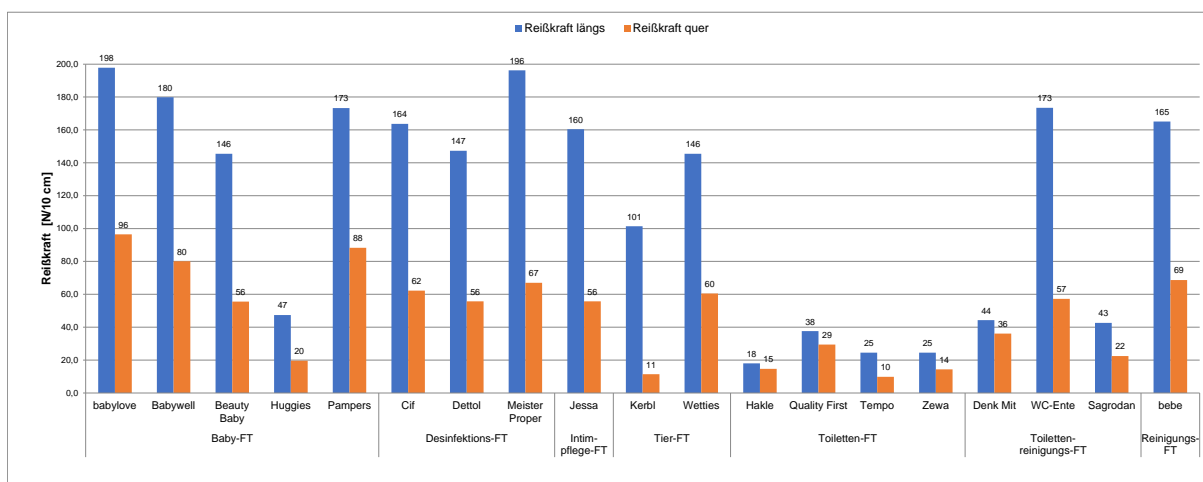


Abbildung 7: Vergleich der Reißkraft von 19 originalen FT längs (blau) und quer (orange) der Faserrichtung.

Anhand des durchgeführten Reißtests wurden die FT nach der Reißkraft in drei Kategorien, eingeteilt: leicht, mittel und schwer zerreibar. Für die Einteilung wurden nur die Reißkraft längs betrachtet und die Grenzen wie folgt gezogen:

- schwer zerreibare FT: 151-200 N/10 cm,
- mittelschwer zerreibare FT: 50-150 N/10 cm und
- leicht zerreibare FT: <50 N/10 cm.

Zu erkennen war, dass alle als Toiletten-FT bezeichneten FT im leicht zerreibaren Bereich lagen. Einzelne Toilettenreinigungs-FT dagegen liegen im schwer zerreibaren Bereich. Die Tier-FT und FT der Marken „Dettol“ und „Beauty Baby“ liegen im mittelschwer zerreibaren Bereich. Bei den Baby-FT hatte die Marke „babylove“ die hchste Reißkraft und alle anderen untersuchten Baby-FT, mit Ausnahme der Marke „Huggies“, lagen im schwer zerreibaren Bereich.

Durch die Faseranalyse wurde festgestellt, dass die leicht zerreibaren FT aus Zellulose- bzw. Viskosefasern, die schwer zerreibaren FT aus Polyester-Fasern und die mittelschwer zerreibaren FT aus einer Mischung von Natur- und Kunstfasern bestanden.

Der Gehalt fossilen und biogenen Kohlenstoffs lag bei FT der Marke „Hakle“ bei 96,7 % C_{biogen} , bei der Marke „Zewa“ bei 97,7 % C_{biogen} . Der fossile C-Gehalt betrug bei den FT der Marke „Babywell“ 54,7 % C_{fossil} und bei den FT der Marke „babylove“ 84,9 % C_{fossil} . Es war unschwer zu erkennen, dass der Anteil an C_{biogen} bei leicht zerreibaren FT berwog und bei den schwer zerreibaren FT umgekehrt. Ausnahmen waren FT der Marke „Babywell“, die fast zur Hlfte aus C_{fossil} bestanden, aber trotzdem schwer zerreibar waren.

Im Schtteltest lsten sich zwei der acht untersuchten FT-Marken innerhalb einer Stunde auf. Dabei handelte es sich um FT der Marken „Hakle“ und „Zewa“. Auch normales Toilettenpapier lste sich auf. Die untersuchten Kunstfaser-FT neigten zu einer starken Schaumbildung, blieben aber zur Gänze erhalten.

4.3 Gesicherte Daten

Aus den aus ungespresstem Rechengut sortierten gebrauchten FT ergab sich fr Gssendorf (urbanes Gebiet) mit 90 FT/(EW*a) der hchste Wert. In Rechengut aus Kapfenberg (kleinstdtisches Gebiet) betrug die Menge 65 FT/(EW*a) und in Rechengut aus Mautern (ländliches Gebiet) wurden mit 43 FT/(EW*a) die wenigsten FT gefunden. Der auf die Steiermark hochgerechnete nach Klranlagengre gewichtete Verbrauch belief sich auf 68 FT/(EW*a) (Abbildung 8).

Die bei der Probenahme sortierten gebrauchten FT wurden einem manuellem Reißtest unterzogen und anhand dessen den drei Kategorien zugeteilt. Der Anteil der Kunstfaser-FT (schwer zerreibar) ist im ländlichen Gebiet (Mautern) mit 16 % geringer als im kleinstädtischen (Kapfenberg) und urbanen Gebiet (Gssendorf), wo der Anteil 36 % bzw. 37 % beträgt. Der Anteil an Kunstfaser-FT in der Steiermark betrug 31 % (Abbildung 9).

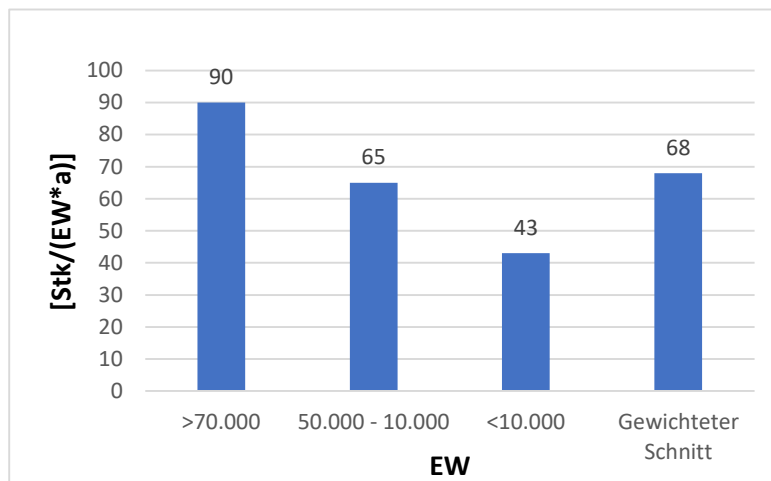


Abbildung 8: Vergleich der in Rechengut gefundenen FT/(EW*a) der drei untersuchten Kläranlagen, die jeweils für eine EW-Größe stehen, und gewichteter Schnitt für die Steiermark.

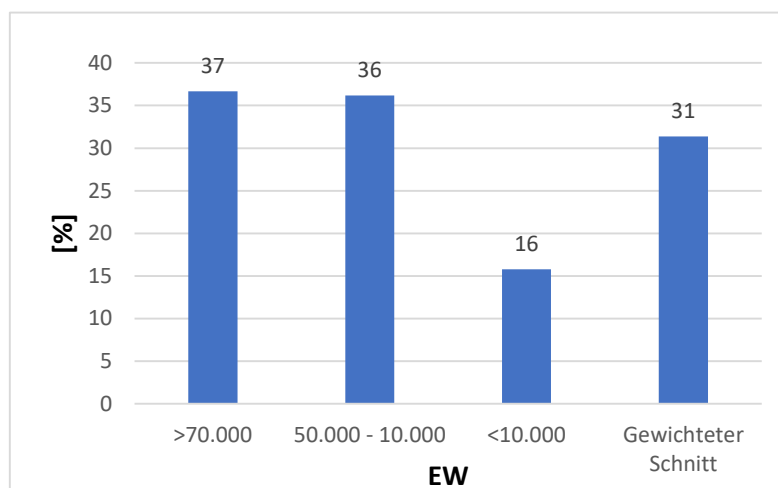


Abbildung 9: Vergleich des Anteils an Kunstfaser-FT an allen sortierten FT der drei untersuchten Kläranlagen, die jeweils für eine EW-Größe stehen, und gewichteter Schnitt für die Steiermark.

4.4 End-of-Life-Kosten Abwasserableitung bis Rechanlage

Die Mehrkosten für die Pumpenwartung hochgerechnet auf die Steiermark betragen 3 146 769 €/a. Die Mehrkosten für den erhöhten Rechengutanfall im Zuge der einmaligen Umstellung von Rechanlagen auf einen engeren Stababstand hochgerechnet für die Steiermark betragen 394 909 €/a. Die Mehrkosten, die durch den Anteil von Kunstfaser-FT im Rechengut verursacht werden, betragen hochgerechnet auf die Steiermark 29 608 €/a.

Somit entstehen in der Steiermark durch Kunstfaser-FT in Summe EoL-Mehrkosten in der Höhe von 3 571 285 € (Tabelle 3).

Für die mit 500 000 EW größte steirische Kläranlage Gössendorf wurden die Kosten der Pumpenwartung mit Null angesetzt, da in den Pumpwerken dort keine FT-Problematik auftritt.

Tabelle 3: Kalkulation der End-of-Life-Kosten von der Abwasserableitung bis zum Rechengut

1. Mehrkosten durch Pumpenwartung (keine Mehrkosten für 500 000 EW von Gössendorf)													
Ort	Wartung/ Woche	Wochen/a	Pump- stationen	Stunden	Mitarbeiter	Personal- kosten	Fremdkosten Pumpwagen pro h	Einsatzzeit Pumpwagen	Mehrkosten	EWG	EWG- spezifische Kosten	EWG vergleich- barer Anlagen	Kosten Pumpen- wartung
	[Anzahl]	[Anzahl]	[zu reinigende PS/a]	[h]	[Anzahl]	[€/(h*MA)]	[€/h]	[h]	[€/a]	[EWG/Anlage]	[€/(EWG*a)]	[EWG/Anlagen- größe ST]	[€/a]
GrazerFeld	5	52	260	6	2	38	120	2	180.960	120.000	1,508	280.000	422.240
Kapfenberg			122	2	2	38	120	2	47.824	49.000	0,976	1.025.000	1.000.400
Mautern	2	52	104	3	1	38	0	0	11.856	4.000	2,964	581.690	1.724.129
												Σ	3.146.769
2. Mehrkosten durch Mehranfall von gepresstem Rechengut Umstellung auf engeren Rechenabstand (Grazerfeld und Kapfenberg real, Gössendorf und Mautern fiktiv)													
Ort	RG/a (100%)	Umstellung RG/a (175%)	Δ RG	Entsorgungs- kosten	Entsorgungs- kosten	EWG	EWG- spezifische Kosten	EWG vergleich- barer Anlagen	Kosten Umstellung				
	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[€/t]	[€/a]	[EWG/Anlage]	[€/(EWG*a)]	[EWG/Anlagen- größe ST]	[€/a]				
Gössendorf	565	988,03	423	150	63.516	500.000	0,127	500.000	63.516				
GrazerFeld	159	279	119	150	17.917	120.000	0,149	280.000	41.807				
Kapfenberg	102	178,5	76,5	150	11.475	49.000	0,234	1.025.000	240.038				
Mautern	3	5,3	2,3	150	341	4.000	0,085	581.690	49.548				
								Σ	394.909				
3. Mehrkosten durch Kunstfaser-FT-Anteil im gepressten Rechengut abzüglich der Mengen, die durch engeren Rechenabstand entstehen													
Ort	Rechengut 2017	Anteil FT	FT	Anteil Kunstfaser-FT	Kunstfaser-FT	Kosten RG- Entsorgung	Entsorgungs- kosten FT	EWG	EWG- spezifische Kosten	EWG vergleich- barer Anlagen	Kosten Kunstfaser-FT		
	[t FM ft/a]	[% FMft]	[t/a]	[%FM]	[t/a]	[€/t]	[€/a]	[EWG/Anlage]	[€/(EWG*a)]	[EWG/Anlagen- größe ST]	[€/a]		
Gössendorf	565	19,8%	112	36,7%	41,00	150	6.149	500.000	0,012	780.000	9.593		
Kapfenberg	102	16,3%	17	36,2%	6,02	150	903	49.000	0,018	1.025.000	18.894		
Mautern	3	10,8%	0,3	15,8%	0,05	150	8	4.000	0,002	581.690	1.120		
										Σ	29.608		
4. Gesamtkosten in der Steiermark													
Art	Kosten												
	[€/a]												
Mehrkosten durch Pumpenwartung	3.146.769												
Mehrkosten durch Umstellung auf engeren Rechenabstand	394.909												
Mehrkosten durch Kunstfaser-FT im Rechengut	29.608												
	Σ 3.571.285												

Ein Kunstfaser-FT kostet den Verbraucher durchschnittlich 5,3 Eurocent. Die Kosten für die Entsorgung über das Abwassersystem von der Toilette bis zur Entsorgung des Rechenguts betragen 13,7 Eurocent/Stück, das sind 259 % des Verkaufspreises (Tabelle 4).

Tabelle 4: Gegenüberstellung der Kosten beim Kauf und bei der Entsorgung über die Abwassersysteme pro Kunstfaser-FT.

Verbrauch Kunstfaser-FT	EW in Stmk. 1.1.2017	Mehrkosten	Kosten der Entsorgung	Mittlerer Verkaufspreis	Kostenverhältnis
[Stk/(EW*a)]	[EW]	[€/a]	[€/Stk]	[€/Stk]	[%]
21	1.237.298	3.571.285	0,137	0,053	259%

4.5 Maßnahmen zur Problembekämpfung

Die Problematik von FT ist in AT, DE, GB, BE, CA und US bekannt (u.a. Seher 2016). Inzwischen beschäftigt das Thema auch gesellschaftskritische Satiriker (New truTV 2018).

In den USA wurde das FT-Verbraucherverhalten untersucht, und ergab, dass nur wenige Bürger ihren Entsorgungsweg auf Grund der Packungsbeschriftung wählen (INDA-MEWEA 2015). Eine andere Studie kam u.a. zu demselben Schluss (Water UK 2017).

Die Marktvolumina für die Hersteller von FT betragen in Deutschland 2016 126 Mio. € mit einem Wachstum von +8,5 % pro Jahr (Berger et al. 2017), in Europa 2006 2,4 Mrd. € und in den USA 2014 13 Mrd. US\$ (Dick 2016).

Kunstfasern für die Fertigung von FT werden vor allem von großen chinesischen Unternehmen hergestellt. Zellulosefasern für FT werden von den Unternehmen Lenzing AG aus Österreich, Tangshan Sanyou Group aus China oder Aditya Birla Group aus Indien hergestellt. (Igelsböck 2017a)

Typische FT-Hersteller (Converter) sind Nölken Hygiene Product GmbH, Albaad Deutschland GmbH, Kimberly-Clark Corporation oder Procter & Gamble.

Die Interessen von allen in der FT-Herstellungskette beteiligten Unternehmen werden von den Verbänden EDANA für Europa (250 Mitglieder) und INDA für die USA vertreten. EDANA und INDA haben einen eigenen mehrstufigen Test auf Spülbarkeit von FT („Flushability“) entwickelt (Abbildung 10) (Rahbaran 2016).

Im Bereich von FT sind Normungstätigkeiten in Deutschland und auf ISO-Ebene beschrieben, wobei die ISO-Normungsgruppe zurzeit ruhend ist und über jene in Deutschland nichts bekannt ist (Berger et al. 2017).



Abbildung 10: Test for „Flushability“ von der Interessenvertretung EDANA/INDA

Es wurden bereits Forschungsprojekte zu FT durchgeführt: das Projekt „Kuras“ der Berliner Wasserbetriebe (Berger et al. 2017), die IAB Weimar hat ein Testverfahren für FT entwickelt (Berger et al. 2017) und kürzlich wurde eine Studie von Water UK veröffentlicht (Water UK 2017). Water UK untersuchte in Großbritannien 54 Proben von Verzapfungen und beschrieb, dass ein Großteil der Verzapfungen aus „non-flushable Wipes“ bestand. In einer Reihe von Empfehlungen wird v.a. auf eine bessere und wahrheitsgemäße Kennzeichnung auf der Verpackung hingewiesen. Die Herstellerverantwortung wird in den Bereichen Entsorgungshinweise beim Marketing und Verpackungskennzeichnung eingefordert.

Die Umfrage der Autoren im eigenen Bekanntenkreis unter 20 Haushalten ergab, dass nur zwei Haushalte FT in Toiletten in der Häufigkeit von 0,5-1 FT/(EW*d) entsorgen, während die übrigen keine FT verwenden. Die Befragung von zwei Landwirten, einem Krankenhaus und einem Pflegeheimen ergab, dass dort keine FT verwendet und auch keine derartigen Störstoffe über die Kanalisation entsorgt werden.

Ein Gespräch mit einem Faserhersteller, der auch in der Interessenvertretung EDANA und in Normungstätigkeiten zu FT engagiert ist, ergab, dass dort die FT-Probleme der Abwasserverbände nur wenig bekannt sind (Iglesböck 2017b).

5 Diskussion

Die wesentliche Aussage aus der vorliegenden Studie lautet:

Kunstfaser-FT sollen nicht in die Kanalisation gelangen.

Diese Art von FT verursacht dort durch ihre Reißkraft Probleme und damit Kosten. Die End-of-Life-Kosten für Kunstfaser-FT im Abwassersystem bis zum Rechen der Kläranlage betragen in der Steiermark 3,6 Mio. €/a.

Die Sorglosigkeit der In-Verkehr-Bringer und Hersteller von Industriewaren wird anhand der vorliegenden FT-Problematik deutlich. Auf Kosten der Allgemeinheit werden Produkte für einen begrenzten Markt (Anteil der Bevölkerung) vertrieben, wobei die Gewinne privatisiert, die End-of-Life-Kosten jedoch auf die gesamte Bevölkerung verlagert (kommunalisiert) werden.

5.1 Nachweis der Problematik von Feuchttüchern

Der Nachweis, dass FT problematisch für Teile der Abwasserableitung sind, konnte erbracht werden. Allerdings müssen FT in Gruppen eingeteilt werden, v.a. hinsichtlich ihrer Reißkraft in leicht, mittelschwer und schwer zerreibare. Nur für schwer zerreibare FT konnte nachgewiesen werden, dass sie ohne weitere Abwasserinhaltsstoffe zu einem Pumpenstillstand einer Standard-Abwasserpumpe mit 3,7 kW führen können. Mittelschwer zerreibare FT waren bis in hohe Konzentrationen pumpfähig, wobei ein kurzzeitiger Anstieg der Stromaufnahme der Pumpe registriert werden konnte. Im Zusammenhang mit anderen zur Zopfbildung neigenden Störstoffen im Abwassersystem ist jedoch auch hier eine Problematik zu vermuten.

Der erste Versuch an der Pumpstation in St. Marein/M eine Verstopfung an einer Standard-Abwasserpumpe herbeizuführen scheiterte, da – wie später erkannt wurde – die eingesetzte Anzahl an FT noch zu gering war. Im zweiten Versuch im Wassertank konnte mit einer höheren Konzentration gearbeitet und die Verstopfungsproblematik eindeutig nachgewiesen werden. Bemerkenswert ist, dass dazu keine zusätzlichen Störstoffe, die für Abwasser bekannt sind, z.B. Zahnseide, Tampons oder Haare, nötig waren, um eine Zopfbildung hervorzurufen.

In der größten steirischen Kläranlage Gössendorf (500 000 EW) treten keine FT-Probleme auf. Das Abwasserableitungsnetz bedarf dort nur weniger Pumpen und diese sind durch den hohen Abwasserstrom vergleichsweise sehr leistungsfähig, weshalb vermutet wird, dass auch Kunstfaser-FT gepumpt werden können.

5.2 Konsistenz

Die Beschreibung von 19 originalen FT erwies sich als einfach und aussagekräftig. Die Beschreibung von gebrauchten FT aus den Rechenanlagen von Kläranlagen gestaltete sich naturgemäß schwieriger.

Die Beschriftung der Verpackung ist sehr unterschiedlich und zumindest bei einigen Kunstfaser-FT problematisch, z.B. der Marken „Dettol“ oder „Jessa“. Hinweise zur biologischen Abbaubarkeit sind selten, Hinweise zur Entsorgung werden bis auf eine FT-Marke durchwegs gegeben, jedoch nicht dem entsprechend, wie die vorliegenden Ergebnisse es zeigen.

Die Abmessungen und der Trockenmasseanteil der 19 getesteten FT-Marken wurden beschrieben. Ein Vergleich der Abmessungen originaler FT mit gebrauchten FT aus einer Probe Rechengut ergab, dass dieses Merkmal keine gute Möglichkeit zur Zuordnung gebrauchter FT zu Marken darstellt. Überhaupt ist die Identifikation von gebrauchten FT mit einfachen Mitteln nicht erfolgversprechend. Die Bestimmung des Trockenmasseanteils von originalen FT zeigte, dass nicht unerhebliche Mengen an verdampfbarem Anteil vorliegen. Diese werden vermutlich auch für eine zusätzliche Abwasserbelastung sorgen, wobei darüber und über deren Abbaubarkeit keine weiteren Überlegungen angestellt wurden.

Ein Test auf die Reißkraft führte mittels einer einfachen Apparatur zu quantifizierbaren Ergebnissen, die sich mit der chemischen Zusammensetzung und der Faseranalyse deckten. Es wird empfohlen, die Reißkraft als Qualitätsparameter zur Spülbarkeit von FT einzusetzen.

Die chemische Zusammensetzung ergab, dass der in leicht zerreibbare FT der enthaltene Kohlenstoff überwiegend biogener Natur ist, mittelschwer zerreibbare FT aus einer Mischung aus biogenem und fossilem Kohlenstoff bestehen und in schwer zerreibbaren FT der Kohlenstoff weitgehend aus fossilen Quellen stammt. Im Zusammenhang mit der Untersuchung von ausgewählten FT auf ihre Faserart zeigt eindeutig, dass schwer zerreibbare FT aus Kunstfasern, z.B. Polyethylen, und leicht zerreibbare FT aus Naturfasern, z.B. Viskose, bestehen.

Die Desintegration wurde in Schüttelversuchen untersucht und zeigt, dass Naturfaser-FT sich in kurzer Zeit in kleine Stücke zersetzen, während schon mittelschwer zerreibbare FT mit Kunstfaseranteilen keine Zersetzung zeigen. Damit ist zu erwarten, dass alle FT mit Kunstfaseranteilen in Pumpen oder anderen Einrichtungen der Abwasserableitung und -behandlung zur Verzapfung beitragen können und danach auch in Rechenanlagen zurückgehalten werden, wodurch die Rechengutmenge steigt.

5.3 Gesicherte Daten

Die Probenahme und Sortierung gebrauchter FT aus Rechengut musste auf Grund der hygienischen Umstände mit großem Aufwand betrieben werden, war aber machbar. Das Personal einer Kläranlage musste zur Kooperativität bei der Probenahme überzeugt werden, da hygienische Bedenken geäußert wurden. Die Ressourcenbeschränkung führte dazu, dass entgegen dem ursprünglichen Plan nur wenige Proben einer kleinen Kläranlage (Mautern) gezogen werden konnten. Kleine Anlagen, wo ungepresstes Rechengut anfällt und beprobt werden kann, waren begrenzt verfügbar.

Die Hochrechnung auf die gesamte Steiermark erfolgte entsprechend drei Gruppen von Kläranlagengrößen. Dass nicht alle Kläranlagen für eine solche Erhebung beprobt werden konnten, versteht sich von selbst. Diese Vorgehensweise macht nur unter der Prämisse Sinn, dass FT abhängig von der Siedlungsstruktur (urban, kleinstädtisch und ländlich) anfallen. Das konnte zumindest für die drei gewählten Anlagen bestätigt werden.

5.4 End-of-Life-Kosten Abwasserableitung bis Rechenanlage

Die End-of-Life-Kosten von Kunstfaser-FT in der Steiermark betragen 3,6 Mio. €, bezogen auf das Abwassersystem bis zum Rechengut der Kläranlage. Dabei sind die Kosten für die Pumpenwartung vordergründig. Die Kosten für Kunstfaser-FT-Rechengut und zusätzliches Rechengut durch eine Reduzierung des Rechenabstandes zum Schutz der Kläranlage sind mit zusammen 11 % an den Gesamtkosten von untergeordneter Bedeutung.

Bezugnehmend auf die hochgerechnete Anzahl von Kunstfaser-FT in Rechenanlagen der Steiermark ergeben sich spezifische End-of-Life-Kosten von 13,7 Eurocent gegenüber einem mittleren Verkaufspreis von 5,3 Eurocent für die hier betrachteten schwer zerreibaren FT. Das sind >250 % des Verkaufspreises, die von den Gemeinden finanziert werden mssen.

Hierbei sind folgende Prmissen zu nennen:

- Die Kosten fr Pumpenwartung fr die grte der steirischen Klranlagen Gssendorf wurde mit Null angesetzt, da dort auch keine FT-Probleme auftreten.
- Die Kosten fr mittelschwer zerreibare FT sind nicht aufgenommen worden. Es wird angenommen, dass diese die EoL-Kosten noch erheblich ansteigen lassen wrden.
- Die Kosten fr den Anteil der Pumpenwartung, der nicht von der FT-Problematik beeinflusst wurde, sind nicht bercksichtigt. Es wurde angenommen, dass dieser verschwindend ist.

5.5 Manahmen zur Problembhebung

Die Stakeholderrecherche hat ergeben, dass beiden Interessenvertretungen in Europa und Amerika den Vertrieb von FT stark sttzen. Die Problematik von Kunstfaser-FT in Abwassersystemen ist dort zwar bekannt, die daraus resultierenden Manahmen beschrnken sich auf Kennzeichnungsvorschlge zur Entsorgungsmethode auf den Verpackungen (Rahbaran & Igelsbck 2017).

Der Markt fr FT beluft sich in Europa und Amerika vermutlich auf jeweils mehrere Mrd. € bzw. US\$ und zeigt eine steigende Tendenz, die auch eine Zunahme von FT im Abwasser- und Abfallsystem erwarten lsst. Ob das auch fr den Anteil von Kunstfaser-FT zutrifft, ist zu vermuten, wurde hier aber nicht untersucht.

Eine durchgeführte Umfrage im privaten Bereich der Autoren zeigte, dass das Produkt FT bekannt, die Verwendung in Toiletten normalem Toilettenpapier gegenüber derzeit untergeordnet ist, was dem errechneten Verbrauch von $68 \text{ FT}/(\text{EW} \cdot a)$ in der Steiermark entspricht. Jene befragten Haushalte, in denen FT über das Abwassersystem entsorgt werden, verbrauchen etwa $0,5\text{-}1 \text{ FT}/(\text{EW} \cdot d)$. Die Problematik von Kunstfaser-FT im Abwassersystem ist weitgehend unbekannt.

Die Stakeholderrecherche stellt keine solide Literaturrecherche dar. Die in der Literaturliste genannten Informationsquellen zählen großteils zur grauen Literatur. Nichtsdestotrotz ist die Belastbarkeit der zusammengetragenen Informationen ausreichend und durch die Zusammenschau mit Interviews und den dargestellten Erhebungen schlüssig.

Empfohlene Maßnahmen:

1. Das Gespräch mit FT-Herstellern ist dringendst zu führen, um eine Reduktion der Herstellung von Kunstfaser-FT zu erreichen bzw. die Herstellerverantwortung auf mehreren Ebenen einzufordern.
2. Eine Unterstützung von Normierungsvorhaben, auf die es Hinweise gibt, ist mit Nachdruck zu unternehmen, um eine Reduktion, gegebenenfalls sogar Teilverbote von Kunstfaser-FT zu erreichen.
3. Die Studienergebnisse sollten breit gestreut publiziert werden und in Vorträgen und Interviews Politikern, Stakeholdern und der Öffentlichkeit vermittelt werden, um zu deren Bewusstseinsbildung beizutragen.
4. Die Reißkraft als einfach zu prüfendes Qualitätsmerkmal zur Spülbarkeit von FT wird als ein geeignetes Mittel empfohlen.

Offene Fragen:

Die für die Hochrechnung aufgestellte Prämisse, dass FT abhängig von der Siedlungsstruktur unterschiedlich häufig verwendet werden und/oder in das Abwassernetz entsorgt werden, muss noch auf breiterer Basis nachgewiesen werden.

Eine wiederkehrende Erhebung der Kunstfaser-FT in Abwasseranlagen der Steiermark in Anlehnung an die hier dargestellte Methodik würde die zeitliche Entwicklung der Problematik beleuchten. Die Autoren empfehlen eine jährliche Wiederholung.

Die Problematik von mittelschwer zerreibaren FT ist noch näher zu untersuchen.

Die Erhebung von Kunstfaser-FT in häuslichem Restabfall wird angeregt, um auch dort die Problematik dieser Wegwerfprodukte aufzuzeigen.

Fur eine Einforderung der Herstellerverantwortung ware es wohl hilfreich, wenn gebrauchte Kunstfaser-FT einer Marke bzw. einem Hersteller zugeordnet werden konnte. Die vorliegende Studie zeigt im Ansatz, dass eine solche Zuordnung moglich sein konnte.

6 Zusammenfassung

Die in der Aufgabenstellung genannten Fragen sind folgendermaßen zu beantworten:

- 1) Kann ein eindeutiger Beweis zur Problematik von Feuchttüchern in Abwasseranlagen erbracht werden?

Ja. Es sind Kunstfaser-FT, die Probleme verursachen.

- 2) Kann die problematische Konsistenz von Feuchttüchern beschrieben werden?

Ja. FT können in drei Gruppen eingeteilt werden. Die Reißkraft gibt Auskunft darüber, ob ein FT Kunstfaser enthält und damit problematisch ist oder nicht.

- 3) Welche gesicherten Daten zur Problematik können im Rahmen dieser Studie erarbeitet werden?

Etwa 125 Kunstfaser-FT führen zu einer Verstopfung einer typischen kleineren Abwasserpumpe.

In der Steiermark werden hochgerechnet 68 FT/(EW*a) in die Kanalisation entsorgt, davon sind 31 % Kunstfaser-FT.

- 4) Auf welche Höhe werden die End-of-Life-Kosten für den Bereich Abwasserableitung bis inklusive Rechenanlage geschätzt?

Die End-of-Life-Kosten von Kunstfaser-FT betragen 3,6 Mio. €/a oder >250 % des Kaufpreises, wobei die Abwasserableitung bis zum Rechengut für die Kalkulation herangezogen wurden.

- 5) Welche Maßnahmen können zur Problembeseitigung empfohlen werden?

- Das Gespräch mit FT-Herstellern ist dringendst zu führen, um eine Reduktion der Herstellung von Kunstfaser-FT zu erreichen bzw. die Herstellerverantwortung auf mehreren Ebenen einzufordern.
- Eine Unterstützung von Normierungsvorhaben, auf die es Hinweise gibt, ist mit Nachdruck zu unternehmen, um eine Reduktion, gegebenenfalls sogar Teilverbote von Kunstfaser-FT zu erreichen.
- Die Studienergebnisse sollten breit gestreut publiziert werden und in Vorträgen und Interviews Politikern, Stakeholdern und der Öffentlichkeit vermittelt werden, um zu deren Bewusstseinsbildung beizutragen.
- Die Reißkraft als einfach zu prüfendes Qualitätsmerkmal zur Spülbarkeit von FT wird als ein geeignetes Mittel empfohlen.

7 Literatur

Anspach, J.M. & Loftus, J.E. (2015), Nonwovens Standard Procedures – Edition 2015. EDANA und INDA. EDANA, Avenue Herrmann Debroux 46, 1160 Brussels, Belgium

Berger, C., Bröker, S. & Kammerer, R. (2017), Zerreifeste Faserstoffe und Feuchtreinigungstcher zunehmend problematisch bei der Abwasserentsorgung. DWA-Expertengesprch „Zerreifeste Faserstoffe und Feuchtreinigungstcher“. Korrespondenz Abwasser (KA), Abfall, 2017 (64) Nr. 7 auf www.dwa.de/KA

Dick, F. (2016), Wipes in the Pipes. Department of Public Works, City of Vancouver. Public Works Administration, 4500 SE Columbia Way, Vancouver, Washington

Engqvist, H. (2012), EURASIA – am Scheideweg zwischen Europa, Asien und der MENA-Region. Allgemeiner Vliesstoff-Report (avr), 4/2012 auf www.avronline.de

Igelsbck, W. (2017a), Nonwovens Value Chain. Email am 11.12.2017. Lenzing AG, Werkstrae 2, 4860 Lenzing.

Igelsbck, W. (2017b), Persnliche Mitteilung am 5.12.2017. Lenzing AG, Werkstrae 2, 4860 Lenzing.

INDA-MEWEA (2015), „Don't Flush Baby Wipes“ Pilot Public Education Campaign. London, ON, May 2015, INDA, 1100 Crescent Green, Suite 115, Cary, NC 27518.

INDA & EDANA (2017), CODE OF PRACTICE: Communicating Appropriate Disposal Pathways for Nonwoven Wipes to Protect Wastewater Systems, Second Edition 2017. INDA, 1100 Crescent Green, Suite 115, Cary, NC 27518.

New truTV (2018), Adam ruins everything - Why Flushable Wipes Aren't Flushable. Youtube-Video, <https://www.youtube.com/watch?v=TgHVO-RZ8c4>, zuletzt abgerufen: 07.02.2018.

sterreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) (2017), Tatort:WC, Feuchttcher killen Pumpen und erhhen Ihre Abwassergebhren. Infofolder, ÖWAV, Marc-Aurel-Strae 5, 1010 Wien, www.oewav.at

Rahbaran, S. (2016), Splbare Feuchte Toilettentcher. Vortrag Lenzing AG fr 25. Sprechertagung der ÖWAV – Klranlagen – Nachbarschaften. ÖWAV, Marc-Aurel-Strae 5, 1010 Wien, www.oewav.at

Rahbaran, S. & Igelsbck, W. (2017), Splbare und nicht splbare Feuchttcher. Vortrag Lenzing AG fr 26. Sprechertagung ÖWAV-Klranlagen-Nachbarschaften. ÖWAV, Marc-Aurel-Strae 5, 1010 Wien, www.oewav.at

Seher, D. (2016), Baby-Feuchttücher legen Pumpwerke an der Ruhr lahm. FUNKE MEDIEN NRW GmbH, Friedrichstraße 34 – 38, 45128 Essen, Deutschland, auf <https://www.waz.de/politik/baby-feuchttuecher-legen-pumpwerke-an-der-ruhr-lahm-id209014385.html>. Letzter Aufruf: 07.02.2018

Water UK (2017), Wipes in sewer blockage study. WaterUK, 3rd Floor, 36 Boradway, London, SW1H 0BH, England. Report Ref. No. 21CDP.WS4.WS

Wiertz, P. (2017), Engaging European stakeholders on flushability for wipes. GO wipes 2017, www.edana.org, EDANA, Avenue Herrmann Debroux 46, 1160 Brussels, Belgium.